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

Spezifische Anforderungen an Autobahnen in städtischen Agglomerationen

Spécifictés autoroutières dans les agglomérations urbaines

Specific demands for suburban motorways

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

Begleitkommission
Peter Hotz, Metron Verkehrsplanung AG, Zürich (Präsident)
Marc Laube, Marty + Partner AG, Zollikon
Michael Neumeister, Basler & Hofmann , Zürich
Roger Pfister, ASTRA, Bern
Beat Schüpbach, Leiter Hauptabt. Verkehrssicherheit, Lausen
Karl Vogel, Gemeindeverwaltung Hergiswil
Prof. Klaus Zweibrücken, Hochschule Rapperswil

Forschungsauftrag SVI 2000/446 [74 /00] auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI)

September 2004

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis 3

Zusammenfassung 4

Résumé 6

Summary 8

1. Einleitung 10
   1.1 Aufgabenstellung 10
   1.2 Vorgehen 11
   1.3 Begriffe 13
   1.4 Abgrenzung 14

2. Verkehrsgeschehen im Agglomerationsstrassennetz 15
   2.1 Überlastung der Strassen vor dem Hintergrund des Wahlverhaltens der Verkehrsteilnehmer 15
      2.1.1 Die Entscheidungsfindung zur Routenwahl 18
      2.1.2 Die Wahl des Zeitpunkts 19
      2.1.3 Die Verkehrsmittelwahl 20
      2.1.4 Standortentscheide als Form der „Zielwahl“ 24
      2.1.5 Wahlverhalten und Gleichgewichtszustand 25
   2.2 Siedlungs- und Netzentwicklung 26
   2.3 Hochleistungstrassen und Netzhierarchie in Agglomerationen; Funktionszuweisung 29
   2.4 Abnehmende Bedeutung des Durchgangsverkehrs 31
   2.5 Staugeschehen 33

3. Handlungsspielraum bei Autobahnen und Autostrassen 35
   3.1 Der Verzicht auf den Standstreifen 35
   3.2 Strecke: Querprofil und Trassierung 37
   3.3 Autobahnanschlüsse 43
      3.3.1 Autobahnanschlüsse als Knoten betrachtet 43
      3.3.2 Autobahnanschlüsse und Tunnels 45
      3.3.3 Betriebskonzept und Steuerung der Autobahnanschlüsse 46
      3.3.4 Anschlussdichte 51

4. Anforderungsprofile und Handlungsspielräume bei städtischen Hochleistungsstrassen 54

5. Die auf das Durchleiten ausgerichtete Agglomerationsautobahn 58

6. Minimierter Ausbaustandard von Agglomerationsautobahnen 60
   6.1 Trassierungselement und Querprofil 61
   6.2 Dosierung und Pufferräume 61
   6.3 Übergangssituation von der Nationalstrasse 1. Klasse zur Agglomerationsautobahn mit reduziertem Ausbaustandard 62

7. Agglomerationsautostrassen 63

8. Offene Fragen 66

9. Umsetzung 68

Literatur 71

Abkürzungsverzeichnis

ASTRA	Bundesamt für Strassen
DV	Durchgangsverkehr
HLS	Hochleistungsstrasse
IVT	Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme ETHZ
LSA	Lichtsignalanlage
LSVA	Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe
LW	Lastwagen
Mfz	Motorfahrzeuge
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NS	Nationalstrasse
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PW	Personenwagen
SN	Schweizer Norm
SVI	Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure
VBZ	Verkehrsbetriebe Zürich
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute

Zusammenfassung

Die Hochleistungstrassen in Agglomerationen sind Teil des während den Verkehrsspitzen überlasteten Agglomerationsstrassennetzes. Kapazitätserhöhungen führen vor allem zu Verkehrsverlagerungen beim Individualverkehr durch andere Routen und Zeitpunkte der Fahrten sowie durch vermehrte Benutzung des Autos anstelle des öffentlichen Verkehrs. Die Staus (mit eingeschlossen: zähflüssiger Verkehr) können daher durch Kapazitätserhöhungen nicht beseitigt werden. Nach einer allfälligen Verkürzung der Staudauer werden erfahrungsgemäss sehr bald wieder die Verhältnisse vor der Kapazitätserhöhung erreicht.

Unter Beachtung dieser Rahmenbedingungen wird von folgenden Aufgaben für Hochleistungsstrassen in Agglomerationen ausgegangen: Sie sollen den Verkehr bündeln, so dass das lokale Strassennetz seine Funktionen im Siedlungsraum optimal und siedlungsgerecht wahrnehmen kann. Darum müssen durch die Benutzung von Agglomerationsautobahnen kürzere Reisezeiten erzielt werden als auf den parallelen Routen des Lokalstrassennetzes. Je nach örtlichen Gegebenheiten sind dazu signalisierte Höchstgeschwindigkeiten von etwa 50 bis 80 km/h ausreichend. Leistung und Sicherheit haben Vorrang gegenüber hoher Geschwindigkeit.

Wenn Staus im Strassennetz der Agglomerationen (Hochleistungs- und Hauptverkehrsstrassen) unvermeidbar sind, so muss in einem gemeinsamen Betriebskonzept dafür gesorgt werden, dass die unvermeidbaren Staus die Siedlung so wenig als möglich beeinträchtigen, zu keinen Behinderungen des öffentlichen Verkehrs führen und am Stau unbeteiligte Relationen des Individualverkehrs von den Staus verschont bleiben. Es stellt sich also die Frage, wie man mit den Stausituationen umgehen soll.

Von Staus besonders gefährdet sind Autobahnanschlüsse. Oft kann das lokale Strassennetz den Verkehr von der Autobahn nicht bewältigen oder der unbegrenzte Zufluss vom Lokalstrassennetz auf die Autobahn verursacht dort Überlastungen (Stau). Dann sind Pufferräume in Anschlussbereichen nötig um darin die unvermeidbaren Staus zu konzentrieren. Dabei kann es mangels Alternativen nötig werden, Standstreifen umzunutzen, um die Stauräume der Ein- und Ausfahrten zu vergrössern.

Weiterreichend ist die Umnutzung der Standstreifen, um die Leistung zu erhöhen, um so Staus mit ihrem Gefahrenpotential zu vermeiden. Dies macht eine Reduktion der zulässigen Höchstgeschwindigkeit und möglicherweise ein Lastwagenüberholverbot nötig. Zudem sind Nothaltebuchten anzuordnen, wobei auch den Anforderungen des Unterhalts Rechnung zu tragen ist. Bei tieferen Höchstgeschwindigkeiten (z.B. 80 km/h) sinken die minimalen Trassierungselemente wie horizontale und vertikale Radien auf weniger als die Hälfte gegenüber herkömmlichen Autobahnen. Eine grundlegend flexiblere Trassierung wird möglich.

Wenn bei noch engerer Verzahnung mit dem lokalen Strassennetz selbst dieser Standard nicht möglich oder nicht zweckmässig ist, so kommt der Standard einer Autostrasse zur Anwendung. Dabei kann u.a. die Möglichkeit genutzt werden, Anschlussknoten mit Lichtsignalanlagen zu steuern und damit sehr eng in die städtische Verkehrssteuerung einzubinden. Bei einer Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h können die Minimalmasse für Radien gegenüber 80 km/h nochmals auf einen Drittel zurückgenommen werden.

Résumé

Les autoroutes et routes principales dans les agglomérations font partie du réseau routier d'agglomération qui est surchargé aux heures de pointe. Les augmentations de la capacité routière conduisent surtout à un report du trafic individuel sur d'autres itinéraires et à d'autres moments, ainsi qu'à un usage plus important de la voiture à la place des transports publics. Les embouteillages (qui incluent le trafic roulant au ralenti) ne peuvent donc pas être résolus par une hausse de la capacité routière. En effet, après une courte période où la durée des embouteillages est plus courte, l'expérience montre que les conditions de trafic qui prévalaient avant l'augmentation de capacité routière sont rapidement à nouveau atteintes.

En prenant en compte ces conditions générales, les tâches des routes à grand débit dans les agglomérations sont les suivantes : elles doivent concentrer le trafic, de manière à ce que le réseau routier local puisse être utilisé de manière adaptée au milieu urbain. Pour ceci, les durées des trajets sur les autoroutes dans les agglomérations doivent être plus courtes que sur les routes parallèles du réseau routier local. En fonction des conditions locales, des vitesses maximales autorisées de 50 km/h jusqu'à 80 km/h sont suffisantes. Les performances et la sécurité doivent primer sur la vitesse.

Lorsque les embouteillages sur le réseau routier des agglomérations (routes à grand débit et routes principales) sont inévitables, un concept d'exploitation général doit veiller à ce que le milieu urbain soit aussi peu touché que possible. La circulation des transports publics ne doit pas être entravée et les flux de trafic individuel qui ne sont pas en relation avec les embouteillages doivent être ménagés. La question se pose donc de savoir comment traiter les embouteillages. Les jonctions autoroutières sont particulièrement menacées par les embouteillages. Souvent, le réseau routier local ne peut pas maîtriser le trafic provenant de l'autoroute ou alors, c'est le flux ininterrompu de trafic en provenance du réseau routier local qui provoque une surcharge (embouteillage) sur l'autoroute. Des zones « tampons » au niveau des jonctions autoroutières sont ainsi nécessaires afin d'y concentrer les embouteillages inévitables. En cas de manque d'alternatives, l'utilisation des bandes d'arrêt d'urgence peut devenir indispensable pour agrandir les zones d'embouteillages aux entrées et sorties d'autoroute.

L'utilisation des bandes d'arrêt d'urgence permet d'augmenter les performances et de réduire les dangers potentiels des embouteillages. Une réduction de la vitesse maximale autorisée et, éventuellement, une interdiction de dépasser pour les poids-lourds sont nécessaires. En outre, des arrêts d'urgence doivent être réservés. Il faut aussi prévoir de la place pour les mesures d'entretien de l'autoroute. Avec des vitesses maximales autorisées plus basses (par exemple 80 km/h), les éléments du tracé minimaux, comme les rayons horizon-

taux et verticaux, sont réduits à moins de la moitié si l'on compare avec les autoroutes habituelles. Un tracé plus flexible est ainsi rendu possible.

Lorsque l'intrication de l'autoroute avec le réseau routier local est encore plus importante et que de tels standards ne sont pas possibles ou ne sont pas appropriés, la semi-autoroute devient une option possible. Les possibilités citées plus haut peuvent être appliquées, les jonctions peuvent être régulées par des feux et être ainsi incorporées de manière étroite dans la régulation du trafic urbain. Avec une vitesse maximale autorisée de 50 km/h, les rayons minimaux peuvent encore être réduits d'un tiers par rapport aux rayons nécessaires à 80 km/h.

Summary

Suburban motorways are part of the local road network and are therefore congested during peak-hours. Increasing road capacity causes traffic to shift to new routes and times of day. Increased road capacity also leads to increased use of the automobile instead of public transport. Therefore, the problem of congestion (including slow-moving traffic) is not resolved by increasing road capacity. Experience shows, that even when new roads initially reduce congestion-time, a short time later, the former levels of congestion are reached.

In light of these facts, we conclude that the purpose of suburban motorways is to channel traffic in order for the local road-network to function smoothly, optimised for local needs, keeping the negative aspects of road traffic such as noise, air pollution, and accidents away from residential areas. Therefore the travel time between two points must be shorter by way of the suburban motorway than by travelling over the local road network. Depending on local conditions speed-limits between 50 and 80 km / h may be enough. Overall road-capacity and safety have priority over higher speed.

When congestion on the suburban road network (motorways and other arterial roadways) is unavoidable, it is necessary to see that a common traffic regulatory system be established. Through coordinated efforts residential neighbourhoods, public transit, and traffic flow outside the congestion area, should be protected from the negative impacts of congestion. The question arises: how to deal with the congestion issue.

Motorway access and exit ramps are especially prone to congestion. Often the local road network cannot accommodate the additional traffic coming from the motorways; or the incessant traffic flow from the local network causes congestion on the motorway. In order to limit the unavoidable congestion on the motorway access ramps, we need buffer areas in the immediate vicinity of the ramps to contain it. It can be necessary in these cases, for lack of a better alternative, to employ the use of the emergency lanes as a way to enlarge access ramp space.

A more far-reaching measure is to entirely incorporate the emergency lane into the traffic scheme in order to avoid congestion and its accompanying dangers. This requires a reduction of the speed limit and may also require a ban on overtaking for lorries. Additionally, emergency stopping areas must be specified, taking into account the maintenance required. With speed-limits lowered to 80 km/h the minimum dimensions for the road layout such as horizontal or vertical radii can be reduced to less than half of those used for a standard motorway. A more flexible layout is possible.

When a denser intertwining with the local road-network renders even this standard impossible or not useful, then the standard of an urban main road comes into use. Here it is possible to regulate the in-

terchange with a traffic light and thus coordinate the timing closely with the overall urban traffic regulation system. At a maximum speed limit of 50 km/h the minimal radial roadway dimensions can again be reduced by one third compared to those for 80 km/h.

1. Einleitung

1.1 Aufgabenstellung

Strassennetze in städtischen Agglomerationen sind während den Verkehrsspitzen überlastet. Das Bemühen der Verkehrsteilnehmer, ihre Fahrten zu optimieren, führt zu einer netzweiten, gleichmässigen Auslastung des Strassennetzes mit engen Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Netzteilen und Strassen. Darin eingebunden und davon betroffen sind auch die Autobahnen. Damit wird auf der konzeptionellen Ebene die ursprüngliche Aufgabenzuweisung, nach der die Autobahnen den grossräumigen Verkehr durchleiten sollen, in Frage gestellt.

Auf der verkehrtechnischen Ebene ergeben sich daraus Fragestellungen in den Bereichen Sicherheit, Lenkung und Steuerung sowie Dimensionierung.

Die Sicherheitsprobleme betreffen vor allem den Übergang vom freien Verkehrsfluss ausserhalb der Agglomerationen zu den Überlastungen und Staus innerhalb der Agglomerationen.

Steuerung und Lenkung auf städtischen Strassen und auf Autobahnen unterscheiden sich grundsätzlich. Der weitgehende Kontrolle des Verkehrsflusses auf Stadt- und Agglomerationsstrassen durch Lichtsignalanlagen findet beim Übergang zu den Autobahnen keine Fortsetzung. Die Folgen sind sowohl für die Autobahnen wie für das Stadt- und Agglomerationsstrassennetz inakzeptabel.

Die Trassierungsvorgaben für die Autobahnen sind auf das Durchleiten und auf grosse Distanzen und damit u.a. auf hohe Geschwindigkeiten ausgelegt. Die Anforderungen bei Autobahnen in städtischen Agglomerationen sind anders. Mit auf städtische Verhältnisse zugeschnittenen Vorgaben könnte eine grössere Effizienz erreicht werden (Einsparungen und /oder grössere Nutzen). Einzelne Stichworte sind: Projektierungsgeschwindigkeit, Fahrstreifenbreiten, Mittelstreifen, Standstreifen / Pannen- und Nothilferegelung, Zulassung anderer Fahrzeuge.

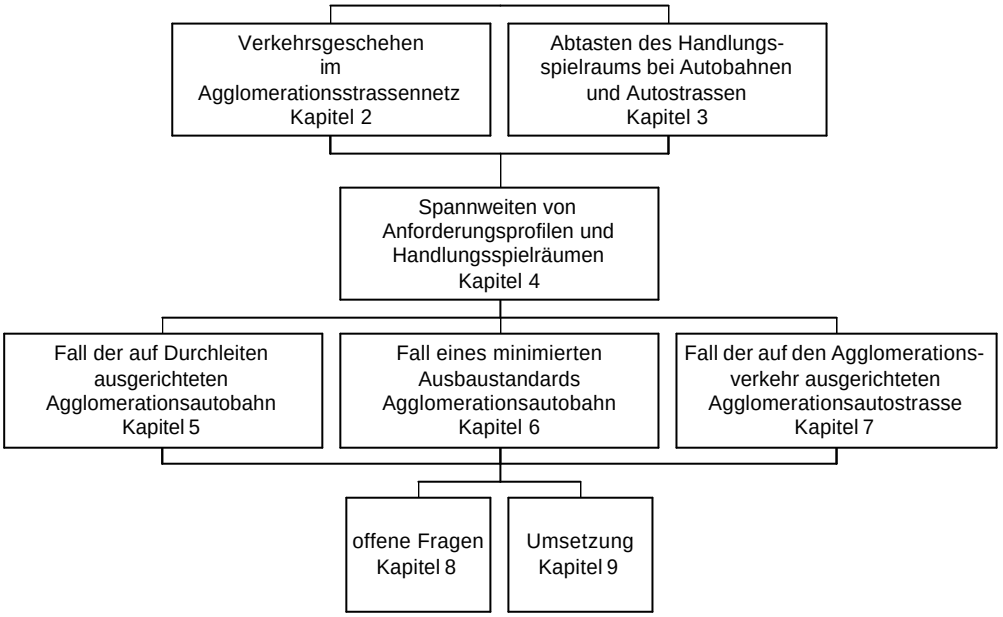
Es wird nicht betrachtet, wem die Strasse gehört (National- oder Kantonsstrasse). Planungsrechtliche und politische Fragen bleiben damit ausgeklammert. Auch wird nicht untersucht, in wie weit Anpassungen beim Strassenverkehrsgesetz oder bei anderen Erlassen nötig werden.

Ziel muss es sein, bei gegebenen Ressourcen (Fläche, Geld) einen möglichst grossen Nutzen (Leistungsfähigkeit) zu erzielen und dabei den Sicherheitserfordernissen zu genügen. Der optimalen Nutzung der Flächen kommt in Agglomerationen besondere Bedeutung zu, da sie oft nicht ausgedehnt werden können und mit flexibleren Vorgaben andere, bessere Lösungen gefunden werden können.

1.2 Vorgehen

Hochleistungsstrassen in städtischen Agglomerationen sind zugleich Teil des Hochleistungs- und des Agglomerationsstrassennetzes. Hochleistungsstrassen sind insbesondere in der Form der Nationalstrassen 1. und 2. Klasse durch Bundesvorschriften und VSS-Normen definiert, und sie sind darauf basierend geplant und realisiert worden. Die Kenntnis darüber wird vorausgesetzt, und sie werden als Referenzstandard verwendet. Das Agglomerationsstrassennetz dagegen ist gewachsen und steht in enger Wechselwirkung zum öffentlichen Verkehr, welcher neben dem Motorfahrzeugverkehr das Verkehrsgeschehen mitbestimmt. Dieses Verkehrsgeschehen wird in einem ersten Arbeitsschritt untersucht, insbesondere dahingehend, wie es auf innerstädtische Hochleistungsstrassen wirkt (Kapitel 2).

Figur 1
Vorgehen und Berichtsaufbau



Im Kapitel 3 wird abgetastet, in wie weit und unter welchen Bedingungen Trassierungsparameter zurückgenommen werden können um eine grössere Flexibilität beim Entwurf und der Umgestaltung von Hochleistungsstrassen in Agglomerationsräumen zu ermöglichen.

Vor diesem Hintergrund wird dann im Kapitel 4 die Spannweite von Anforderungsprofilen städtischer Hochleistungsstrassen behandelt. Drei typische Beispiele werden in den anschliessenden Kapitel 5 bis 7 vertieft. Die beiden abschliessenden Kapitel 8 und 9 befassen sich mit den offenen Fragen und der Umsetzung.

Dieses einfache Ablaufschema soll nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Arbeit geprägt war von einem iterativen sich Herantasten und Vertiefen.

Wesentliche Impulse gingen dabei von der Begleitgruppe aus, wofür ihr an dieser Stelle sehr gedankt sei.

Grosser Bedeutung hatte die parallele Bearbeitung des SVI-Forschungsauftrags „Verkehrsdosierungsanlagen, Strategien und Dimensionierungsgrundsätze“. Die beiden Forschungsarbeiten sind beide geprägt von den Überlastungen im Agglomerationsstrassennetz und finden eine grundlegende Überschneidung bei der Dosierung von Autobahnein- und Ausfahrten.

Über weite Teile handelt es sich bei dieser Forschungsarbeit um Erklärungsversuche für Erscheinungen im Verkehrsgeschehen in städtischen Agglomerationen und um daraus abgeleitete Folgerungen für Planung, Projektierung und Betrieb. Erklärungsversuche und darauf aufbauende Folgerungen haben den Charakter von Thesen, die wohl begründet werden, die sich aber nur schwer beweisen lassen und sich vielmehr in der Praxis bestätigen und bewähren müssen.

1.3 Begriffe

Agglomeration
Unschärfe
HLS

Durch den Forschungstitel erhalten zwei Begriffe eine zentrale Bedeutung:
Autobahn und (städtische) Agglomeration

Die Signalisationsverordnung (SSV) unterscheidet Autobahnen und Autostrassen. Als Überbegriff wird der Hochleistungsstrasse (HLS) verwendet. Ihnen gemeinsam ist, dass sie nur von Motorfahrzeugen benutzt werden dürfen. Weiterreichende Angaben und die Abgrenzung zum restlichen Strassennetz (Gemischtverkehrsstrassen) finden sich im Nationalstrassengesetz.

Figur 2
Gliederung der Hochleistungsstrassen auf Bundesebene

Strassentyp	Anforderungen nach Nationalstrassengesetz
Nationalstrasse 1. Klasse[1] Signalisiert als Autobahn Gesetzliche Höchstgeschwindigkeit: 120 km/h	• Benutzung ausschliesslich durch Mfz • Zugang nur an besonderen Anschlussstellen • Richtungsgetrennte Fahrbahnen; werden nicht höhengleich gekreuzt
Nationalstrasse 2. Klasse[2] Signalisiert als Autostrasse Gesetzliche Höchstgeschwindigkeit: 120 km/h	• Benutzung ausschliesslich durch Mfz • Zugang nur an besonderen Anschlussstellen • Fahrbahnen werden ausnahmsweise höhengleich gekreuzt
Nationalstrasse 3. Klasse[3] Gemischtverkehrsstrasse Gesetzliche Höchstgeschwindigkeit: 80 km/h	• Stehen auch anderen Strassenbenützern offen • Zugang ausserhalb von Kreuzungen nur sehr eingeschränkt • Im Normalfall höhengleiche Kreuzungen

Diese Typisierung dient im Folgenden als Referenzsystem. Bedeutsam ist dabei auch die Richtlinie „Normalprofile, Rastplätze und Raststätten der Nationalstrassen“ des ASTRA vom 1.1.2002, welche u.a. Normalprofile (Standardprofile und reduzierte Profile) festlegt.

Die Autobahnen und Autostrassen wurden geplant und gebaut als Verbindungen zwischen den Agglomerationen und auch als Umfahrungen von Agglomerationen. Nur ausnahmsweise führten sie in sie hinein oder durch sie hindurch. In der Zwischenzeit sind sie zu ei-

1 Nationalstrassengesetz (NSG), Art 2: „Nationalstrassen erster Klasse sind ausschliesslich für die Benutzung mit Motorfahrzeugen bestimmt und nur an besonderen Anschlussstellen zugänglich. Sie weisen für beide Richtungen getrennte Fahrbahnen auf und werden nicht höhengleich gekreuzt.“

2 NSG, Art 3: „Nationalstrassen zweiter Klasse sind die übrigen, ausschliesslich dem Verkehr der Motorfahrzeuge offenen Nationalstrassen. Die nur an besonderen Anschlussstellen zugänglich sind. Sie werden in der Regel nicht höhengleich gekreuzt.“

3 NSG, Art 4.1: „Nationalstrassen dritter Klasse stehen auch anderen Strassenbenützern offen. Wo die Verhältnisse es gestatten, sind Ortsdurchfahrten und höhengleiche Kreuzungen zu vermeiden.“

nem Teil des Agglomerationsstrassennetz mit seinen regelmässigen Überlastungen geworden.

Mit **Agglomerationsautobahnen** und **Agglomerationsautostrassen** werden nachfolgend Abschnitte von Hochleistungsstrassen bezeichnet, welche sich räumlich gesehen in Agglomerationen befinden und deren Verkehrsablauf geprägt ist durch Wechselwirkungen mit dem meist flächenhaft überlasteten Strassennetz der Agglomerationen. Zu den Wechselwirkungen sind insbesondere Steuerung und Staugeschehen in den Anschlussbereichen zu zählen. Mit Agglomerationsautobahnen und Agglomerationsautostrassen werden somit nicht neue Strassentypen im Sinne einer Norm definiert, sondern die Lage im Umfeld überlasteter, städtischer Strassennetze beschrieben.

Der Begriff der **Agglomeration** wird im vorliegenden Zusammenhang enger verstanden, als dies auf Grund der Volkszählungen vom Bundesamt für Statistik vorgenommene wird. Als Agglomeration wird jenes Gebiet von Städten und ihrem Umland verstanden, welches von regelmässigen (werktäglichen) flächenhaften Überlastungen des Strassennetzes betroffen ist. Dieses Gebiet ist normalerweise deutlich kleiner als die vom Bundesamt für Statistik definierten Agglomerationen.

1.4 Abgrenzung

Mit den Begriffen der Agglomerationsautobahnen und -autostrassen ist eine weitreichende thematische Abgrenzung vorgenommen. Ausgeklammert werden in der Folge alle Strassen die nicht Hochleistungsstrassencharakter haben und dann aber auch alle Hochleistungsstrassen ausserhalb von städtischen Agglomerationen. Untersuchungsthema sind somit Hochleistungsstrassen von denen erwartet werden muss, dass sie ohne gezielte Massnahmen überlastet werden. Neben der Überlastung sind für städtische Verhältnisse auch die beschränkten Möglichkeiten bei der Trassierung charakteristisch und die enge Verzahnung mit dem lokalen Strassennetz.

Verkehrstelematik

Die Verkehrstelematik gewinnt zunehmend an Bedeutung. Eine Behandlung dieses Themas würde aber für die vorliegende Arbeit erfordern, dass man sich umfassend mit der Telematik sowohl des Hochleistungstrassennetzes wie auch der städtischen Strassennetze befassen müsste. Dies würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

Planungsrecht
Politik

Es wird auftragsgemäss nicht beachtet, wem die Strasse gehört (National- oder Kantonsstrasse). Planungsrechtliche und politische Fragen blieben damit ausgeklammert. Auch wurde nicht untersucht, in wie weit Anpassungen beim Strassenverkehrsgesetz oder bei anderen Erlassen nötig werden.

Siedlungsplanung
Raumplanung

Ausgeklammert bleibt auch der Fragenkomplex, wie siedlungs- und raumplanerisch auf den an die Hochleistungsstrassen anschliessenden Arealen reagiert werden soll.

2. Verkehrsgeschehen im Agglomerationsstrassennetz

Das Kapitel befasst sich mit dem Verkehrsgeschehen auf dem Agglomerationsstrassennetz. Autobahnen und Autostrassen, welche in Agglomerationen hinein oder durch sie hindurchführen, sind sowohl Teil Autobahnnetzes (Nationalstrassennetzes) wie auch des Agglomerationsstrassennetzes. Das Verkehrsgeschehen in der Agglomeration beeinflusst sowohl das Verkehrsgeschehen auf diesen Hochleistungsstrassen wie auch die Ansprüche an sie.

2.1 Überlastung der Strassen vor dem Hintergrund des Wahlverhaltens der Verkehrsteilnehmer

Das Verkehrsgeschehen auf dem Agglomerationsstrassennetz wird wesentlich mitgeprägt durch die Überlastungen an vielen Stellen des Strassennetzes während den Verkehrsspitzen. Aus verkehrstechnischer Sicht führen Überlastungen zu Staus. Wachsen sie an, so muss mit verkehrstechnischen Mitteln sichergestellt werden, dass das Verkehrsystem trotzdem funktioniert.

Für die Verkehrsteilnehmer bedeuten die Überlastungen Zeitverluste, welchen sie zum Teil auszuweichen suchen. Dies wiederum verändert die Verkehrsflüsse im Verkehrsnetz und damit die Voraussetzungen für die verkehrstechnischen und auch die verkehrsplanerischen Lösungen. In diesem Kapitel wird ein Erklärungsversuch für diese Wechselwirkungen entwickelt.

Ausgehend von den gegebenen topografischen Verhältnissen bedingen sich die Entwicklung der Siedlung und der Verkehrsinfrastruktur gegenseitig. Dies begann mit den Stadtentwicklungen insbesondere an Flussübergängen und bei Häfen und es findet heute seinen Niederschlag bei Fachmärkten und Verteilzentren sowie Wohnschlafsiedlungen nahe bei Autobahnanschlüssen in früher ländlichen Gebieten. Diese durch die Autobahnen selbst mit verursachten Siedlungsentwicklungen haben dazugeführt, das die einst abseits der Siedlungen gebauten Autobahnen nun zu einem Teil des Agglomerationsstrassennetzes mit städtisch geprägtem Verkehr geworden sind.

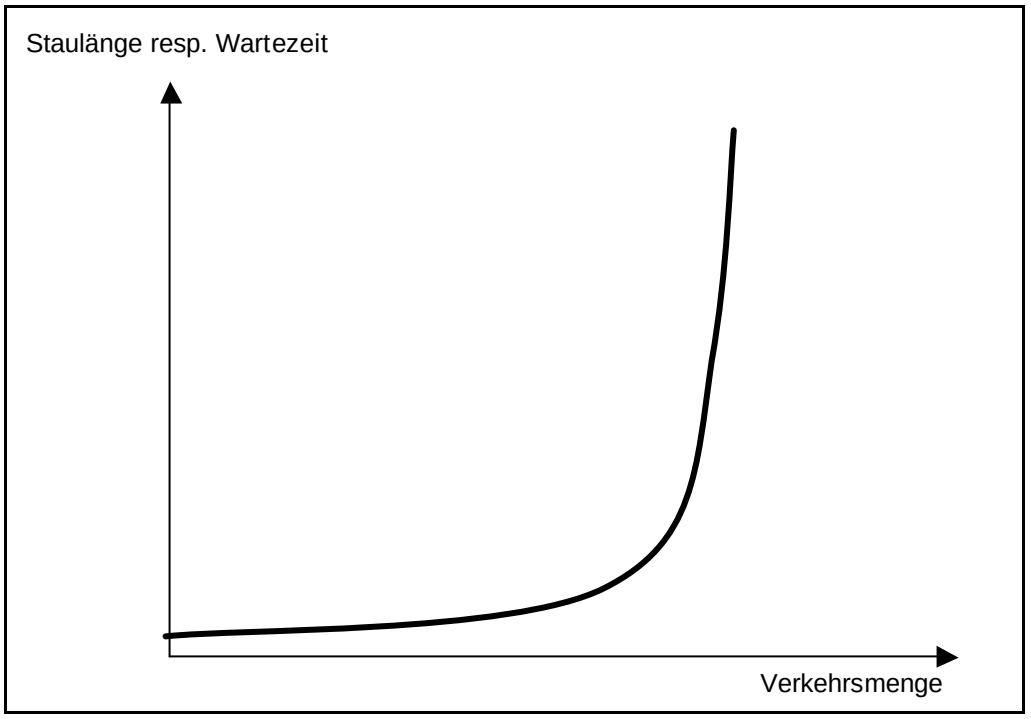
Ein Merkmal des städtischen Individualverkehrs ist der Nachfrageüberhang, verstanden als Potential von Verkehrsteilnehmenden, welche eine Strasse zu einem bestimmten Zeitpunkt zusätzlich befahren würden, wenn die nötige Kapazität vorhanden wäre. Dieser Nachfrageüberhang ist im Zentrum sehr ausgeprägt und schwächt sich mit zunehmender Entfernung ab. Er äussert sich als Staus[4]

[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. VSS-Norm 640 017a)

und Parkplatzverknappung, auch durch grosse Regelungsdichte und tiefe Geschwindigkeiten. Wegen den Überlastungen muss die Steuerung technisch auf den Spitzenverkehr ausgerichtet werden.

Bei Staulängen ist zu berücksichtigen, dass sie extrem stark reagieren auf geringfügige Änderungen der Nachfrage. Wie die nachfolgende Abbildung in Anlehnung an die einschlägigen VSS-Normen zeigt, steigen Zeitbedarf und Staulängen beim Erreichen der Leistungsgrenze extrem stark an.

Figur 3
Stark ansteigende Wartezeiten und Staulängen beim Erreichen der Leistungsgrenze an Lichtsignalanlagen



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

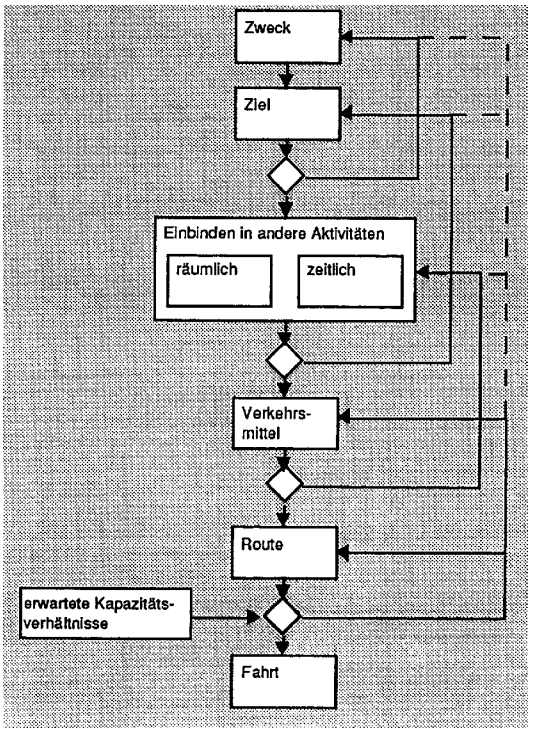
Überlastungen äussern sich also in Verlustzeiten und Staulängen, welche beide extrem anwachsen, wenn die Nachfrage auch nur geringfügig weiter zunimmt. Entsprechend gross ist der Druck zu reagieren. Die Verkehrsteilnehmer reagieren dadurch, dass sie die Entscheide zur Fahrt anders treffen (andere Route, anderer Zeitpunkt etc. ; siehe weiter unten.)
Oft muss auch der Betreiber der Strassenanlage reagieren, um nötigenfalls zu vermeiden, dass sich der Stau in kritische Bereiche hinein ausdehnt und so zu Gefährdungen, weiteren Leistungsverlusten etc. führt. Die Aufgabe der Betreiber wird dadurch erschwert, dass es in der Planung oder vor Änderungen sehr schwierig ist, die Nachfrage, die Leistungsfähigkeit sowie ein allfälliges Reagieren der Verkehrsteilnehmer genau genug abzuschätzen. (Ein geringfügiges Verändern der Nachfrage (Verschieben auf der Horizontalen in Figur 3) führt dazu, dass sich der Zeitbedarf und die Staulänge sehr stark verändern.)

Entscheidungsfindung in Kenntnis der Staus

Zurück zu den Verkehrsteilnehmern. Die Entscheide, welche die Fahrten bestimmen[5], werden von ihnen offenkundig 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 ändern sich die Voraussetzungen für die Fahrtentscheide und ein Teil der Verkehrsteilnehmer werden sie anders fällen. Die Reaktionen reichen von kurzfristigen und spontanen Routenänderungen aufgrund 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:

Figur 4
Entscheidungsfindung bei Fahrten



Quelle:
W. Berg
Äussere Grenzen der Mobilität
VSS – Forschungsauftrag 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 wählen
- Andere Aktivität

Ein Teil der Verkehrsteilnehmer wird diese Alternativen nutzen.

Aus diesen komplexen Abhängigkeiten werden vier besonders wichtige Mechanismen nachfolgend behandelt:

- Die Entscheidungsfindungen zur Routenwahl, welche dazu führen, dass die verschiedenen Teile des Strassennetzes gleichmässig überlastet sind.
- Die Wahl des Zeitpunkts einer Fahrt, welche die staubedingten Verlustzeiten berücksichtigt und bei zunehmender Überlastung zu einer breiteren Verkehrsspitze führt.
- Die Verkehrsmittelwahl, die unter einem starken Nachfrageüberhang beim Individualverkehr zustande kommt und damit Staus unvermeidbar macht.

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

- Standortentscheide als Form der „Zielwahl“, die sich in der Siedlungsentwicklung niederschlagen und dann wieder die Nachfrage bestimmen.

Fluktuationen auf dem Arbeits- und Wohnmarkt schaffen immer wieder neue Entscheidungssituationen

Gerade bei dem in den Verkehrsspitzen dominierenden Pendlerverkehr spielen Gewohnheiten eine grosse Rolle. Wenn einmal Arbeitszeiten festgelegt und die Verkehrsmittelwahl getroffen sind, so braucht es einen starken Anstoss, damit solche Gewohnheiten geändert werden. Von daher stammen Zweifel an der Wirksamkeit von Angebotsänderungen auf das Wahlverhalten der Verkehrsteilnehmer. Dabei werden Fluktuationen auf dem Arbeits- und Wohnmarkt leicht übersehen. Bei einem Wechsel des Arbeitsplatzes oder der Wohnung muss der Arbeitsweg gefunden werden und es ergeben sich neue Aktivitätsketten. In diesem Moment ergeben sich jeweils Entscheidungssituationen mit langanhaltender Wirkung. (In dieser Situation kommt der Information grosse Bedeutung zu.[6])

Beim Einkaufs- und erst recht beim Freizeitverkehr sind auf der einen Seite die Abläufe weniger gewohnheitsmässig und die Kenntnisse über die zu erwartenden Verkehrsverhältnisse geringer, auf der anderen Seite die Reaktionsmöglichkeiten grösser.

2.1.1 Die Entscheidungsfindung zur Routenwahl

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 Fortkommen 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. (Navigationssysteme, welche den aktuellen Strassenzustand berücksichtigen, unterstützen den Dominoeffekt.)

---

6 Ein Demonstrationsprojekt zur Information von Neuzuzüger wurde im Rahmen des NFP 41 in Zürich, Dietikon und Dübendorf durchgeführt: siehe Flamm u.a. [1999]

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. Er hat räumlich und funktional die Umfahrungsautobahnen erreicht.

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 möglicherweise unerwünschten Verkehrsverlagerungen. Dieser Effekt ist bei der Bewirtschaftung von Autobahn zu berücksichtigen und mit geeigneten Massnahmen abzufedern.

> Staus führen zu einer gleichmässigeren Auslastung des Strassennetzes.

2.1.2 Die Wahl des Zeitpunkts von Fahrten

Staus wird auch zeitlich ausgewichen. Dies führt zu einer zunehmenden Verbreiterung der Verkehrsspitzen und damit zu einer Steigerung des bewältigten Verkehrsvolumens. Ohne Kapazitätsengpässe würde sich der Spitzenstundenanteil vermutlich im Bereich von 10% bis 10,5% bewegen. Im Bereich der Agglomerationen liegt er meist zwischen 8% und 9% und in Extremfällen auch unter 7% (Pont du Mont Blanc in Genf) [7]. Der durch das zeitliche Ausweichen aufgefangene Nachfrageüberhang auf dem gesamten Strassennetz einer Agglomeration könnte sich demnach für die Spitzenstunde leicht in einer Grössenordnung von 20% bis 25% des gesamten Verkehrsvolumens einer Agglomeration bewegen[8], mit grossen Unterschieden zwischen Agglomerationsrand und Agglomerationszentrum. Wird die Leistungsfähigkeit des Strassennetzes einer Agglomeration gesteigert, so wird ein Teil der Verkehrsteilnehmer den Zeitpunkt ihrer Fahrt entsprechend ihren ursprünglichen Wünschen anpassen.

Die Bedeutung der durch Überlastungen erzwungenen zeitlichen Verschiebung von Fahrten wird auch aus den Überlegungen von Hansen und Westland verdeutlicht:

---

7 Ausführlicher in Berg [1993]. Seite 62ff

8 Annahme: (10% Spitzenstundenanteil ohne Kapazitätsengpässe) / (8% Spitzenstundenanteil mit Kapazitätsengpässen) = 1,25

„Auch die Anlage von 3- und 4-spurigen Richtungsfahrbahnen ist kein wirksames Mittel gegen Verkehrsstau, wie die Verkehrsverhältnisse auf amerikanischen Expressways in Ballungsgebieten zeigen. In Bosten wurde z.B. festgestellt, dass Staus bei einer täglichen Verkehrsstärke von mehr als 15'000 Fahrzeugen/Tag und Fahrspur entstehen und die Dauer um jeweils eine Stunde wächst, wenn die Verkehrsstärke um ca. 3'000 Fahrzeuge/Tag und Fahrspur zunimmt [CTPS, 1997]. Die Kapazität einer Fahrspur wird danach bei ca. 33'000 Fahrzeugen/Tag erreicht, d.h. der Stau dauert von morgens in der Frühe bis Abends.“ [9]

Unter Inkaufnahme von Staus kann also die Tageskapazität je Fahrstreifen gegenüber einem staufreien Idealzustand rund verdoppelt werden. Die damit verbundene Dauer von Staus über 16 Stunden scheint aber umgekehrt weder für die Wirtschaft tragbar noch für Pendler akzeptabel (vorher wechselt ein Teil von ihnen auf den öffentlichen Verkehr).

Umgekehrt ist die Dimensionierung auf die werktägliche Spitzenstunde an vielen Orten wegen den begrenzten Flächen nicht machbar, vermutlich nicht finanzierbar und auch nicht sinnvoll.

> Staus tragen dazu bei, dass die Verkehrsteilnehmer ihre Fahrten zeitlich staffeln.

2.1.3 Die Verkehrsmittelwahl

Als Alternative zum Auto steht der öffentliche Verkehr im Vordergrund. Andere Alternativen wie Velo und Zufussgehen haben für grosse Distanzen, wie sie im Zusammenhang mit städtischen Autobahnen relevant sind, keine Bedeutung.

Ausweichen auf öffentlichen Verkehr

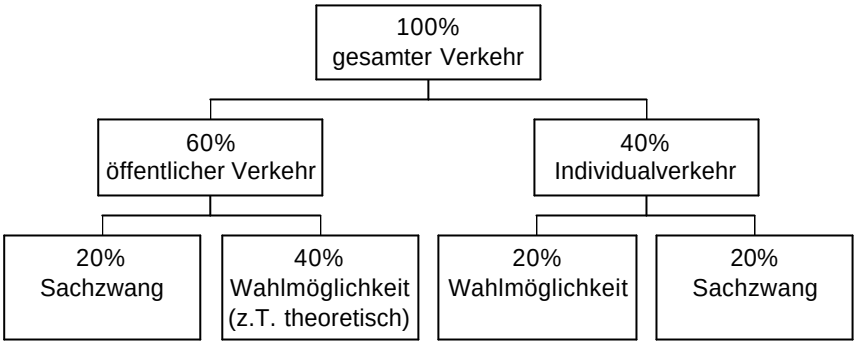
Der Nachfrageüberhang beim Individualverkehr führt offensichtlich zu einem Ausweichen auf den öffentlichen Verkehr. Je mehr Verkehrsteilnehmer auf den öV ausweichen, umso mehr muss das öV-Angebot verstärkt werden. Dies bedeutet meist eine Angebotsverdichtung und damit eine Verbesserung. Damit wird dann 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 Bezugsgebiet[10]. Nachfolgende Abbildung will am Beispiel des Zentrums von Zürich Grössenordnungen zeigen (bei der Aufteilung zwischen „Sachzwang“ und „Wahlmöglichkeit“ handelt es sich um Annahmen):

9 Hansen I. , Westland D. [1998], Seite 586 (Der Artikel geht von Erfahrungen in den Niederlanden aus.)

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

Figur 5
Modal-Split und Wahlmöglichkeit beim die Limmat querenden Verkehr im Zentrum Zürichs (Anzahl Fahrten) [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, welche 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]

Beispiel Baden

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.“* [11]

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

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). [12]

Dem Tram stehen dafür 6 Gleise zur Verfügung, dem Individualverkehr 18 Fahrbahnen. Pro „Fahrbahn“ bewältigt das Tram viereinhalb mal mehr Personen als der Individualverkehr, nämlich 2700 Personen pro Gleis gegenüber 600 Personen (500 Motorfahrzeuge) pro Fahrstreifen beim Individualverkehr.[13]

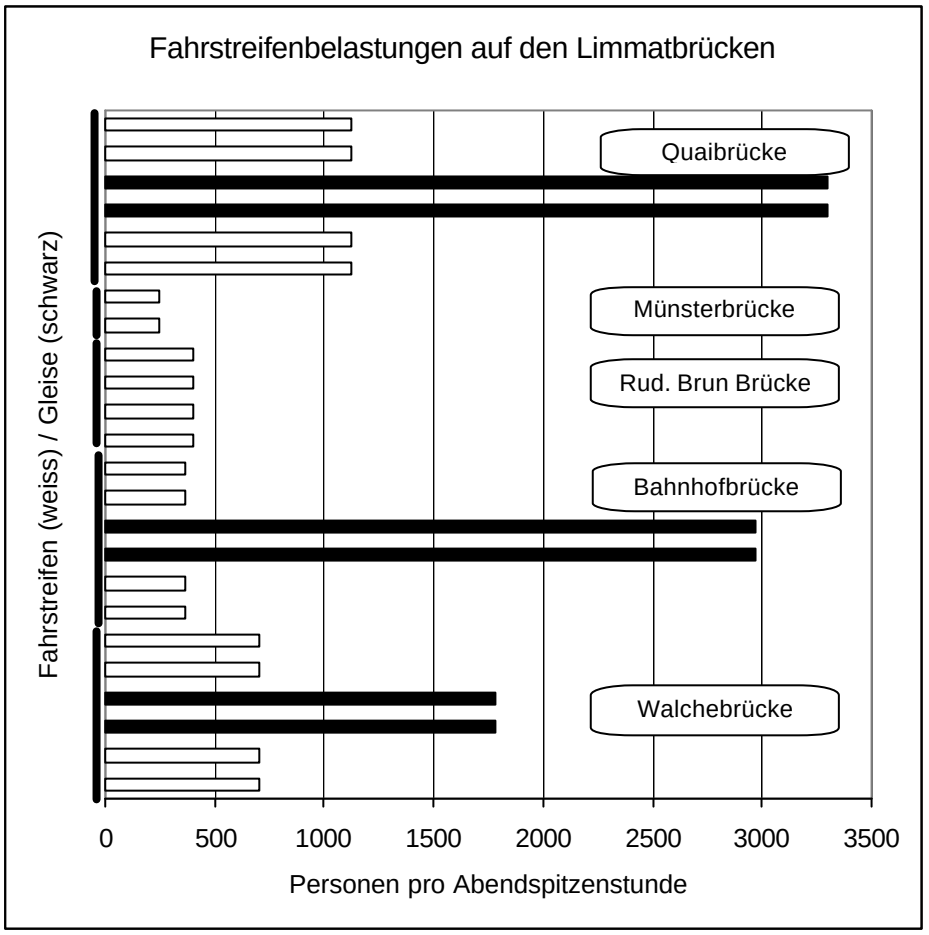
---

11 Bericht „Verkehrserhebung vom 4. Mai 1993 in Baden“ Baudepartement des Kantons Aargau, Verkehrsplanung (1993), Seite 3

12 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

13 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

Figur 6
Fahrstreifenbelastung in Personen / Abendspitzenstunde auf den Limmatbrücken in Zürich



Die Werte sind über Richtungen und Fahrstreifen je Brücke gemittelt.

Nehmen wir an, man wolle 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.[14]

Grosser Nachfrageüberhang beim MIV

Aus Figur 5, Seite 16 kann man auch folgern, dass im Zentrum von Zürich ein Nachfrageüberhang beim Individualverkehr von gegen 100% besteht[15]: Wenn beim Individualverkehr ideale Verhältnisse herrschen würden (keine Staus, genügend Parkfelder), so könnte sich dieser verdoppeln. Bei anderen Städten und mit zunehmender Entfernung ist der Nachfrageüberhang zwar kleiner, es bleibt aber ein grosses Reservoir von Verkehrsteilnehmern, 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 aufgrund der verfügbaren Ressourcen muss, so setzt dies Staus auf den relevanten

14 Rein rechnerisch fehlen dann noch drei Fahrstreifen.

15 40% öV-Benutzer mit Wahlmöglichkeit : 40% Individualverkehr

Teilen des Strassennetzes voraus. Da städtische Autobahnen einen relevanten Teil des Strassennetzes der Agglomerationen sind, sind Staus auf ihnen unvermeidbar. Die Voraussetzung, dass Automobilisten, die heute in den Staus der städtischen Autobahnen stehen auf ein erst noch zu schaffendes ergänzendes öV-Angebot umsteigen, sind die bestehenden, durch Staus verursachten Zeitverluste.

öV als Ventil

Der Sachverhalt lässt sich auch umgekehrt formulieren: Nur dank dem durch den öffentlichen Verkehr gebildeten Ventil funktioniert der Individualverkehr überhaupt noch. Der Nachfrageüberhang 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.

Paradoxon

In letzter Konsequenz führen diese Gegebenheiten zu einem Paradoxon von erheblicher Tragweite:

> Der MIV wird umso schlechter, je mehr man ihn zu Lasten des strassengebundenen öV's fördert.

Der Sachverhalt lässt sich auch umgekehrt formulieren:

> Je mehr man den öffentlichen Verkehr fördert, umso besser wird auch der Individualverkehr, selbst wenn die Verbesserungen zu Lasten des Individualverkehrs geschehen.

Dieses Paradoxon gilt für flächenhaft überlastete Strassennetze in Agglomerationen. Die Verhältnismässigkeit der Eingriffe muss gegeben sein.

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 Netzen 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 bewirken bis das ursprüngliche Qualitätsniveau, das heisst die Stauverhältnisse, wieder erreicht sind.

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

MIV-Qualitätsnivau 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.[16]

Agglomerationsautobahnen und -autostrassen sind Teile des überlasteten Strassennetzes der Agglomeration mit seinen realistischerweise nicht vermeidbaren Staus. Wenn man Staus auf diesen Hochleistungsstrassen vermeiden will, so muss man sich darüber im Klaren sein, wohin diese Staus mit welchen Massnahmen verlagert werden sollen. Solche Massnahmen beeinflussen auch die Routen- und die Zielwahl. Man muss sich Rechenschaft geben, was dies im konkreten Fall bedeutet und ob dies erwünscht ist.

2.1.4 Standortentscheide als Form der „Zielwahl“

Wenn die einzelnen Verkehrsteilnehmer mit den bisher besprochenen Alternativen keine befriedigende Lösungen finden, so wird die Zielwahl zur Diskussion gestellt: Z.B. eine besser erreichbare Einkaufsmöglichkeit, ein besser erreichbares Freizeitangebot. Ein besonders grosser Entscheidungsspielraum ergibt sich dann, wenn ohnehin ein Standortwechsel oder eine Standortwahl ansteht. Dies gilt sowohl für Privatpersonen wie für Firmen. (Ein Wohnungswechsel oder ein Domizilwechsel „nur“ wegen sich verschlechternder Verkehrsbedingungen ist aufwändig und dürfte erst in krassen Fällen ins Auge gefasst werden.)

Firmen und Privatpersonen ziehen dorthin, wo sie auch gute Verkehrsverhältnisse erwarten (neben vielen anderen Kriterien). Sind sie autoorientiert, so heisst dies tendenziell weg von den überlasteten Agglomerationszentren hin an den Agglomerationsrand, dort wo die Voraussetzungen für den Individualverkehr (noch) gut sind. Damit wird tendenziell einer Zersiedlung Vorschub geleistet.

Es sind dies auch Gebiete, die meist schlecht mit öffentlichem Verkehr erschlossen sind (vgl. Figur 7, Seite 27) und für die Verbesserungen oft schwierig und aufwändig sind.

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

Die Bewirtschaftung der Autobahnen bevorzugt gewollt oder ungewollt gewisse Relationen und benachteiligt andere. Bei einer Rampenbewirtschaftung z.B. werden die Verhältnisse jener, die schon auf der Autobahn sind gegenüber jenen, die einfahren verbessert; dies im Vergleich mit einem ungeregelten Zustand. Entsprechend wird auch die Standortgunst verändert, was erwünschte oder unerwünschte Auswirkungen auf die Siedlungsentwicklung haben kann.

Der verständliche Wunsch, den Durchgangsverkehr zu bevorzugen und so die ursprüngliche Funktion zu erhalten, bedeutet auch grosse Fahrdistanzen bevorzugen, dies auch beim Ziel- / Quellverkehr. Dies erhöht die Standortgunst am Rand der Agglomerationen und kann so die Zersiedlung fördern. Dieser Aspekt ist bei der Bewirtschaftung der städtischen Autobahnen zu berücksichtigen und mit geeigneten Massnahmen abzufedern.

2.1.5 Wahlverhalten und Gleichgewichtszustand

Das Resultat des Wahlverhaltens der Summe aller Verkehrsteilnehmer kann man auch als Gleichgewichtszustand auffassen. Dabei handelt es sich um ein indifferentes Gleichgewicht, d.h. jeder Gleichgewichtszustand in der Umgebung des ursprünglichen Gleichgewichtszustandes ist wieder ein solcher. Aber er muss sich neu einspielen und er spielt sich immer wieder neu ein, aufgrund der laufenden Änderung der Verkehrsnachfrage. Änderungen des Angebots führen genauso zu einem neuen Gleichgewichtszustand. Der Gleichgewichtszustand wird durch die Bedürfnisse und Meinungen der Summe aller Verkehrsteilnehmer gebildet.

Der Gleichgewichtszustand hängt mit dem zusammen, was die Gesamtheit der Verkehrsteilnehmer als zumutbar betrachtet. Die verschiedenen Möglichkeiten ihre Mobilitätsbedürfnisse zu befriedigen, setzen sich aus unterschiedlichen Widerständen zusammen. Beim öffentlichen Verkehr sind es zum Beispiel Wartezeiten, Umsteigen, Gedränge usw. , beim Individualverkehr Staus, Parkplatzsuche etc. In einem Gebiet haben verschiedene Verkehrsangebote (öV, MIV mit unterschiedlichen Routen) jedoch einen ähnlichen Gesamtwiderstand. Dieser Gesamtwiderstand entspricht der Zumutbarkeitsschwelle (auch Toleranzschwelle). Auch wenn man am Verkehrsnetz wesentliche Änderungen vornimmt, so wird sich das, was die Verkehrsteilnehmer als zumutbar erleben, kaum wesentlich ändern. Zusätzliche Strassen werden an dieser Zumutbarkeitsschwelle wenig ändern, genauso wenig wie allfällige Sperrungen.

> Es ist daher zu vermuten, dass auf Netzergänzungen sich ähnliche Widerstände bilden müssen, wie sie auf dem bestehenden Strassennetz schon bestehen. Die naheliegende Form von Widerständen sind Staus. In der Folge ist vorauszusehen, dass sich bei Netzergänzungen während den Verkehrsspitzen umso grössere Staus bilden, je grösser die möglichen Zeitgewinne ohne Behinderungen wären.

2.2 Siedlungs- und Netzentwicklung

Siedlung und Verkehrsnetz sind in gegenseitiger Wechselwirkung entstanden. Diese Wechselwirkung wird sich auch in Zukunft fortsetzen und dabei auch die städtischen Autobahnen einem ständigen Wandel aussetzen. Dabei zeichnen sich immer wieder gleichgerichtete Entwicklungen ab:

- Aus Tangentialen, welche an den Stadtzentren vorbei geführt wurden, sind Radialen geworden welche in die Agglomerationen hinein führen.

und

- Strassen, welche ausserhalb der Siedlungen für das Durchleiten von Verlehr gebaut waren, wurden mehr und mehr für das Erschliessen der umliegenden Flächen beansprucht.

Ursprünglich führten Radialen ins Stadtzentrum. Mit dem Wachstum der Siedlung und des Durchgangsverkehrs entstehen Konflikte zwischen Siedlung und Verkehr. Das bisherige Strassennetz genügt nicht mehr und wird durch Tangentialen ergänzt. An diese Tangentialen entwickelt sich die Siedlung weiter. Die ursprünglich als Umfahrungen gedachten Tangentialen werden mehr und mehr für die Erschliessung der umliegenden, neu überbauten Areale herangezogen, wodurch sich Funktion und Charakter ändern. Der Wandlungsprozess setzt sich fort.

Fünfzig Jahre nach ihrer Planung werden die Autobahnen von dieser Entwicklung eingeholt. Sie genügen nicht mehr unter den Gesichtspunkten

- Leistungsfähigkeit
- Erschliessungsfunktion (Ruf nach zusätzlichen Anschlüssen)
- Verträglichkeit für Anwohner (Umweltschutzmassnahmen)

Der Gürtel, in dem die tangentialen Autobahnen liegen, befindet sich aber auch hinsichtlich des öffentlichen Verkehrs im Umbruch. Genauso offenkundig wie die Überlegenheit des öffentlichen Verkehrs in den Stadtzentren hinsichtlich Leistungsfähigkeit, ist die Überlegenheit des Individualverkehrs am Agglomerationsrand hinsichtlich Komfort (die Leistungsfähigkeit spielt dort eine geringe Rolle). Je weiter man sich vom Stadtzentrum entfernt, umso geringer ist der öV-Anteil. Als Folge davon nimmt die Angebotsdichte und damit die Qualität des öV's ab. Der Sachzwang zur Benutzung des Autos nimmt zu, die Bereitschaft, den öffentlichen Verkehr zu benutzen nimmt ab.

Ausserhalb der Agglomeration bestehen für den Individualverkehr kaum Leistungsprobleme und der öV weist nur ein Minimalangebot auf, welches auch nur von jenen akzeptiert wird, welche keine andere Wahl haben. Diese Randlagen der Agglomerationen sind aber bevorzugte Wohnlagen für Pendler in die Agglomeration.

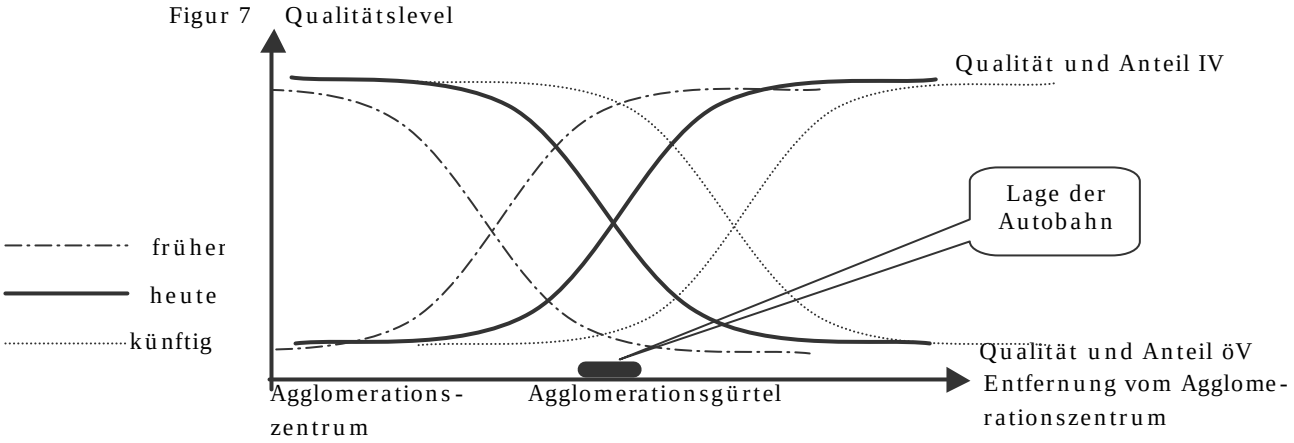
Umwälzungen im Agglomerationsgürtel

Zwischen den Agglomerationskernen und dem ländlichen Raum liegt der Agglomerationsgürtel, in dem sich der Verstädterungsprozess abspielt. Er ist geprägt durch:

- Eine starke Siedlungsentwicklung, die abhängig von den Konjunkturzyklen schubweise erfolgt und daher nur sehr schwer vorhersehbar ist bezüglich dem Zeitpunkt der Realisierungen und den konkreten Nutzungen, welche ihrerseits die daraus resultierende Verkehrserzeugungen bestimmen. (Je nach konkreter Nutzung kann die Verkehrserzeugung eines Areals um Zehnerpotenzen variieren.)
- Eine Verkehrsinfrastruktur, die auf eine viel geringere Nachfrage ausgerichtet ist und deren Steuerung oft Defizite aufweist.
- Einen öffentlichen Verkehr (Feinverteiler), der hinter der Qualität der Agglomerationskerne weit hinterher hinkt und daher nicht im erwünschten Ausmass benutzt wird. Seine Bedürfnisse hinsichtlich Steuerung und Infrastruktur sind oft kaum berücksichtigt. Gerade auch neuere Quartiere weisen oft keine öV-gerechten Strukturen auf.

In diesem extrem von Umwälzungen betroffenen Gebiet liegen also die städtischen Autobahnen; Umwälzungen, auf welche die Verkehrsinfrastruktur nur zum Teil angepasst wurde und Umwältzungen, die erst noch bevorstehen. Dies bedeutet, dass sich die neue Definition der Agglomerationsautobahnen und –autostrassen nicht ausschliesslich am Ist-Zustand orientieren darf, sondern die Weiterentwicklung der Siedlungen und die nötige Anpassung der übrigen Verkehrsinfrastruktur berücksichtigen muss.

Figur 7



Verknappung der Leistungsfähigkeit auf dem Strassennetz der Agglomeration

Die Hochleistungsstrassen im Agglomerationsgürtel geraten immer stärker in den Sog des chronischen Nachfrageüberhangs der Agglomerationskerne. Damit wird eine rein nachfrageorientierte Planung hinfällig. Die Anpassung der Autobahnen an die sich ändernden Gegebenheiten im Agglomerationsgürtel geschieht parallel und in Wechselwirkung mit anderen durch den Übergang von einer nachfrage- zu einer angebotsorientierten Planung bedingten Änderungen. Dazu gehören eine wesentlich restriktivere Parkplatzbewilligung und ein grosser Nachholbedarf beim öffentlichen Verkehr vor dem Hintergrund einer intensiven Siedlungsentwicklung.

Die Parkierungsreglemente müssen der zunehmenden Verstädterung angepasst werden, dürfen nicht mehr in gleichem Umfang Parkplätze

zulassen wie bisher. Damit aber die Parkplatzrestriktionen vertretbar sind, muss der öffentliche Verkehr auch im Strassenraum ausgebaut werden. Meist bedeutet dies Verlust an Leistungsfähigkeit an Knoten und in der Folge einen Ausbau des Strassennetzes. In diesem Raum müssen dann noch Flächen für die Dosierung der Autobahnein- und –ausfahrten bereitgestellt werden.

Kehren wir zurück auf die Autobahnen. Nationale Autobahnen im Agglomerationsgürtel sind geprägt vom Gegensatz zwischen dem Umstand, dass sie Teil des von Nachfrageüberhang und grosser Regelungsdichte geprägten städtischen Strassennetzes sind und dem Anspruch, als Teil des auf hohe Geschwindigkeiten und grossen Komfort ausgelegten Nationalstrassennetzes. Diesem Gegensatz wird ein eigener Abschnitt 2.4 gewidmet sein. Zuerst wird aber in 2.3 bei der städtischen Netzhierachie dieser Konflikt ausgeklammert. In Gedanken wird also angenommen, es gäbe eine noch weiter aussen liegende Tangente (was für Lausanne und Zürich auch schon erwogen wurde).

Auffallend ist, wie nahe Autobahnen an die Stadtzentren (Hauptbahnhof) herangeführt werden. In Zürich sind es viereinhalb Kilometer Luftlinie zur Verzweigung Aubrugg und vier zur im Bau befindlichen Verzweigung Brunau. Der neu geplante Stadttunnel mit Autobahnstandard hätte in wenigen hundert Metern Entfernung zum Hauptbahnhof einen Halbanschluss. In Basel und Bern sind es zwei Kilometer, Genf und Lausanne drei zwischen Zentrum und Autobahn. In Luzern und St. Gallen sind es siebenhundert Meter. Offensichtlich wurden in der Schweiz die Autobahnen extrem nahe an die Siedlungszentren herangebaut mit dem Resultat, dass sie in der Zwischenzeit zu einem Teil des in den Spitzenzeiten überlasteten städtischen Strassennetzes geworden sind.

Blick über die Landesgrenzen hinaus

Interessant ist in diesem Zusammenhang auch ein Vergleich über die Landesgrenze hinaus. In Stuttgart reicht der Autobahnring an der nächsten Stelle acht Kilometer ans Stadtzentrum heran. München zehn Kilometer.

Ein Weiteres fällt beim Vergleich zwischen Zürich und Stuttgart auf: Innerhalb der Autobahnumfahrung hat Stuttgart innerstädtische Hochleistungsrouten, deren Ausbaustandard deutlich unter jenen der ursprünglich als Teil des „Y2 geplanten Stichautobahnen von Zürich liegen, aber deutlich über den Hauptachsen wie Rosengartenstrasse oder Westtangente. Diese innerstädtischen Hochleistungsachsen weisen einen sehr pragmatischen, auf die kleinräumigen Gegebenheiten zugeschnittenen Ausbaustandard auf (vgl. Figur 23, Seite 64). Die Verknüpfung mit dem restlichen Strassennetz erfolgt sowohl mittels „Autobahnanschlüssen“ (Abstand 500 bis 700 Meter in der Adenauerstrasse) wie auch lichtsignalgesteuerten Knoten. Standstreifen fehlen weitgehend. Zum Teil sind diese städtischen Hochleistungsstrassen von parallelen Hauptverkehrstrassen begleitet. Diese Aspekte leiten über zur Netzhierarchie und Funktionszuweisung im nächsten Abschnitt.

2.3 Hochleistungsstrassen und Netzhierarchie in Agglomerationen; Funktionszuweisung

Strassennetze in Agglomerationen sind geprägt von einer langen Geschichte sowohl der Bauten und ihrer Nutzung wie auch des Strassennetzes selbst. Die Ansichten über die richtige Ausbildung der Strassen hat sich in dieser Zeit ständig gewandelt. In der praktischen Umsetzung wurde nach örtlichen Möglichkeiten optimiert, und es mussten Kompromisse eingegangen werden. Dazu kommen unterschiedliche lokale Rahmen- und Randbedingungen. Daraus musste sich zwangsläufig eine Inhomogenität des Strassennetzes ergeben.

Die dem Individualverkehr zugänglichen Teile des Strassennetzes werden im allgemeinen in drei Hierarchieebenen unterteilt:

- Erschliessungsorientierte Strassen (Erschliessungs- und Sammelstrassen).
- Verkehrsorientierte Strasse (Hauptverkehrsstrassen und eventuell Verbindungsstrassen).
- Hochleistungsstrassen.

Den drei städtischen Strassenkategorien kann die Kategorie einer nationalen Hochleistungsstrasse übergeordnet sein, welche die Agglomerationen umfährt oder tangiert.

Die Agglomerationen sind in der Schweiz durch die Topografie stark in Teilagglomerationen gegliedert. Die Teilagglomerationen waren ursprünglich vor allem mit dem Agglomerationszentrum verbunden, wogegen die Verkehrsbeziehungen unter einander und die entsprechenden Verbindungen nur untergeordnete Bedeutungen hatten. Vier Entwicklungen haben dies geändert und dabei gegenseitig verstärkt:

- Überproportionale Siedlungsentwicklungen der Teilagglomerationen, so dass diese Einwohnerzahlen mittlerer Städte erreichen.
- Überlastung des Strassennetzes in den Agglomerationszentren
- Bau von Tangentialverbindung, insbesondere durch Autobahnumfahrungen.
- Gesteigerte Mobilität[17] und insbesondere immer längere Pendlerdistanzen.

Die Hochleistungsstrassen in Agglomerationen sollen daher auf den jeweiligen Relationen neben dem Durchgangsverkehr und dem Ziel- / Quellverkehr auch den Verkehr zwischen den Agglomerationsteilen aufnehmen.

So gesehen ist die A1 in den Agglomerationen von Genf, Lausanne, Bern, Zürich, Winterthur und St. Gallen eine Agglomerationsautobahn. Auf die Überlagerung dieser Funktionen mit jener als nationa-

17 In der Verkehrsplanung wird der Begriff der Mobilität als Mass der Verkehrsteilnahme verwendet, wobei sich allerdings keine einheitliche Definition durchzusetzen vermochte. Das früher alleine verwendete Kriterium „Anzahl Fahrten“ wird durch weitere Grössen ergänzt. In Anlehnung an Meier (1989, Seite 14) lässt sich die Mobilität durch die Zahl aller Ortsveränderungen und das Distanzbudget, also als persönliches Verkehrsaufkommen und die Verkehrsleistung, umschreiben. Vgl. Berg [1993], Seite 2

ler Verbindungsachse wird im Abschnitt 2.4 vertieft eingegangen.

Die drei städtischen Strassenkategorien stehen in unterschiedlichem Ausmass aber auch in Konflikt zur Siedlung, insbesondere unter den Gesichtspunkten Trennwirkung und Sicherheit sowie Lärm.

Nutzungsorientierte Strassen

Bei nutzungsorientierten Strassen, welche einer Tempo 30 Zone entsprechen (allenfalls noch stärkerer Anwohnerschutz) sind diese Konflikte klein. Jedes einzelne Auto birgt aber eine Gefahrenquelle in sich. Grössere Fahrdistanzen verleiten zu schnellem Fahren. Der Verkehr aus solchen Zonen soll auf möglichst kurzem Weg auf die für den Individualverkehr besser geeigneten verkehrsorientierten Strassen geführt werden.

Verkehrsorientierte Strassen

Bei verkehrsorientierten Strassen (städtischen Hauptverkehrsstrassen) werden die verschiedenen Verkehrsteilnehmer soweit als möglich getrennt (Trottoirs, Fussgänger-, Velo-, Busstreifen). Die Konflikte hinsichtlich Trennwirkung und Sicherheit sowie Lärm sind erheblich und erfordern Kompromisse. Die Leistungsfähigkeit ist begrenzt und es ist zweckmässig, den Individualverkehr möglichst schnell auf Hochleistungsstrassen zu leiten.

Agglomerationsautobahn und autostrassen Lärm und Trennwirkung

Bei Hochleistungsstrassen in Agglomerationen verursachen Lärm und Trennwirkung sehr grosse Probleme, welche umfassende Massnahmen sowohl siedlungsplanerischer wie auch baulicher Art erfordern. Lärm und Trennwirkung wie auch die Massnahmen sind aber nur in vergleichsweise geringem Umfang vom weiter zunehmenden Verkehrsvolumen abhängig, wenn einmal das für eine städtische Hochleistungsstrasse typische Verkehrsvolumen erreicht ist. Von daher ist es sinnvoll, möglichst viel Verkehr auf diesen Hochleistungsstrassen zu bündeln. Dies kann auch eine dichte Abfolge von Anschlüssen sinnvoll machen.

Lastwagen / Industriegebiete

Der Lastwagenverkehr beeinträchtigt die Siedlungen in besonders starkem Ausmass (Abgase, Lärm, Erschütterungen; besonders schwerwiegend bei Verteilzentren mit Ausnahmeerlaubnis für Fahrten während des Nachtfahrverbots). Das gewachsene Strassennetz der Agglomerationsgemeinden ist für die wachsende Zahl von zudem grösseren Lastwagen ungeeignet (Sicherheit, Behinderungen der anderen Verkehrsteilnehmer, Leistungsfähigkeit). Entsprechend wichtig ist es, den Schwerverkehr auf möglichst kurzem Weg auf die Autobahn zu bringen. Bei der Weiterentwicklung des Hochleistungsstrassennetzes in den Agglomerationen muss dem Rechnung getragen werden. Zusätzliche Autobahnanschlüsse bei verkehrsintensiven Industriezonen können eine wirksame Massnahme sein.

LSVA

Als Folge der LSVA (Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe) achten Transportunternehmen noch viel mehr auf möglichst kurze Fahrdistanzen und meiden Umwegfahrten über Autobahnanschlüsse die einen Fahrzeitgewinn mit längeren Distanzen erkaufen. Die Folge sind noch mehr Fahrten durch Agglomerationsgemeinden (oft auch alte Dorfkerne), was die Dringlichkeit von zusätzlichen Anschlüssen für Industriegebiete erhöht.

2.4 Abnehmende Bedeutung des Durchgangsverkehrs

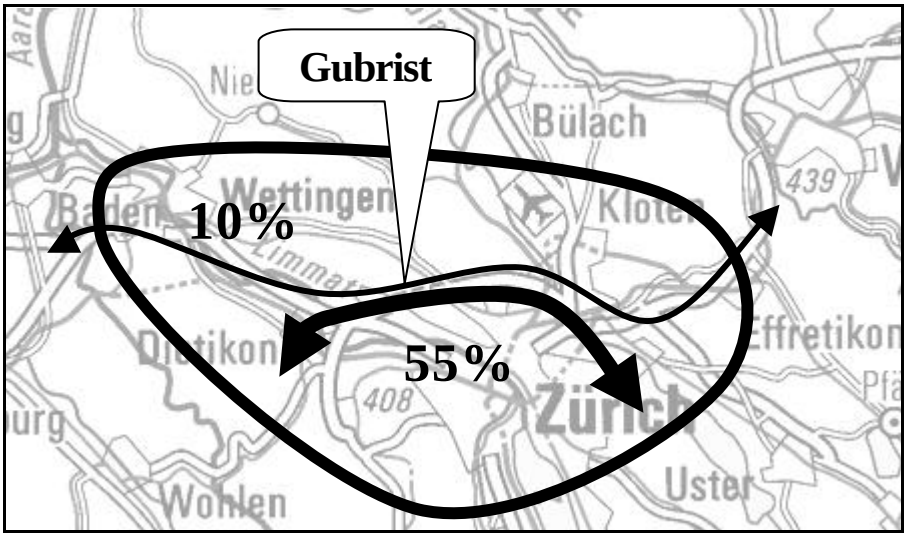
Zielkonflikt Fernverkehr <-> Agglomerationsverkehr

Die stadtnahen Autobahnen wurden als Umfahrungen geplant und realisiert, auch wenn Kantone und Städte versuchten, sie möglichst nahe an die Zentren heranzuführen. Zwischenzeitlich sind diese Abschnitte des Nationalstrassennetzes zu einem Teil des während den werktäglichen Verkehrsspitzen überlasteten städtischen Strassennetzes geworden. Für sie ist ein Konflikt entstanden zwischen der Funktion als Teil des überlasteten Agglomerationstrassennetzes und der durchleitenden Funktion als Teil des nationalen Hochleistungsstrassennetzes.

Durchgangs-, Ziel-/Quell- und Binnenverkehr auf Agglomerationsautobahnen

Die Verkehrszusammensetzung, unterteilt nach Durchgangs-, Ziel-/Quell- und Binnenverkehr, wiederspiegelt die tatsächlich bestehende Funktion der Autobahnen in Agglomerationsnähe. Sie ist immer auch abhängig von der Definition des Bezugsgebiets und erfordert entsprechende Festlegungen. Wenn nachfolgend die Zusammensetzung auf der A1 in der Agglomeration Zürich beschrieben wird, so wird das Gebiet zwischen Baregg (inkl.) bis zum Anschluss Effretikon (exkl.) verstanden. Aller Verkehr, der zwischen diesen Endpunkten die A1 verlässt (oder zufährt) wird als Ziel-/Quell- resp. Binnenverkehr betrachtet, selbst wenn er die Agglomeration wieder verlässt (auf anderen Strassen als der A1).

Figur 8 Durchgangs- und Binnenverkehr auf der A1 in der Agglomeration Zürich



Geringe Bedeutung des Durchgangsverkehrs

Im Bereich des Gubristtunnels und bei Affoltern sind so gesehen nur 10% Durchgangsverkehr[18], also Fahrzeuge, die von Winterthur kommend schon bei Effretikon auf der A1 sind und sie erst westlich des Bareggs verlassen werden. 35% sind Ziel-/Quellverkehr, also Autos welche auf der A1 in die Agglomeration einfahren und sie innerhalb der Agglomeration verlassen (oder umgekehrt). 55% sind Fahrten innerhalb der Agglomeration, also im wesentlichen zwischen dem Limmattal und dem Glatttal.

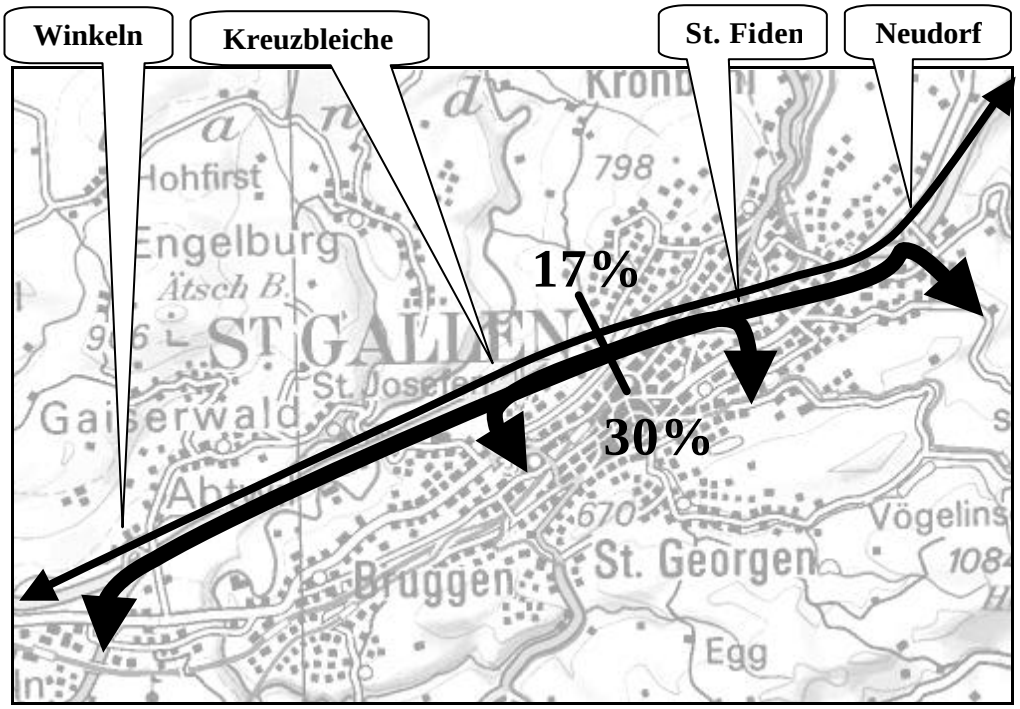
18 Im Limmattal sowie zwischen Flughafenautobahn und Brütisellerkreuz ist der Durchgangsverkehrsanteil mit 7 bis 8,5% noch tiefer.

Auch in St. Gallen nur 17% DV

Auch in St. Gallen ist der Durchgangsverkehrsanteil auf allen drei städtischen Autobahnabschnitten in der Abendspitzenstunde mit nur 17% gering. Auf dem mittleren Abschnitt zwischen den Anschlüssen Kreuzbleiche und St. Fiden ist der Binnenverkehrsanteil mit 30% gösser als auf den beiden anderen Abschnitten (28% zwischen Winkeln und Kreuzbleiche, 19% zwischen St. Fiden und Neudorf).[19]

Figur 9

Durchgangs- und Binnenverkehr auf der A1 auf dem Gebiet der Stadt St. Gallen



Die Agglomeration St. Gallen ist weiter zu fassen. Der Anschluss Gossau West muss einbezogen werden. Bezogen auf die Agglomeration liegt der Durchgangsverkehrsanteil tiefer, der Binnenverkehrsanteil höher.

Aus dem grossen Anteil von Ziel-, Quell- und Binnenverkehr und dem geringen Anteil Durchgangsverkehr ergibt sich eine grundlegende Vorgabe für Agglomerationsautobahnen und Agglomerationsautostrassen:

> Agglomerationsautobahnen und Agglomerationsautostrassen dienen schwergewichtig dem in der jeweiligen Agglomeration erzeugten Verkehr. Ihre Planung richtet sich primär nach den lokalen Bedürfnissen, sowohl einer optimalen Bewältigung des gesamten Agglomerationsverkehrs wie auch der minimalen Beeinträchtigung des Siedlungsgebiets durch eben diesen Verkehr.

Unter dem Gesichtspunkt des grossen Anteils Ziel-/Quelle- und Binnenverkehr müssten auf den Autobahnen innerhalb der Agglome-

19 Datengrundlage: Modellrechnungen des Ingenieurbüros Roland Müller im Auftrag des Tiefbauamts des Kantons St. Gallen.

rationen - als Teil des Agglomerationsstrassennetzes - Staus hingenommen werden. Dann erfüllen diese Autobahnen aber ihre Funktion als Umfahrung und als Teil des nationalen Autobahnnetzes nicht mehr vollumfänglich. Die nationalen Autobahnen haben nicht nur ein Fortkommen auf hohem Geschwindigkeitsniveau zu ermöglichen, sondern sie sollen auch den Verkehr bündeln und so die durch die Dörfer führenden parallelen Hauptverkehrstrassen entlasten.

2.5 Staugeschehen

Die Überlegungen zum Agglomerationsstrassennetz müssen nun noch um den Betrieb und insbesondere das Staugeschehen ergänzt werden.

Staus sind unvermeidbar

Von den Staus sind auch die Hochleistungsstrassen in den Agglomerationen betroffen. Wäre dem nicht so, würden sie solange Verkehr anziehen, bis es auch bei ihnen zu Überlastungen und damit zu Staus kommt. Offen ist zunächst einmal, ob die Hochleistungsstrassen selbst oder die Anschlüsse betroffen sind. Mit der Rampenbewirtschaftung wird der Stau von der Autobahn selbst auf die Rampe verlagert. Wenn dort zuwenig Stauraum zur Verfügung steht, wird er auf dem untergeordneten Strassennetz beansprucht (was aber nur solange verhältnismässig ist, als andere Relationen nur unwesentlich betroffen werden, also wenn die Staus auf dem untergeordneten Strassennetz auf die zielreinen Fahrstreifen Richtung Autobahn beschränkt bleiben.)

Aber eigentlich müsste man zuerst die Frage stellen, ob es überhaupt erwünscht ist, Agglomerationsautobahnen von Staus zu verschonen zu Lasten des übrigen städtischen Strassennetzes.

Der Aspekt, dass man allenfalls tangentiale Autobahnen für den nationalen Durchgangsverkehr von Staus freihalten will, sei hier einmal ausgeklammert (und wird im Kapitel 5 behandelt).

So gesehen kann man die Frage umkehren: wo sollen die unvermeidbaren Staus denn vorgesehen werden?

Wenn Staus unvermeidbar sind, dann dürfen sie nicht einfach dort hingenommen werden, wo sie zufällig aufgrund der Leistungsfähigkeit entstehen. Ihre Lage muss vielmehr geplant werden und zwar so, dass

- Die Siedlungsqualität möglichst wenig beeinträchtigt wird.
- Der öffenliche Verkehr (Linienbusse) nicht behindert wird.
- Störungen von einem Verkehrssegment nicht in andere übertragen werden. (Von einer Autobahn nicht auf das untergeordnete Strassennetz oder vom untergeordnete Strassennetz auf die Autobahn.)
- Unerwünschtes Ausweichen der Automobilisten unterbleibt.
- Keine Knoten überstaut werden.
- Keine Staus in längeren Tunnels entstehen.

- Die Netzleistungsfähigkeit erhalten bleibt.

Gemessen an diesen Kriterien kann es nicht nur sinnvoll sein, sich auf Agglomerationsautobahnen und -autostrassen bildende Staus dort zu belassen, sondern anderweitige Staus gar dorthin zu verlagern. Dies gilt insbesondere für Stichautobahnen, solange die Rückstaus nicht via Verzweigungen in durchleitende Autobahnen von nationaler Bedeutung mit fliessendem Verkehr hineinreichen.

Hochleistungsstrassen in Agglomerationen mit ihren Betriebskonzepten müssen somit nicht nur auf Leistung sondern auch auf mögliche Stauzustände ausgelegt werden.

Aus dem Verkehrsgeschehen auf Autobahnen lassen sich folgende Grundsätze folgern:

- Es ist sinnvoll, Agglomerationsverkehr auf den Hochleistungsstrassen zu bündeln. Daher ist ein Attraktivitätsgefälle von diesen Hochleistungsstrassen zum restlichen Strassennetz anzustreben. Gesamthaft muss das Fortkommen auf den Hochleistungsstrassen besser sein, als auf dem übrigen Strassennetz. Dazu reichen aber vergleichsweise tiefe Geschwindigkeiten.
- Die in Agglomerationen unvermeidbaren Staus sollen nicht einfach dort hingenommen werden, wo sie auf Grund der Leistungsfähigkeiten entstehen, sondern dorthin verlagert werden, wo sie Siedlung und Verkehrsablauf am wenigsten stören. Je nach örtlichen Gegebenheiten kann es zweckmässig sein, sie in Pufferbereichen bei den Anschlüssen zu konzentrieren oder die Autobahn selbst zu überstauen.
- Hat die Funktion des Durchleitens bei einer Autobahn eine grosse Bedeutung, so spricht dies dafür, die Eingriffe und den Mehraufwand für Pufferräume in den Anschlussbereichen in Kauf zu nehmen.
- Bei Stichautobahnen und Hochleistungsstrassen mit geringer Bedeutung für das Durchleiten dürfte es normalerweise sinnvoller sein, die Autobahn selbst zu überstauen.
- Längere Tunnel dürfen nicht überstaut werden.

3. Handlungsspielraum bei Autobahnen und Autostrassen

Im diesem Kapitel wird es darum gehen, den Handlungsspielraum beim Zurücknehmen von Ausbaugrössen bei Autobahnen und Autostrassen abzutasten. Dies geschieht besonders im Hinblick auf die in Agglomerationen besonders hohen Anforderungen an Leistung, Stauräumen und Netzdichte bei gleichzeitig starken Einschränkungen der Verfügbarkeit von Flächen und Finanzen.

Die Ausbaugrössen beeinflussen die signalisierte Höchstgeschwindigkeit. Bedingt die Herabsetzung einer Ausbaugrösse eine tiefere Höchstgeschwindigkeit, so wird es in manchen Fällen möglich oder sinnvoll, auch andere Ausbaugrössen herabzusetzen. Es müssen somit auch die zulässigen Geschwindigkeiten in Frage gestellt werden.

Um eine maximale Leistung zu erzielen wird, die Geschwindigkeit (als Annahme) auf städtischen Autobahnen auf 80 km/h begrenzt.[20]

Die Massnahme verringert zudem Unfallgefahr und Unfallschwere und verbessert so die Verfügbarkeit der Autobahnen. Die entsprechende Ausbreitungen der Störungen auf andere Netzteile entfallen oder werden verringert. Ferner wird die Umweltbelastung kleiner.

In verkehrsschwachen Zeiten wird die Durchsetzung von tiefen Höchstgeschwindigkeiten besonders schwierig sein. Dies ist aber ein Problem, welches generell besteht.

3.1 Der Verzicht auf den Standstreifen?

Der Verzicht auf den Standstreifen ist wohl die einschneidendste Änderung gegenüber den gewohnten Autobahnen, auch wenn dieser Verzicht schon heut gar nicht so selten ist. Anzutreffen ist er insbesondere in Tunnels und Baustellen, ohne dass daraus besondere Sicherheitsprobleme entstehen. Auch in Steigungen und bei Nationalstrassen 2. Klasse wird gelegentlich auf ihn verzichtet. Trotzdem sind die Befürchtungen gross. Deshalb wird nachfolgend zuerst dieser Aspekt eingehend behandelt. Dabei dient eine umfassende Standortbestimmung aus Deutschland als Ausgangspunkt.

Blick nach Deutschland

In Deutschland wurden auf verschiedenen Autobahnabschnitten Standstreifen umgenutzt. Es lohnt sich, die dortigen Auswertungen und Folgerungen zu nutzen. Dem Verzicht auf den Standstreifen kommt angesichts beschränkter Ressourcen (finanzielle Mittel, Fläche) besondere Bedeutung zu. G. Hartkopf hat für Deutschland formuliert:

---

20 Gemäss Dietrich [1999], Seite 4.22 führt die Herabsetzung der Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h auf 100km/h zu einer Leistungssteigerung um 10%, auf 80 km/h zu einer solchen von 20%

„Die Verkehrspolitik ist aufgrund der Haushaltslage gezwungen, die Investitionsprogramme zu strecken. Lange vorbereitete Ausbauplanungen geraten ins Stocken, und der Verkehr wächst und wächst.
Zwar wird seit Jahren versucht, diesem Problem mit dem Prinzip einer „Intelligenten Nutzung von Strassen" entgegen zu wirken. Doch auch mit modernen Verkehrsbeeinflussungsanlagen lassen sich die Kapazitäten von Autobahnquerschnitten nur um rund 5% steigern. Einen Ersatz für bedarfsgerechten Autobahnausbau bilden sie nicht.
In dieser Situation mehrt sich der Druck in den Ländern, an Streckenabschnitten mit häufigen Überlastungen den Standstreifen zur Verbesserung des Verkehrsflusses frei zu geben – zumindest befristet bis zum Zeitpunkt des Vollausbaus." [21]

Mit der Umnutzung verbunden ist eine Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit und ein Überholverbot für den Schwerverkehr.[22] Ein grosser Anteil Ferienverkehr ist gemäss statistischer Untersuchungen in Deutschland ein Argument gegen den die Umnutzung.[23] (Grosser Anteil ortsunkundiger Fahrer.)

Die umfassende Situationsanalyse liefert die folgenden zusätzlichen Argumente und Informationen:

- „Strecken mit regelmässigen Überlastungen sind häufig überdurchschnittlich unfallauffällig."
  „Da durch die Umnutzung des Standstreifens die Kapazität erhöht wird, kann man erwarten, dass die Massnahme nicht nur eine Verbesserung des Verkehrsablaufs, sondern auch eine Senkung der staubedingten Unfälle bewirkt." [24]
- Kosten 0,5 bis 1,5 Mio DM / km. [24]
- Minimale Breite eines Fahrstreifens: 3,25 m. [25], [26]
- Leistungssteigerung um 38% bis 50%; Stausituationen, die aus Überlastung des Querschnitts resultieren, werden reduziert. Reisezeitverluste durch Staus können vermieden werden.[27]
- Die Nothalte sind in den letzten 15 bis 20 Jahren um Faktor 10 gesunken [27], so dass die Bedeutung der Standstreifen gegenüber früher grundlegend geringer ist.
- Zudem können mit Nothaltebuchten 90% der PW- Pannen und 50% der LW-Pannen abgedeckt werden (bei 10% LW-Anteil sind das 86%) [27]
- Der gesamthafte Fahrzeitbedarf verringert sich bei allen Formen der Standstreifenumnutzung. [28]

---

21 Hartkopf G. [2000], Seite 1

22 Hartkopf G. [2000], Seite 4 und Heidemann u.a. (1999) Seite 288

23 Heidemann u.a. [1999] Seiten 285 und 286

24 Hartkopf G. [2000], Seite 2

25 Hartkopf G. [2000], Seite 3

26 Heidemann u.a. [1999] Seite 286: „... Ein ähnliches Problem liegt bei den 30 Teilabschnitten mit einer Fahrstreifenbreite von 3,25 m vor. Hier sind die Unfallraten oft auffällig niedrig. Eine Erklärung dürfte darin bestehen, dass bei derartig schmalen Fahrstreifen die Fahrer von vorneherein besonders vorsichtig fahren. ..."

27 Hartkopf G. [2000], Seite 7

- Standstreifen wirken zwar generell unfallvermindernd. Die mit der Standstreifenumwandlung verbundene Verkehrsverflüssigung führt aber insbesondere zu einem Rückgang der Umfallschwere. [29]
- Die Mehrkosten des Betriebsdienstes betragen 2 bis 8,5%.[30] [31]; dies bei einer Steigerung der Leistungsfähigkeit um die Hälfte (zwei statt drei Fahrstreifen).

Diese Aussagen beziehen sich auf überlastete Bundesautobahnen im allgemeinen und nicht gezielt angepasste Autobahnen in Agglomerationen. Sie werden nun soweit als möglich mit Untersuchungen aus der Schweiz ergänzt. Eine vergleichbar umfassende Betrachtung liegt aber für die Schweiz nicht vor.

3.2 Strecke: Querprofil und Trassierung

Der Verzicht auf einen durchgehenden Standstreifen und die damit verbunden Herabsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit geben die grundlegenden Rahmenbedingungen für Querprofil und Trassierung.

Ausgehend von der Höchstgeschwindigkeit 80 km/h sind auch die weiteren Ausbauelemente zu definieren.

Wichtig für das Festlegen der von Querprofil und Trassierungsvorgaben ist die von Lindenmann und Weber bestätigte Hypothese:

„Das Unfallgeschehen (vor allem die Unfallhäufigkeit) auf stark belasteten Autobahnen wird nicht oder nur sehr wenig vom Ausbaugrad beeinflusst (Linienführung, Querschnitt, Sichtweite).“ [32]

Diese Aussage kann natürlich streng genommen nur für die Spannweite des bestehenden Ausbaugrads gelten.

Querprofil und Trassierung von Agglomerationsautobahnen können sich auch am Ausbaustandard von Hauptverkehrsstrassen ausserorts orientieren. Unterschiede zu diesen sind:

- Ausschliessliche Benutzung durch Motorfahrzeuge; damit keine Velos und Landwirtschaftsfahrzeuge, die zu überholen sind.
- Richtungstrennung; kein Überholen auf der Fahrbahn der Gegenrichtung.

---

28 Hartkopf G. [2000], Seite 8 / Bild 16

29 Hartkopf G. [2000], Seite 9

30 Hartkopf G. [2000], Seite 10

31 Vössig H. [2001]: „Insgesamt lässt sich festhalten, dass sich die Autobahnmeistereien mit den jeweiligen örtlichen Situationen arrangieren und – wie entsprechende Befragungen ergaben – im Rahmen ihrer Arbeit keine gravierenden Probleme ohne Standstreifen haben. Erforderliche Massnahmen bzw. Arbeiten wurden bislang immer durchgeführt. Fakt ist jedoch, dass im Bereich von Autobahnabschnitten ohne Standstreifen grundsätzlich Mehraufwand entsteht.“

32 Lindenmann, Weber [2000], Seite 26

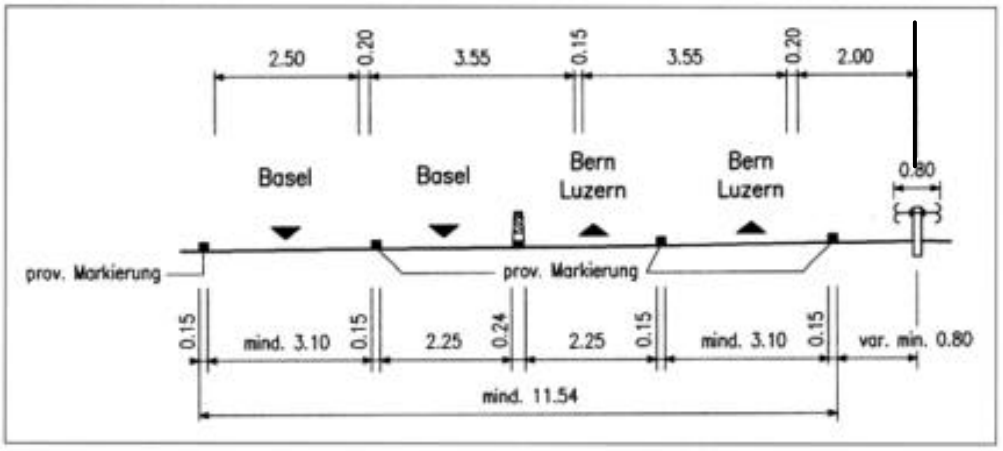
- Nur an besonderen Anschlussstellen zugänglich; kein Anliegerverkehr.
- Keine höhengleichen Kreuzungen

Die Anforderungen an die Fahrzeuglenker sind auf Agglomerationsautobahnen folglich deutlich geringer als auf Hauptverkehrsstrassen ausserorts. Die Ausbaugrössen können entsprechend herabgesetzt werden. Da kein Überholen auf der Fahrbahn der Gegenrichtung möglich ist, sind die erforderlichen Sichtweiten grundlegend kleiner.

Überholverbot für Lastwagen

Mit dem Verzicht auf den Standstreifen wird neben der Herabsetzung der Höchstgeschwindigkeit auch ein Überholverbot für Lastwagen gefordert.[33] Das Überholverbot für Lastwagen senkt bei starker Auslastung die Unfallhäufigkeit und führt zu einem homogeneren Verkehrsfluss.[34] In den Niederlanden wird es daher in grossem Umfang angewendet.[35] Das Überholverbot für Lastwagen erlaubt dann auch unterschiedliche Fahrstreifenbreiten. Bei der Belagserneuerung auf der A2 als Beispiel wies der rechte Fahrstreifen mindesten 3,10 m auf, der linke 2,25 m bei einer Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h.[36]

Figur 10
Provisorische vierspurige Verkehrsführung während der Belagserneuerung auf der A2



Quelle:
Frey, Grieder [1995], Seite 233

Figur 11
Provisorische Überleitung zweispurig „Ebenrain“ während der Belagserneuerung auf der A2

Quelle:
Frey, Grieder [1995], Seite 233

33 Heidemann u.a. [1999], Seite 288

34 Bühlmann F. [2002] untersuchte die Verkehrstechnischen Kriterien für die Anordnung örtlicher Überholverbote für Lastwagen auf Autobahnen und Autostrassen ohne auf die Frage des Standstreifens einzugehen.

35 Kellermann, G. [2002] Seite 308ff

36 Frey, Grieder [1995], Seite 233

SN 640 885c „Signalisation von Baustellen auf Autostrassen und Autobahn; ....“

Etwas grosszügiger ist die VSS Norm 640 885c. Für Baustellen mit einer Maximalgeschwindigkeit von 80 km/h werden 3 Meter für den rechten Fahrstreifen und 2,50 Meter für den linken Fahrstreifen gefordert sowie 0,50 Meter für den Mittelstreifen, zusammen 11,50 Meter. Der linke Fahrstreifen ist mit einem Verbot für Fahrzeuge von mehr als zwei Metern Breite belegt.

Fahrstreifenbreiten

Baut man das Lichtraumprofil nach SN 640 200 / 640 201 auf, so benötigen Personenwagen bei 80 bis 100 km/h 2,80 Meter, Lastwagen 3,70 Meter. Bei 50 bis 70 km/h betragen die Werte 2,60 und 3,50 Meter.

Offenkundig klaffen die in Normen geforderten Fahrstreifenbreiten und die in Baustellen gemachten Erfahrungen weit auseinander. Schon Crottaz [1990] zieht bei engen Verhältnissen Fahrstreifenbreiten von 3,25 Meter in Betracht, was sich mit dem bereits erwähnte Erfahrungswert aus Deutschland[37] deckt, und deutlich unter den Norm- und Richtlinienwerten liegt.

Vorschlag Fahrstreifenbreiten

Als Standardmass könnten 3,25 Meter für den rechten Fahrstreifen gelten, 3,00 Meter für die weiteren Fahrstreifen, insbesondere bei beschränkten Platzverhältnissen und wenn ein Überholverbot für Lastwagen vorgesehen wird. Die Fahrstreifen sollen auf Agglomerationsautobahnen jedenfalls deutlich schmäler sein als auf Nationalstrassen 1. Klasse damit die Automobilisten erkennen, dass sie auf einer Strasse mit tieferem Ausbaustandard fahren.

Zusätzliche Untersuchungen sind aber nötig, da die gültigen Richtlinien sowie die Normen und die praktische Erfahrungen weit auseinander liegen (und das gewählte Mass grosse Auswirkungen auf die Kosten hat).

Abstellplätze für Pannenfahrzeuge

Verzichtet man auf den Standstreifen, so werden Abstellplätze für Pannenplätze nötig. Die Lage und die Abstände hängen von den örtlichen Gegebenheiten ab. Die VSS-Norm 640 041 empfiehlt einen Abstand von ca. 1000 Metern.

Strengere Vorgaben macht das ASTRA. Nur schon für den Fall, dass der Standstreifen ausnahmsweise auf 1.25 Meter reduziert wird, verlangt es alle 300 Meter einen Ausstellplatz.[38]

Schmälerer Mittelstreifen

Im Standardprofil der Nationalstrasse 1. Klasse ist eine Breite des Mittelstreifens von 4 Metern vorgegeben, bei befestigten Mittelstreifen 3,5 Meter, beim reduzierten Profil (Nationalstrasse 2. Klasse) 2 Meter, bei Unterhaltsarbeiten 1,2 Meter. [39]

Vorschlag Mittelstreifen

Unter Berücksichtigung der Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h kann der Mittelstreifen auf 1,2 Meter festgelegt werden. In Ausnah-

37 Heidemann u.a. [1999] Seite 286

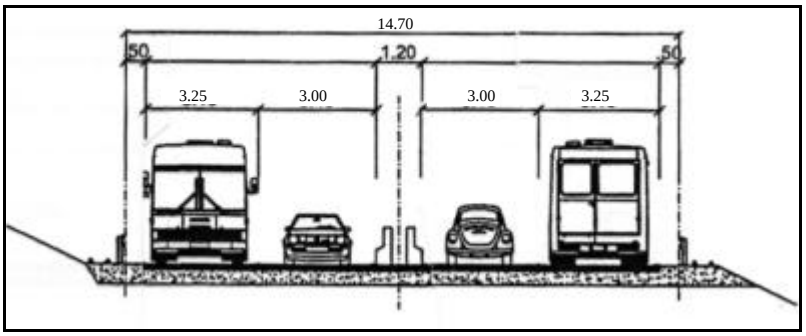
38 ASTRA [2002], Seite 17

39 ASTRA [2002],)Richtlinie „Normalprofile, Rastplätze und Raststädten der Nationalstrassen“ des Bundesamts für Strassen), Abbildungen 2, 4 und 13.

mefällen wird er durch eine breite Markierung ersetzt.

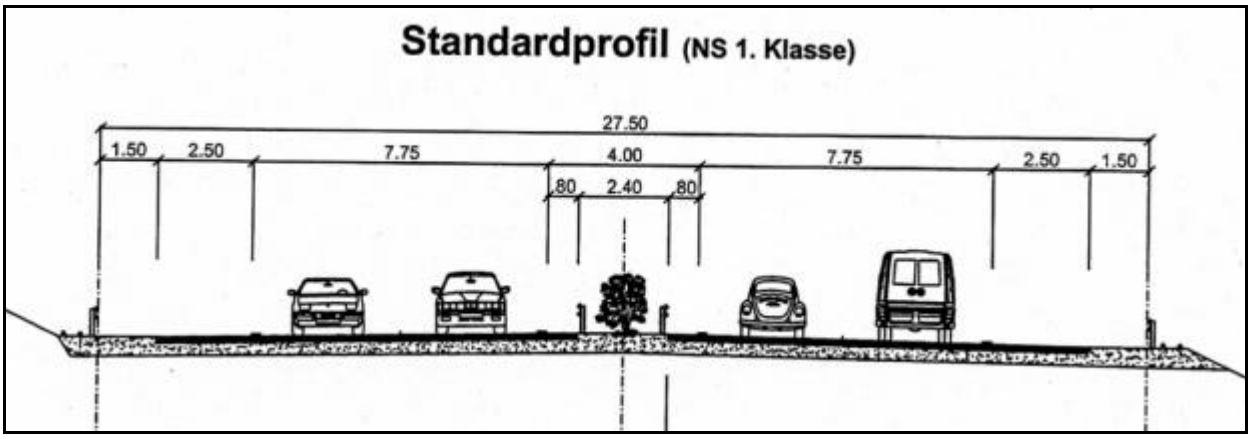
Ein Profil für Agglomerationsautobahnen könnte somit wie folgt aussehen:

Figur 12
Minimiertes Profil für Agglomerationsautobahnen



Zum Vergleich das Standardprofil für Nationalstrassen 1. Klasse[40]

Figur 13



(Beim reduzierten Profil (NS 2. Klasse) beträgt die Gesamtbreite 25 Meter statt 27.50 Meter.)

Mit den aufgezeigten Abmessungen ist wäre das Profil nur gut halb so breit wie jenes für Nationalstrassen 1. Klasse

Unterhalt und Betrieb

An Unterhalt und Betrieb[41] werden grössere Anforderungen gestellt als bei herkömmlichen Autobahnen. Dies ist schon bei der Planung und dem Bau zu berücksichtigen. Und bei Unterhalt und Betrieb sind neue Ansätze zu suchen. Das dichte Lokalstrassennetz kann je nach lokalen Gegebenheiten eine Sperrung während den Nächten, Wochenenden oder Ferienzeiten erlauben und zweckmässig machen.

Beschleunigungsstreifen

Bei Anschlüssen können die Beschleunigungsstreifen verkürzt werden, da eine weniger hohe Geschwindigkeit erreicht werden muss.

Verzögerungsstreifen

Den Verzögerungsstreifen kommt vor allem Bedeutung für die Vorsortierung und allenfalls als Stauraum zum lokalen Strassennetz zu.

---

40 ASTRA [2002], Abbildung 2

41 Definitionen gemäss ASTRA [2002], Seite 8:
Unterhalt: Baulicher Unterhalt wie Reparatur oder Sanierung der Bauwerke zur Erhaltung ihrer Funktion.
Betrieb: Laufender Unterhalt wie Schneeräumung, Grünpflege, Reinigung der Entwässerung.

Übergangsbereiche von Nationalstrassen 1. Klasse zu Agglomerationsautobahnen

Der Wechsel von einer ausserorts Autobahn zu einer Agglomerationsautobahn muss für den Automobilsten erkennbar sein und zwar nicht nur an der Geschwindigkeitssignalisation. Vielmehr müssen sich Trassierung und Querschnitt erkennbar unterscheiden.

Die Ausbaugrössen der Agglomerationsautobahnen werden der reduzierten Maximalgeschwindigkeit angepasst. Dies erlaubt eine effizientere Bereitstellung von Strassenkapazitäten. Es muss aber vermieden werden, dass die sich dabei ergebenden Inhomogenitäten beim Übergang von einer Nationalstrasse 1. Klasse zu einer Agglomerationsautobahn zu Unfällen führen.

Flexible / feste Querschnitte

In diesem Zusammenhang bedeuten flexible Querschnitte[42] temporäre Umnutzungen des Pannenstreifens unter Herabsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit. Sie erfordern einen hohen Investitions- sowie Betriebsaufwand und stellen grössere Anforderungen an die Benutzer. Dies ist sicher gerechtfertigt, wenn dadurch die Leistungsfähigkeit gesteigert und die Staugefahr gemindert wird.

Die Betrachtung lässt sich aber auch umkehren: Die Umnutzungen des Standstreifens unter Herabsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit wird vorausgesetzt. Um während Randzeiten für eine vergleichsweise geringe Anzahl von Automobilisten eine grössere Geschwindigkeit zu ermöglichen, muss temporär ein Fahrstreifen zu einem Standstreifen umgewidmet werden. So gesehen ist der Aufwand für den Nutzen des Komfortgewinns (höhere Geschwindigkeit) gross.

Beispiel für Zeitverlust durch reduzierte Höchstgeschwindigkeit

Die Grössenordnung der Zeitverluste, welche durch eine tiefere Geschwindigkeit auf Autobahnen in Agglomerationen entstehen, soll am Beispiel der A1 zwischen Baregg und Anschluss Effretikon veranschaulicht werden. Die Länge diese Autobahnabschnitts beträgt etwa 40 km: Bei 120 km/h werden 20 Minuten benötigt, bei 80 km/h 30 Minuten. Der theoretische Mehraufwand beträgt 10 Minuten, der tatsächliche wäre geringer. Die Automobilisten erhalten als Gegenleistung für den Verzicht auf hohe Geschwindigkeiten grössere Sicherheit und geringere Gefahr von unfallbedingten Staus.

Zu bedenken ist aber noch Folgendes: Der Querschnitt ist nur ein Element unter mehreren, welche als Ausbaugrössen auf einander abgestimmt sein müssen. Wenn man nun einen neuen Strassentyp „Agglomerationsautobahn“ definiert und ihn auf 80 km/h auslegt, so erlaubt dies z.B. auch die Anschlussabstände zu verkleinern. Dann ist die städtische Autobahn aber auch in verkehrsschwachen Zeiten nicht mehr mit 120 km/h zu befahren. Damit entfällt die Möglichkeit, während verkehrsschwachen Zeiten Fahrstreifen zu Pannenstreifen umzunutzen, um grösseres Geschwindigkeitsniveau zuzulassen.

Flexible Fahrstreifen im angesprochenen Sinn sind auf dem Typ „Ag-

42 Ausführlich untersucht von Rapp [2002] im VSS-Forschungsauftrag 1999/218 „Voraussetzungen für die dynamische Umwidmung von Standstreifen zu Fahrstreifen“.

glomerationsautobahn“ meist nicht zweckmässig und oft nicht möglich.

Flexible Umnutzung auf bestehenden Autobahnen

Anders kann es sich verhalten auf Autobahnen ausserhalb städtischer Agglomerationen oder solange Autobahnen nur teilweise auf den städtischen Typ umgestellt sind. Flexible Fahrsteifen sind demnach situativ zu beurteilende Ausnahmelösungen. Gemäss Rapp[43] gelten folgende Voraussetzung und Kontra-Indikationen:

Voraussetzungen:

- *Die vorgesehene Strecke muss mindestens einen ganzen Autobahnabschnitt von Einfahrt bis zur nächsten Ausfahrt umfassen. Es ist zweckmässig, den benützbaren Standstreifen mit einem Einfahrstreifen beginnen zu lassen und mit einem Ausfahrstreifen zu beenden.*
- Mit dem vorgesehenen Abschnitt muss ein massgebender Kapazitätsengpass beseitigt werden.
- *Der vorgesehene Abschnitt darf nur zeitlich begrenzte Verkehrsüberlastungen aufweisen. ...*

Kontra-Indikationen

- *Autobahnabschnitte* vor Kapazitätsengpässen. *Auch wenn der Verkehr sich auf solchen Abschnitten manchmal staut, ist eine Kapazitätserhöhung dort nutzlos.*
- *Autobahnabschnitte mit häufiger lang andauernden Überlastungen eignen sich ebenfalls nicht, sondern es müsste dort ein dauernder Ausbau mit zusätzlichen Fahrstreifen vorgesehen werden.*

Rapp weist so dann auf den Aspekt der Verkehrssicherheit hin und fordert: *Die Benützung von Standstreifen für den fahrenden Verkehr muss kompensiert werden mit Massnahmen zugunsten erhöhter Verkehrssicherheit, insbesondere durch Geschwindigkeitsreduktionen und Verkehrsüberwachung.*

Offen bleibt bei Rapp, was bei Abschnitten mit lange dauernder Überlastung geschehen soll, wenn dort ein Ausbau mit einem zusätzlichen Fahrstreifen nicht realisiert werden kann. Zu bedenken ist, dass die Zahl und Länge solcher Abschnitte aufgrund des verbreiteten Verkehrswachstums stark zunehmen wird.

Trassierung

Die Reduktion der Höchstgeschwindigkeit und die entsprechend tiefere Projektierungsgeschwindigkeit erlaubt eine wesentlich flexiblere Trassierung. Die nachfolgenden Werte geben Anhaltspunkte dafür:

43 Rapp [2002], Seite Z-3

Figur 14
Richtwerte für Trassierung

	50 km/h	80 km/h	110 km/h	Norm
Anhaltsichtweite bei 0% Längsneigung	48 m	93 m	160 m	SN 640 090
Minimale Länge einer Geraden	40 m	90 m	190 m	SN 640 100
Minimaler Radius Kreisbogen	75 m	240 m	525 m	SN 640 100
Minimaler Radius Kuppe	2'100 m	6'000 m	20'000 m	SN 640 110
Minimaler Radius Wanne	1'200 m	3'500 m	8'000 m	SN 640 110

Sodann können sich kürzere Beschleunigung- und Verzögerungsstreifen bei Anschlüssen ergeben, weil die zu überwindenden Geschwindigkeitsdifferenzen geringer sind.[44]

3.3 Autobahnanschlüsse

Einerseits stellt sich die Frage, wie dicht sich Anschlüsse auf Agglomerationsautobahnen folgen dürfen (Ziffer. 3.3.4). Weit bedeutsamer sind die Anforderungen (vor allem hinsichtlich Steuerung), welche sich aus den unterschiedlichen Betriebskonzepten der Autobahnen und der meist lichtsignalgesteuerten Agglomerationsstrassenetze ergeben (Ziffer 3.3.3). Für beide Fragestellungen ist aber das Funktionieren der Anschlüsse als Knoten Voraussetzung, weshalb nachfolgend mit diesem Aspekt begonnen wird.

3.3.1 Autobahnanschlüsse als Knoten betrachtet

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. Ein Grund kann sein: er schliesst gar nicht auf, sondern An-

44 Vgl. z.B. Dietrich [1998] Seite 15.15 f

dere (Einmünder und jene, welche den Fahrstreifen wechseln, um ein Einmünden zu ermöglichen) zwängen 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 Auffahrunfall. Diese Beschreibung ist eine Hypothese, aber eine naheliegende und zumindest die überproportionale Zunahme der Auffahrunfälle bei grossem Verkehrsaufkommen ist belegt[45]. Eine andere Erklärung ist: Die Automobilisten auf dem linken Fahrstreifen wollen mit kurzen Abständen verhindern, dass Andere vom rechten auf den linken Fahrstreifen wechseln und sie zum abbremsen gezwungen werden. Das Problem ist besonders gross, wenn die Gefahr besteht, dass Lastwagen überholen wollen.

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 Staubildung auf der Autobahn bewältigt werden können.

Dabei werden aber immer noch die empfohlenen Mindestabstände von einem halben Tacho in Metern resp. zwei Sekunden deutlich unterschritten[46]. 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 gefährden[47].

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. Mehrstreifige Einfahrrampen sind dann zweckmässig.

---

45 Lindenmann, Weber [2000], Seite 25

46 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 Gubristtunnel, wie auch auf anderen Autobahnabschnitten, werden die Abstandsempfehlungen im Durchschnitt über die Spitzenstunde deutlich unterschritten.

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

Figur 15
Lichtsignalgesteuerte Einmündung vor Tunnel im Hafenbereich Amsterdam

Foto:
P. Hotz, Metron

Mit einer Beampelung der Autobahn selbst, erhält man eine bessere Möglichkeit zu Verkehrssteuerung. Damit verlässt man jedoch den Typ „Agglomerationsautobahn“ und gelangt zum Typ „Agglomerationsautostrasse“.

Hansen und Westland fordern aufgrund von Untersuchungen in den Niederlanden einen Paradigmawechsel:

Die Strassenverkehrsplanung kann nicht umhin, einen Paradigmawechsel weg von dem Ziel der freien Verkehrsabwicklung hin zur systematischen Regulierung des Netzzustroms, der Verkehrsstärke und Geschwindigkeit auf Fernstrassen in Ballungsgebieten zugunsten anderer Modalitäten vorzunehmen.[48]

3.3.2 Autobahnanschlüsse und Tunnels

Keine Staus in Tunnels und nach Tunnelportalen

Nicht zuletzt auf Grund der verschiedenen Tunnelbrände und schwerer Auffahrunfälle in den vergangenen Jahren wird die Forderung aufgestellt, dass Staus nicht in Tunnels hineinreichen dürfen. Auch die Ausfahrbereiche aus den Tunnels sollten staufrei sein: das Stauende sollte mindestens um die Anhaltesichtweite vom Ausfahrtsportal des Tunnels entfernt sein. Dabei soll mit einer um 20 km/h höheren als der signalisierten Geschwindigkeit gerechnet werden.[49] Zu bedenken ist, dass sich Staulängen sehr schwer vorhersagen lassen und auf Verkehrsschwankungen überproportional reagieren.

Aus der Forderung, dass Staus nicht in Tunnels hineinreichen dürfen, wird auch die Forderung nach ungehindertem Abfluss des Verkehrs an den dem Tunnel folgenden Anschlüssen und Knoten abgeleitet. Diese Forderung schränkt für sich alleine genommen die Möglichkeiten der Steuerung bei diesen Knoten unannehmbar ein. Der „garantierte“ Abfluss an den dem Tunnel folgenden Knoten und der damit verbundene flüssige Verkehr wirkt verkehrsanziehend. Dieser Zusatzverkehr muss an den Folgeknoten zu Lasten der feindlichen

48 Hansen I. , Westland D. [1998], Seite 586.

49 Balsari & Schudel AG, Seite 78; bezieht sich dort auf plangleiche Knoten ohne Lichtsignalanlage nach Tunnelportal.

Verkehrsströme bewältigt werden und führt bei diesen zu immer stärkeren Einschränkungen. Kann die Bevorzugung bei wachsendem Verkehrsvolumen nicht mehr erhöht werden, so bildet sich trotz der Bevorzugung ein Rückstau in den Tunnel.

Eine andere Möglichkeit, Staus in Tunnels zu vermeiden, ist, nur soviel Verkehr in den Tunnel einfahren zu lassen, wie im anschliessenden Strassenabschnitt bewältigt werden kann. Eine Beampelung besteht bei den Tunnelportalen meistens ohnehin. Es kann aber auch sinnvoll sein, die Einfahrten vor dem Tunnel zu steuern oder sich zumindest längerfristig die Option dazu offen zu halten. Wünschbar ist dann, dass auf der Einfahrrampe zwei (oder mehr) Fahrstreifen möglich sind, um an der lichtsignalgesteuerten Einfahrt eine hohe Leistungsfähigkeit zu erzielen.

Wird in Tunnels und den nachgelagerten Strassenabschnitten ein flüssiger Verkehr gewährleistet, so wirkt dies verkehranziehend, solange bis sich auf den Tunnelzu- und/oder Wegfahrten Staus bilden, die gesamthaft zu einem ähnlichen Fortkommen führen wie im umliegenden Agglomerationsstrassennetz. Im Umfeld von Tunnels wie auch von anderen Strassenabschnitten, auf welchen man einen flüssigen Verkehr gewährleistet, entstehen demnach überdurchschnittlich grosse Staus, welche gegebenenfalls bei der Planung zu berücksichtigen sind.

Unterschiedliches Adaptionsvermögen der Augen

Ein anderes Problem besteht im Tunnelportalbereiche bei hohen Verkehrsdichten. Das unterschiedliche Adaptionsvermögen der Augen (abnehmend mit dem Alter) kann bei den Automobilisten zu unterschiedlichen Reaktionen beim Einfahren in Tunnels führen. Daraus können bei sehr dichtem Verkehr Unfälle entstehen (Beispiel Ostportal des Gubristtunnels).[50] Neben einer Verbesserung der Lichtverhältnisse ist auch eine Dosierung des Verkehrsvolumens in Kombination mit einer reduzierten Höchstgeschwindigkeit in Erwägung zu ziehen.

Der hohe Anspruch an die Steuerung von Tunnels auf Hochleistungsstrassen in Agglomerationen spricht dafür, sie als Agglomerationsautostrassen zu betreiben.

3.3.3 Betriebskonzept und Steuerung der Autobahnanschlüsse

Sollen Staus auf Agglomerationsautobahnen hingenommen werden (unter Beachtung der Sicherheitsaspekte) oder müssen sie unbedingt vermieden werden? Die Antwort wird von der konkreten Situation bestimmt. In jedem Fall wird die Antwort das Betriebskonzept und die Steuerung grundlegend bestimmen.

Strategie, Stau auf Autobahn hinnehmen

Auf Grund der allgemeinen Überlastung der Agglomerationsstrassennetzes muss auch mit Staus auf den funktional eingebundenen Agglomerationsautobahnen gerechnet werden. Eine Strategie kann dar-

50 Vgl. Weber R. [2001]

in bestehen, dies bewusst hinzunehmen und die dabei entstehenden Sicherheitsaspekte zu lösen. (Auf Grund der tieferen Höchstgeschwindigkeit ist die Gefahr von Auffahrunfällen viel kleiner als auf herkömmlichen Autobahnen.) Berücksichtigt man, dass z. B. in der Agglomeration Zürich der Durchgangsverkehrsanteil nur 10% beträgt (vgl. Abschnitt 2.4), so kann diese Strategie in gewissen Fällen angemessen sein. Für den Verkehr aus dem lokalen Strassennetz zur Agglomerationsautobahn kann dies Verzicht auf Rampmetering bedeuten, so dass Rückstau vom überlasteten Autobahnanschluss ins Lokalstrassennetz vermieden werden kann.

Strategie Stauraum im Anschlussbereich

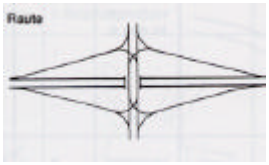
Es gibt aber gute Gründe, warum man den Verkehr auf den Agglomerationsautobahnen so weit als möglich flüssig halten sollte:

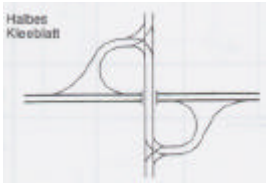
- Von der Agglomerationsautobahn zum lokalen Strassennetz soll ein Attraktivitätsgefälle bestehen, damit die Agglomerationsautobahn möglichst viel Verkehr aus dem lokalen Strassennetz abzieht und dieses so entlastet. Dies ist nur möglich, wenn auf der Autobahn ein schnelleres Vorwärtskommen möglich ist als auf den Lokalstrassen.
- Auf der Autobahn werden sehr unterschiedliche Verkehrsströme gebündelt. Unter ihnen befinden sich auch solche, die sonst nicht von den Staus der Agglomeration direkt betroffen wären (neben dem Durchgangsverkehr auch ein Teil des Ziel-/Quellverkehrs) und nicht unnötig behindert werden sollten.
- Die Staubildung auf Autobahnen ist mit der Gefahr von Auffahrumfällen verbunden.
- In den Autobahntunnels und in den daran anschliessenden Strassenabschnitten bilden Staus eine erhöhte Gefahrenquelle.
- Zähflüssiger Verkehr (Staus) verursacht erhöhte Schadstoffemissionen.

Das Aufrechterhalten eines flüssigen Verkehrs auf den Agglomerationsautobahnen dient einer optimalen Bewältigung des Verkehrs auf dem Agglomerationsstrassennetz als Ganzes. Es ist keinesfalls Selbstzweck und darf sich auch nicht am geringen Anteil des Durchgangsverkehrs orientieren. Ziel muss es sein, dass Staus au einem Kapazitätsengpass möglichst wenig andere Verkehrsströme oder gar andere Verkehrsträger (öffentlicher Verkehr) beeinträchtigen.

Sehr grosse Stauräume in den Anschlussbereichen

Da Behinderungen und Staus als Folge der allgemeinen Überlastung des Agglomerationsstrassennetzes nicht vermeidbar sind, diese aber sowohl auf der Autobahn selbst wie auch im lokalen Strassennetz unerwünscht sind, müssen sie in den Anschlussbereichen konzentriert werden. Diese müssen baulich und bezüglich Steuerung entsprechend ausgebildet werden. Sowohl der Verkehr von der Autobahn zum Lokalstrassennetz wie auch jener in der Gegenrichtung muss dosierbar sein. Neben den Lichtsignalen sind insbesondere Stauräume erforderlich, sehr grosse Stauräume.





Diese grossen Stauräume fehlen bei bestehenden Anlagen oft, sind schwierig zu ergänzen und selbst bei Neuanlagen dürfte es oft schwierig sein, die nötigen Flächen zu finden. (Man vergegenwärtige sich nur einmal den häufigen Fall, dass sich eine Autobahn und eine Hauptverkehrsstrasse kreuzen. Die Hauptverkehrsstrasse wird mit einer Raute oder einem halben Kleeblatt an die Autobahn angeschlossen. Die Rampen werden, um Ressourcen zu schonen, möglichst kurz gehalten und bieten dann wenig Stauraum.)

Quelle: Dietrich [1998], Seite 14.10

Stauräume bei Autobahneinfahrten

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 Pannenstreifen der Einfahrt kann zu einem zweiten Fahrstreifen umgenutzt werden.
- Zielreine Fahrstreifen zur Autobahn im lokalen Strassennetz. Beispiel Baden West vor Baregg[51]: Aus verschiedenen Richtungen führen zielreine Fahrstreifen zur letzten Lichtsignalanlage vor der Einfahrrampe. Reichen die Staus darüber hinaus und werden nicht zur Autobahneinfahrt führende Verkehrsströme behindert, so muss die Rampenbewirtschaftung unterbrochen werden.[52]

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.
- Mehrstreifige Ausfahrrampe. Der Pannenstreifen der Ausfahrt kann zu einem zweiten Fahrstreifen umgenutzt werden.[53]
- 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.

---

51 Ausführliche Beschreibung: Pitzinger [2000], Seite 7

52 Pitzinger [2000], Seite 8

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

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

Darf auch ein Rückstau auf die Autobahn hingenommen werden? Zu allererst 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 Wettingen.
- Zusätzliche Behinderung des Lokalverkehrs.
- Zusätzliche Behinderungen der Linienbusse (bis 15 Minuten zusätzliche 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, was für das Agglomerationsstrassennetz während den Verkehrsspitzen zutrifft, 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.

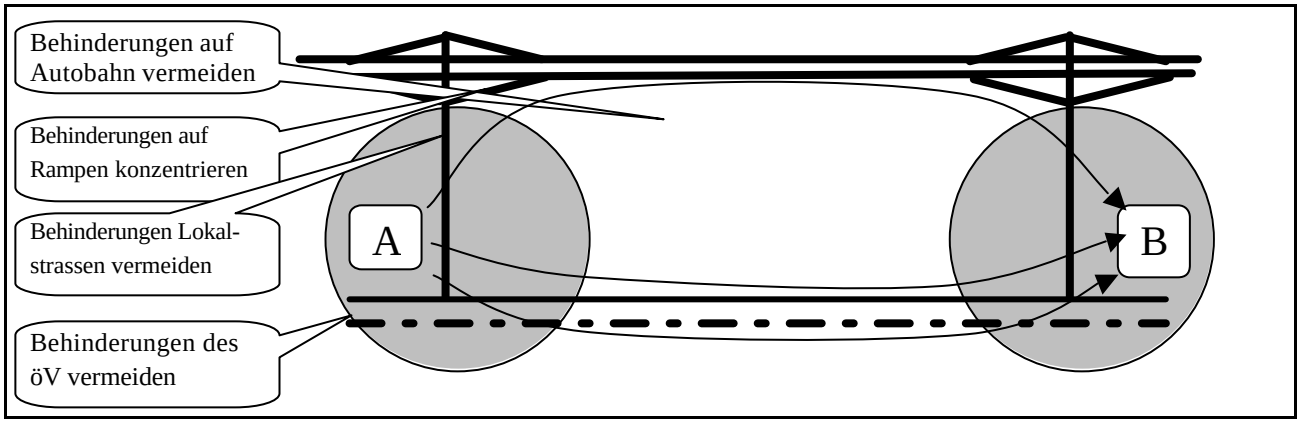
Eine weitere Frage, die sich im Zusammenhang mit Staus und Dosierungen stellt, ist, wie die Verkehrsteilnehmer auf die Änderung der Staustellenlage reagieren.

Routenwahl

Die Routenwahl im Bereich der Autobahnanschlüsse wird wesentlich geprägt durch den Nachfrageüberhang und die Wahlmöglichkeiten der Verkehrsteilnehmer. Vereinfacht dargestellt gibt es für Fahrten zwischen einem Quellgebiet A und einem Zielgebiet B drei Alternativen:
Die Fahrt auf dem Lokalstrassennetz
Die Fahrt über die Autobahn
Die Fahrt mit dem öffentlichen Verkehr

Zwischen den drei Möglichkeiten stellt sich ein Gleichgewicht ein. Verändert sich die Qualität bei einer der drei Möglichkeiten, so werden Verkehrsteilnehmer dies realisieren und entsprechend reagieren: Erlaubt ein flüssiges Fortkommen auf der Autobahn einen Zeitgewinn so werden, so werden Verkehrsteilnehmer diese Route wählen bis sich wieder ein neues Gleichgewicht einstellt. Ein neues Gleichgewicht bedeutet: bis die Verkehrsverlagerungen dazuführen, dass sich der Verkehrsfluss auf der Autobahn verschlechtert (Staubildung). Will man den Verkehr auf der Autobahn flüssig halten, so muss folglich die Staubildung in den Anschlussbereichen konzentriert werden, wozu ein entsprechend grosser Stauraum nötig ist:

Figur 16



Werden durch die Rampenbewirtschaftung Relationen bevorzugt oder benachteiligt, so kann dies auf die Routenwahl, den Modal-Split oder gar die Zielwahl Einfluss haben. Diese Aspekte wurden im Abschnitt 2.1 vertieft behandelt.

Unter diesem Gesichtspunkt stellt sich aber auch die Frage, ob die Autobahnein- oder die Ausfahrten vorallem bewirtschaftet werden sollten; d.h. wo Staus hin verlegt weden sollen. Diese Frage stellt sich insbesondere bei Fahrten aus dem Umland in die Agglomerationen. Die Bewirtschaftung der Ausfahrten nahe des Agglomerationszentrums hat gegenüber der Bewirtschaftung der Einfahrten am Agglomerationsrand Vorteile:

- Alle aus dem Umland einfahrenden Autos weden gleich behandelt. Damit wird vermieden, dass Autos aus dem agglomerationsfernen Umland bevorzugt werden und so die Zersiedelung gefördert wird.
- Autos, welche aus dem Umland durch die Agglomeration hindurch wollen (Durchgangsverkehr), werden nicht behindert.
- Es besteht keine Veranlassung für Umwegfahrten zu nicht bewirtschafteten Rampen.

Die Bewirtschaftung der Einfahrtsrampen am Agglomerationsrand hat aber für die Feinsteuerung ihre Bedeutung und sie hilft einen unerwünschten Regelkreis zu durchbrechen: Automobilisten auf der Autobahn bemühen sich im allgemeinen, das Einfahren anderer zu erleichtern. Dadurch können sich hinter ihnen Staus bilden. Findige

Automobilisten nutzen die vergleichsweise attraktive Zufahrt und verschärfen damit die Probleme auf der Autobahn. Dies wiederum kann andere Automobilisten veranlassen den Stau auf der Autobahn eben über diesen Anschluss zu umfahren, was die Staus auf der Autobahn nochmals verschärft usw (Teufelskreis). Mit der Bewirtschaftung der Einfahrtsrampe wird diese Entwicklung gebrochen.

Rampenbewirtschaftung vor allem in der Agglomeration selbst

Aus alledem ergibt sich, dass vorallem die Ein- und Ausfahrrampen in der Agglomeration selbst bewirtschaftet werden sollten und die Dosierung der Einfahrtsrampen am Agglomerationsrand für die Feinabstimmung nötig ist. Werden vorallem die Ein- und Ausfahrrampen in der Agglomeration selbst bewirtschaftet, so ist der Binnenverkehr besonders stark betroffen. Es ist jenes Verkehrssegment, für welches entweder schon ein attraktives Angebot des öffentlichen Verkehrs besteht oder geschaffen werden kann.

Es muss eingeräumt werden, dass es in der Agglomeration selbst meist schwieriger ist, die für die Rampenbewirschaftung nötigen Flächen bereitzustellen, als ausserhalb. Ausgehend vom Ideal sind Kompromisse notwendig.

Die Möglichkeit, die für die Bewirtschaftung der Ein- und Ausfahrrampen erforderlichen Flächen zur Verfügung zu stellen kann von Anschluss zu Anschluss sehr unterschiedlich sein. Zwischen der Stärke der Dosierung und dem erforderlichen Stauraum besteht eine Abhängigkeit. Betrachtet man zwei benachbarte Anschlüsse, so zeigt sich, dass je mehr Verkehr man einfahren lässt umso grösser der Stauraum sein muss und umgekehrt. Verkehrsteilnehmer, für welche zwei Anschlüsse in Frage kommen, wählen jenen, bei dem sie weniger Zeit verlieren. Ein Gleichgewicht spielt sich ein, wenn an beiden Anschlüssen das Verhältnis von Kolonnenlänge zu Leistung gleich ist (allenfalls korrigiert um unterschiedliche Zufahrtszeiten zum Anschluss).

Unter der Voraussetzung, dass zu einem Anschluss realistische Alternativen bestehen, gilt: Reicht der Stauraum bei einem Anschluss mit Rampmetering nicht aus, so muss verstärkt dosiert werden, was im Gegensatz steht zur gefühlsmässigen Reaktion, den Stau mit einem gesteigerten Abfluss zu beseitigen.

3.3.4 Anschlussdichte

Die Anschlussdichte orientiert sich an den Zielen, den Verkehr aus dem lokalen Strassennetz auf dem kürzesten Weg auf die Autobahn zu bringen und möglichst viel Verkehr auf den Autobahnen zu bündeln. Daher ist der minimale Abstand der Autobahnanschlüsse auf das technische und sicherheitsmässige Minimum herabzusetzen.

Über den minimalen Abstand gibt es keine gesicherten Aussagen. Als Indiz können aber bestehende Anlagen dienen:

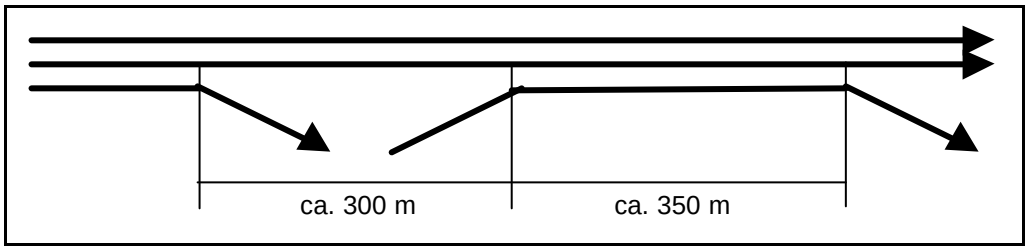
- In Genf folgen sich die beiden Anschlüsse Vernier und Meyrin in 500 Metern. Sie wurden von Halb- zu Vollanschlüssen ausgebaut.

- In Stuttgart betragen die Anschlussabstände auf der innerstädtischen Expressstrasse etwa 500 bis 700 Meter.
- A53 im Glatttal: Brütisellerkreuz und Anschluss Wangen liegen 800 Meter auseinander.
- Flughafenautobahn Zürich in Opfikon 1,1 Kilometer.
- Bern: Der Anschluss Forsthaus hat einen Abstand von rund einem Kilometer von der Verzweigung Weiermannshaus, ebenso der Anschluss Wankdorf von der Verzweigung Wankdorf. Die beiden Anschlüsse Forsthaus und Neufeld liegen 1,5 Kilometer auseinander.
- A52 (Forchautobahn) und A53 Oberlandautobahn je Anschlussabstände von etwa 1,5 Kilometer.

Halbanschlüsse können sich wesentlich dichter folgen.

- Basel: Auf der Osttangente folgen Ein- und Ausfahrten in Abständen von 300 bis 350 Metern. Ein- und Ausfahrten sind als Spuradditionen mit einander verbunden. Die signalisierte Höchstgeschwindigkeit beträgt 80 km/h.

Figur 17



Zwei Einfahrten folgen sich im Abstand von 320 Metern, zwei Ausfahrten in einem Abstand von 180 Metern.

Bei so kurzen Abständen ist der Verkehrsablauf in jedem einzelnen Fall unter dem Gesichtspunkt der Verflechtungen genau zu prüfen. R. Keller schreibt über zwei Verflechtungsstrecken mit Verflechtungslängen von 500 resp. 540 Metern:[54]

„Bei beiden Verflechtungsabschnitten findet ein Grossteil der Verflechtungen zu Beginn der Abschnitte statt. Bereits nach 300 – 400 m sind beinahe alle Verflechtungsvorgänge abgeschlossen.“

und weiter:

„Die Datenlage reicht nicht aus um einen Normvorschlag .... zu begründen. Als Stütze kann einerseits das deutsche Handbuch[55] dienen. Andererseits kann für grobe Abschätzungen das Berechnungsverfahren für Einfahrten in Hochleistungsstrassen benutzt werden.“

54 R. Keller [2002] , Seiten 30 und 31

55 Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen, Schlussbericht Juli 1998; W. Brilon et al., Ruhr-Universität Bochum, April 1999

Hinter der Frage der Anschlussdichte steht in den konkreten Fällen meist die Frage eines zusätzlichen Anschlusses. Die Frage, ob der Abstand zu den nächsten Anschlüssen ausreicht, ist aber nur eine unter mehreren. Von zentraler Bedeutung ist, ob in den Anschlussbereichen der für die Rampenbewirtschaftung und die Ausfahrt erforderliche Stauraum bereitgestellt werden kann.

4. Anforderungsprofile und Handlungsspielräume bei städtischen Hochleistungsstrassen

Die Ausgangslage für Hochleistungstrassen in Agglomerationen lässt sich wie folgt zusammenfassen:

Sie sind Teil des während den Verkehrsspitzen überlasteten Agglomerationsstrassennetzes. Kapazitätserhöhungen führen vor allem zu Verkehrsverlagerungen beim Individualverkehr durch die Wahl von anderen Routen und Zeitpunkte der Fahrten sowie durch vermehrte Benutzung des Autos anstelle des öffentlichen Verkehrs. Die Staus können durch Kapazitätserhöhungen nicht auf Dauer beseitigt werden. Nach einer allfälligen Verkürzung der Staudauer werden erfahrungsgemäss sehr bald wieder die Verhältnisse vor der Kapazitätserhöhung erreicht. Oft verlagern sich auch die Kapazitätsengpässe und damit die Staustellen.

Unter diesen Voraussetzungen wird von folgenden Zielsetzungen ausgegangen:

Hochleistungsstrassen in Agglomerationen sollen den Verkehr bündeln, so dass das lokale Strassennetz[56] seine Funktionen im Siedlungsraum optimal und siedlungsgerecht wahrnehmen kann. Darum müssen durch die Benutzung von Agglomerationsautobahnen kürzere Reisezeiten erzielt werden als auf den parallelen Routen des Lokalstrassennetzes. Je nach örtlichen Gegebenheiten sind dazu signalisierte Höchstgeschwindigkeiten von etwa 50 bis 80 km/h ausreichend. Leistung hat jedoch klaren Vorrang gegenüber hoher Geschwindigkeit. Staus im System der Agglomerationshochleistungsstrassen sind unvermeidbar. Es kann jedoch sinnvoll sein, sie in Pufferräumen bei den Anschlüssen zu konzentrieren.

Anschlussdichte

Das grosse Verkehrsaufkommen in den Agglomerationen bedingt eine hohe dichte des Strassennetzes aller Hierarchiestufen und somit auch hohe Anschlussdichte auf Hochleistungsstrassen.

Durchleiten

Ein Teil der Hochleistungsstrassen in Agglomerationen hat auch die Funktion, überregionalen oder gar internationalen Verkehr durchzuleiten. Auch wenn der Anteil dieses Durchgangsverkehrs oft nur klein ist, wird die Forderung gestellt, dass er möglichst ungehindert durchfahren kann und zwar soweit als möglich auf dem Geschwindigkeits- und Komfortniveau wie ausserhalb der Agglomeration. Während den Hauptverkehrszeiten ist dies zur Zeit auf den meisten Agglomerationsautobahnen nicht gegeben (Vgl. „Sachplan Strasse“ des Bundes.)

---

56 Die Funktionen des lokalen Strassennetze umfassen insbesondere die Feinverteilung mit Individualverkehr und öffentlichem Verkehr, aber auch den Fuss- und Veloverkehr so wie die Aufgabe als Begegnungsraum. Damit diese Aufgaben siedlungsgerecht erfüllt werden, müssen Trennwirkung, Lärm und Abgase gering gehalten werden.

Trassierung

Den Anforderungen stehen die lokalen Möglichkeiten und Ressourcen gegenüber. Unter den engen Verhältnissen der dicht überbauten Agglomerationen erfordert die Trassierung eine hohe Flexibilität, was sich in reduzierten Ausbauelementen äussert und schliesslich zu tiefen Ausbaugeschwindigkeiten führen kann.

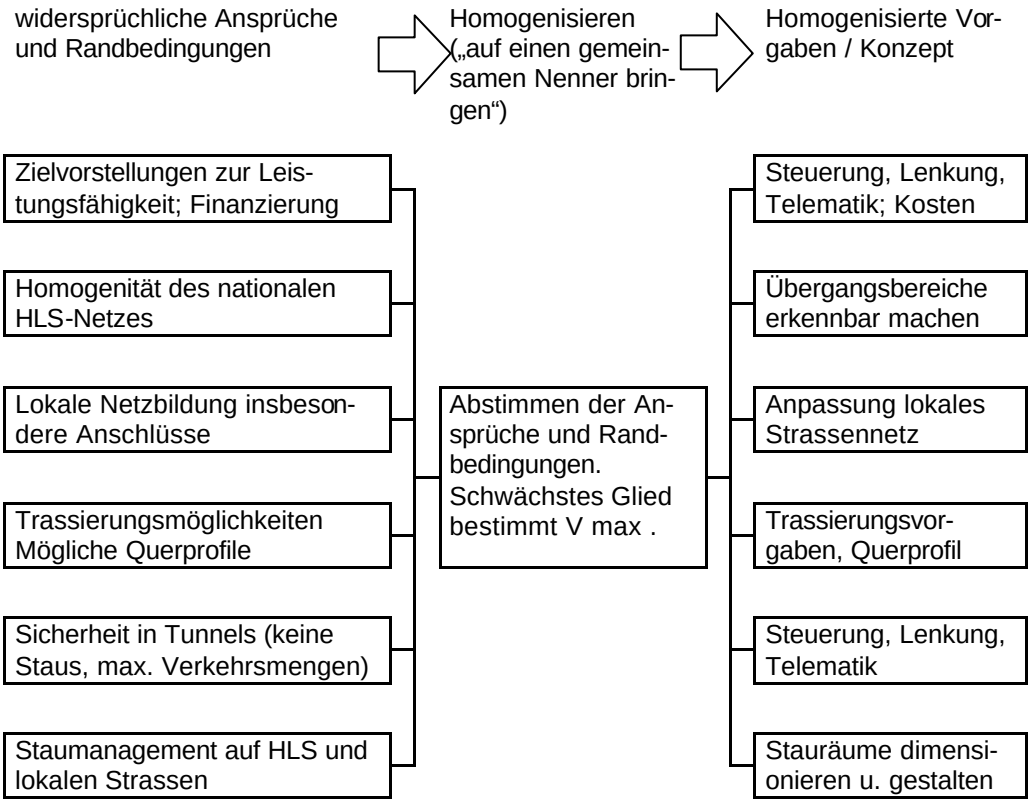
Leistung vor Geschwindigkeit

Hochleistungsstrassen in Agglomerationen müssen bei beschränkten Ressourcen auf eine möglichst grosse Leistungsfähigkeit ausgelegt werden. Komfort und damit auch die Geschwindigkeit müssen sich dem unterordnen. Eine markante Leistungssteigerung wird dann erreicht, wenn der Standstreifen zu einem Fahrstreifen umgenutzt werden kann. Dafür wird in verschiedenen Quellen die Herabsetzung der Höchstgeschwindigkeit auf 80 km/h als wesentliche Bedingung vorausgesetzt. (Zweite Bedingung ist ein Überholverbot für Lastwagen.)

Die Reduktion der Höchstgeschwindigkeit dient auch der Sicherheit und damit der Verfügbarkeit der Autobahn (vermeiden von unfallbedingten Sperrungen), weshalb situativ auch noch tiefere Geschwindigkeiten angebracht sein können.

Die lokalen Möglichkeiten und Ressourcen, Ansprüche und Randbedingungen müssen in jedem einzelnen Fall aufeinander abgestimmt, homogenisiert, werden:

Figur 18
Abstimmen der Ansprüche und Randbedingungen



Das schwächste Glied bestimmt dabei die der Planung zugrunde zulegende Höchstgeschwindigkeit, von welcher aus die einzelnen Vorgaben für die Planung festgelegt werden. Ein iteratives Vorgehen wird

in vielen Fällen unvermeidbar sein.

Die der Planung zu Grunde zu legende Höchstgeschwindigkeit kann innerhalb gewisser Grenzen von Abschnitt zu Abschnitt variieren. Es kann auch zweckmässig sein, die Höchstgeschwindigkeit je nach anfallender Verkehrsmenge (Tageszeit) zu ändern, was entsprechende Signalisationsmöglichkeiten (Wechselsignale) voraussetzt.

Auch wenn für jeden Planungsfall die Gegebenheiten neu zu analisieren sind, so lassen sich doch drei typische Fälle herausschälen.

Figur 19
Drei Fälle von Hochleistungsstrassen in Agglomerationen und Vergleich zur HVS

	Auf Durchleiten ausgerichtete Autobahnen	Minimierter Ausbaustandard einer Agglomerationsautobahn	Agglomerationsautostrasse	Städtische Hauptverkehrsstrasse
Signalisation	als Autobahn	als Autobahn	als Autostrasse	-
Zutrittsberechtigung	Zutritt nur für Motorfahrzeuge	Zutritt nur für Motorfahrzeuge	Zutritt nur für Motorfahrzeuge	Zutritt auch für Velo etc.
Ausbaugrad Vmax	ca. 120km/h	ca. 80km/h	ca. 60km/h	ca. 50km/h
Knoten	Keine niveaugleichen Knoten	Keine niveaugleichen Knoten	LSA oder Kreisel möglich	Meist LSA oder Kreisel Anliegerverkehr nicht ausgeschlossen
Standstreifen	Verzicht auf Standstreifen vermeiden	Verzicht auf Standstreifen möglich	Verzicht auf Standstreifen möglich	-

Bezogen auf das Staumanagement, Rampmetering und Stauräume bedeutet dies:

Auf Durchleiten ausgerichtete Agglomerationsautobahn

Bei auf Durchleiten ausgerichteten Agglomerationsautobahnen muss verhindert werden, dass sie 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.

Wichtig ist, dass wirklich alle Ein- und Ausfahrten, einer auf Durchleiten ausgerichteten Agglomerationsautobahnen, dosiert werden und mit den nötigen Pufferräumen ausgestattet sind. Andernfalls ziehen die Anschlüsse ohne Dosierung und Pufferräume den Verkehr an, unterlaufen das Konzept und verursachen Probleme im lokalen Strassenraum sowie Rückstaus auf die Hochleistungsstrasse. Es ist einzuräumen, dass wohl Erfahrungen mit erfolgreichen, isolierten Dosierungen (Rampmetering) und den dazugehörigen Pufferräumen bestehen (z.B. Baden West beim Baregg), dass das Konzept bisher nicht für eine ganze Agglomeration umgesetzt wurde.

Minimierter Ausbaustandard Agglomerationsautobahn

Bei knappen Platzverhältnissen können Rückstaus von den Anschlussknoten ans Lokalstrassennetz bis in die Autobahn zurück reichen. Dabei ist die Sicherheit zu gewährleisten und auf der freien Strecke ist mindestens ein Fahrstreifen flüssig zu halten. Die Höchstgeschwindigkeit muss zurückgenommen werden auf etwa 80 km/h. Dann kann auf den Standstreifen verzichtet werden, und er kann z.B. für den Stauraum genutzt werden. Für alle Aspekte der Planung ist dann die tiefere Höchstgeschwindigkeit von etwa 80 km/h massgebend.

Auch bei diesem Fall ist einzuräumen, dass es sich um ein auf Beobachtungen und theoretischen Überlegungen hergeleitetes Konzept handelt, welches als umfassende Lösung in einer Agglomeration noch nicht verwirklicht wurde.

Agglomerationsautostrasse

Wenn bei noch engerer Verzahnung mit dem lokalen Strassennetz selbst dieser Standard nicht möglich oder nicht zweckmässig ist, so kommt der Standard einer Autostrasse zur Anwendung. Dabei wird u.a. die Möglichkeit genutzt, Anschlussknoten mit Lichtsignalanlagen zu regeln und damit sehr eng in die städtische Steuerung einzubinden.

Tiefere Höchstgeschwindigkeiten senken die Anforderungen an die Trassierung: Es werden kleinere Horizontal- und Vertikalradien zulässig sowie kürzere Abstände zwischen Anschlüssen.

In allen drei Fällen kommt dem Umgang mit den unvermeidbaren Staus sowie der Reaktion der Automobilisten auf sich ändernde Geschwindigkeits- und Stauverhältnisse im Agglomerationsstrassennetz eine bisher unterschätzte, zentrale Bedeutung zu. Die Geschwindigkeits- und Stauverhältnisse sind aktiv zu planen um einen effizienten Mitteleinsatz zu gewährleisten. Sie sind mit den Möglichkeiten, Leistung zur Verfügung zu stellen, gegenseitig abzustimmen.

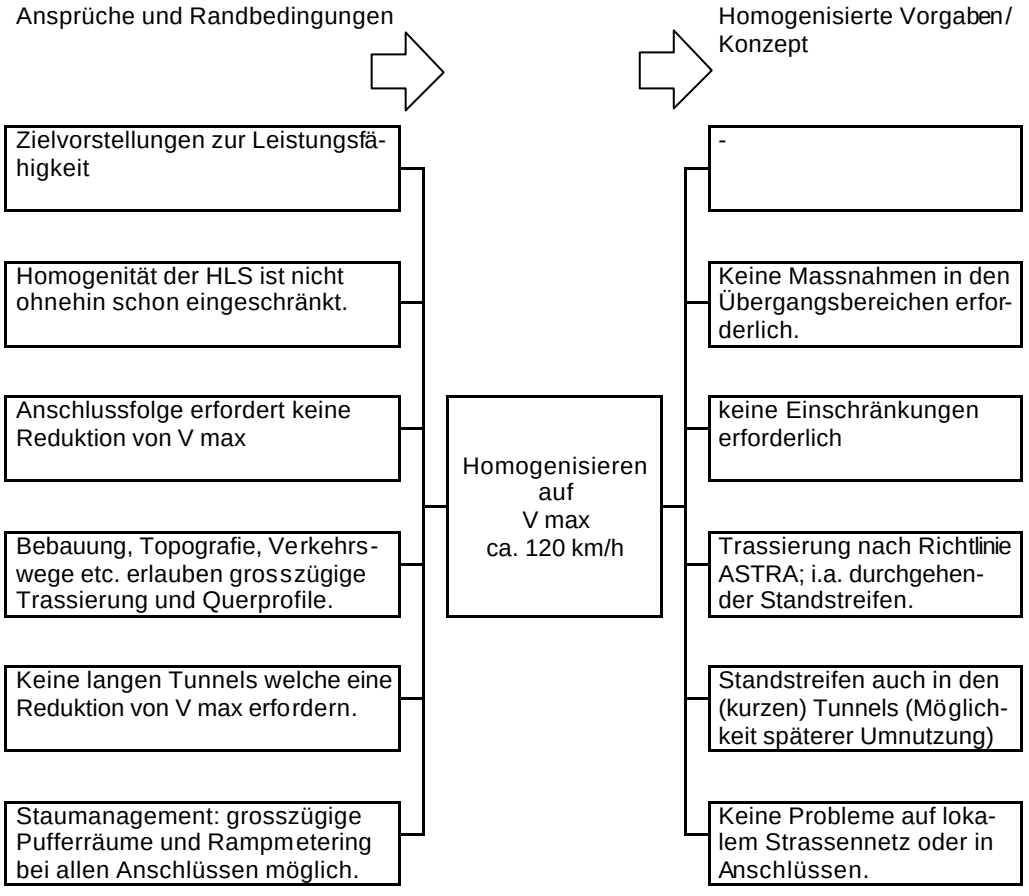
5. Die auf das Durchleiten ausgerichtete Agglomerationsautobahn

Bei den auf Durchleiten ausgerichteten Agglomerationsautobahnen handelt es sich meist um Nationalstrassen 1. Klasse welche geplant und gebaut wurden als Umfahrungen von Agglomerationen, zu einem Zeitpunkt, als sich in den Anschlussbereichen dieser Autobahnen noch keine Überlastungen abzeichneten. Das Wachstum des Verkehrs und der Agglomerationen haben dazu geführt, dass diese Hochleistungsstrassen die Nachfrage nicht mehr bewältigen können und dass sie zu einem Teil des ebenfalls überlasteten Strassennetzes der Agglomeration geworden sind. Will man auf ihnen weiterhin einen flüssigen Verkehr sicherstellen, so stehen meist zwei Aufgaben an:

- Erhöhen der Leistungsfähigkeit, was meist zusätzliche Fahrstreifen erfordert.
- Sicherstellen, dass es in den Anschlussstellen weder zu Überlastungen des lokalen Strassennetzes noch zu Rückstaus auf die Autobahn kommt, wozu Pufferräume und ein Rampmetering erforderlich sind.

Kann dies beides sichergestellt werden, so kann die Homogenisierung der Ansprüche und Randbedingungen auf einem Ausbaustandard mit hohem Geschwindigkeitsniveau erfolgen:

Figur 20
Homogenisieren bei auf Durchleiten ausgerichteten Agglomerationsautobahnen



Lokale Erfordernisse

Die Kolonne der Ansprüche und Randbedingungen weist eine Reihe von Aspekten auf, welche je nach örtlichen Gegebenheiten abweichende Ansprüche mit der Notwenigkeit einer tieferen Höchstgeschwindigkeit beinhalten können. Der Anspruch des Durchleitens wird in jedem einzelnen Fall sorgfältig gegenüber den lokalen Erfordernissen abzuwägen sein. Er kann im Laufe der Zeit auch an Gewicht verlieren, wozu die in Abschnitt 2.4 gemachten Angaben zum Durchgangsverkehrsanteil ein deutliches Indiz sind.

Handlungsspielraum für künftige Entwicklungen

Auch künftige Entwicklungen mit weiterem Verkehrswachstum sind in die Überlegungen einzubeziehen. Was muss man heute vorkehren, um die Leistungsfähigkeit in einer unbestimmten Zukunft erhöhen zu können, allenfalls mit einer Umwidmung der Standstreifen und einer tieferen Höchstgeschwindigkeit? Was hätte es für Folgen, wenn man zusätzlichen Stauraum benötigt und diesen durch Verlängerung der Ein- und Ausfahrrampen schaffen muss? Kurze Abschnitte ohne Standsteifen können den künftigen Handlungsspielraum stark beschränken.

In vielen Fällen dürfte die grösste Schwierigkeit darin bestehen, bei wirklich allen Anschlüssen in der Agglomeration genügend Stauräume[57] bereit zu stellen. Kann dieses zentrale Erfordernis nicht erfüllt werden, so ist ein Überdenken der Anforderungen und Randbedingungen unumgänglich und muss zu einem Konzept auf tieferem Geschwindigkeitsniveau führen.

Es muss nochmals darauf hingewiesen werden, dass es sich beim vorgeschlagenen Lösungsansatz um ein aus Beobachtungen und theoretischen Überlegungen hergeleitetes Konzept handelt, welches als umfassende Lösung in einer Agglomeration noch nicht verwirklicht wurde.

Je stärker das Hochleistungsstrassennetz in einer Agglomeration vernetzt ist, um so anspruchsvoller wird es, die Anschlüsse so zu dosieren, dass einerseits auf dem Hochleistungsstrassenetz keine Staus entstehen und andererseits die Leistungsfähigkeit voll ausgenutzt werden kann. Auch das Ziel, bestehende Leistungsfähigkeiten möglichst vollständig zu nutzen, kann dafür sprechen, die Hochleistungsstrassen in einer Agglomeration oder gewisse Abschnitte zeitweise bewusst zu überstauen.

57 Siehe Ziffer 3.3.3

6. Minimierter Ausbaustandard von Agglomerationsautobahnen

Charakteristiken:

Tiefere Geschwindigkeit,

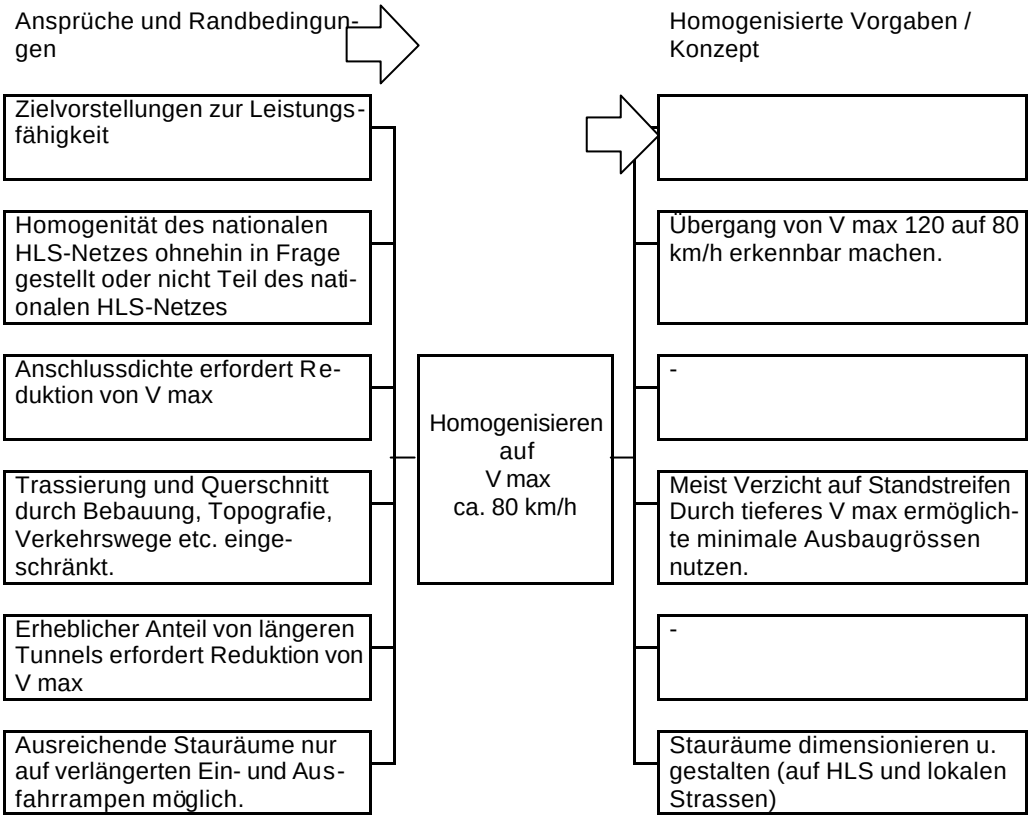
Kein Standstreifen,

Teil des überlasteten Agglomerationsstrassennetzes

Der Fall einer Agglomerationsautobahn mit minimiertem Ausbaustandard wird geprägt durch die gegenüber den Vorgaben für die Nationalstrasse 1. Klasse deutlich herabgesetzte Ausbaugeschwindigkeit und die Einbindung in das während den Spitzenzeiten überlastete Strassennetz der Agglomeration. Die Herabsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h auf etwa 80 km/h erlaubt den Verzicht auf den Standstreifen. Bei gleichbleibender Fahrbahnbreite ist dann meist ein zusätzlicher Fahrstreifen und somit eine markante Steigerung der Leistungsfähigkeit möglich. Dies hat eine umso grössere Bedeutung, als die Agglomerationsautobahn auch Teil des überlasteten städtischen Strassennetzes ist, in welchem Verkehrsflächen und Stauräume knapp sind.

Um Missverständnisse zu vermeiden, sei in Erinnerung gerufen: Nachfolgend geht es darum, einen neuen Strassentyp zu konkretisieren und zwar als Idealfall einer Neuprojektierung. Beim möglicherweise häufigeren Fall einer Umgestaltung einer bestehenden Nationalstrasse 1. Klasse zu einer Agglomerationsautobahn mit herabgesetztem Ausbaustandard bestehen unter anderem besondere Sicherheitsaspekte: einerseits Homogenität, andererseits Erkennbarkeit des Übergangs. Dafür müssen jeweils situativ Lösungen gefunden werden.

Figur 21
Homogenisieren bei minimierten Ausbaustandard von Agglomerationsautobahnen



6.1 Trassierungselemente und Querprofil

Mit dem Zurücknehmen der Höchstgeschwindigkeit auf 80 km/h verringern sich die Richtwerte für die Trassierung auf weniger als die Hälfte:

Figur 14 Richtwerte für Trassierung (Wiederholung)

	50 km/h	**80 km/h**	110 km/h	Quelle
Anhaltsichtweite bei 0% Längsneigung	48 m	**93 m**	160 m	SN 640 090
Minimale Länge einer Geraden	40 m	**90 m**	190 m	SN 640 100
Minimaler Radius Kreisbogen	75 m	**240 m**	525 m	SN 640 100
Minimaler Radius Kuppe	2'100 m	**6'000 m**	20'000 m	SN 640 110
Minimaler Radius Wanne	1'200 m	**3'500 m**	8'000 m	SN 640 110

Mit einer noch tieferen Höchstgeschwindigkeit kann die Flexibilität der Linienführung nochmals deutlich erhöht werden.

Querprofil

Im Querprofil ergeben sich die Einsparungen aus dem Verzicht auf den Standstreifen (resp. Ersatz durch Buchten), eine grundlegende Verschmälerung des Mittelstreifens von 4 Metern auf etwa 1,2 Meter sowie Fahrstreifenbreiten von 3,25 Metern, wenn Fahrstreifen von Lastwagen nicht benutzt werden dürfen auch 3 Meter (ausführliche Erwägungen in Abschnitt 3.2).

Bei einer Fahrbahn mit zwei Fahrstreifen je Richtung bedeutete die eine Reduktion der Breite von 27,5 Metern (Standardprofil) auf um die 15 Meter.

Anschlussdichte

Anschlüsse können sich mit Abständen von etwa 350 Metern folgen (Abstand zwischen Nase Einfahrt bis Nase Ausfahrt), wobei Ein- und Ausfahrrampe zur Spuraddition vereinigt werden. Bei so kurzen Abständen ist der Verkehrsablauf in jedem einzelnen Fall unter dem Gesichtspunkt der Verflechtungen genau zu prüfen. Vgl. auch Ziffer 3.3.4.

6.2 Dosierung und Pufferräume

Wie schon beim Fall einer auf Durchleiten ausgerichteten Agglomerationsautobahn dürfte auch noch bei einem minimierten Ausbaustandard die grösste Schwierigkeit darin bestehen, bei wirklich allen Anschlüssen in der Agglomeration[58] genügend Stauräume[59] bereit zu

58 = Gebiet in dem es auf dem Umliegenden Strassennetz regelmässig zu Staus kommt.

59 Siehe Ziffer 3.3.3

stellen. Sollte es nicht möglich sein, auch in den Spitzenverkehrszeiten in allen Abschnitten mindestens eine durchleitende Fahrbahn staufrei zu halten, so dürfte es meist effizienter sein, die Hochleistungsstrasse mit Lichtsignalanlagen zumindest zeitweise zu steuern.

In vielen Fällen dürfte die grösste Schwierigkeit darin bestehen, die nötigen Stauräume bereit zu stellen. Kann dieses zentrale Erfordernis nicht erfüllt werden, so ist ein Überdenken der Anforderungen und Randbedingungen unumgänglich und muss zu einem Konzept auf tieferem Geschwindigkeitsniveau führen.

Auch für den Fall einer Agglomerationsautobahn mit minimierten Ausbaustandard fehlt die Erfahrung von Lösungen, in denen es gelungen wäre, die Staus systematisch in Pufferräumen bei Anschlüssen zu konzentrieren.

6.3 Übergangssituation von der Nationalstrasse 1. Klasse zur Agglomerationsautobahn mit reduziertem Ausbaustandard

Agglomerationsautobahnen wären auch mit einem reduzierten Ausbaustandard gleich signalisiert wie Nationalstrassen 1. Klasse resp. auf Durchleiten ausgerichtete Agglomerationsautobahnen. Woran erkennen dann die Automobilisten, dass sie sich auf einer Agglomerationsautobahn mit einem deutlich tieferen Ausbaustandard befinden, welches ein anderes Verkehrsverhalten erfordert?

Für die Automobilisten ist die Geschwindigkeitsbegrenzung (vorgeschlagen 80 km/h) die massgebende Änderung. Für Lastwagen kommt fallweise das Überholverbot hinzu. Beides wird signalisiert, wie dies den Automobilisten von anderen Autobahnabschnitten her vertraut ist.

Zusätzlich verändert sich das Erscheinungsbild:

- Kein Standstreifen, dafür Abstellplätze für Pannenfahrzeuge mit entsprechender Signalisation
- Schmälere Fahr- und Mittelstreifen
- Kürzere Abstände zwischen den Anschlüssen
- Engere Horizontal- und Vertikalradien
- Ev. vermehrt Bebauung, häufiger Lärmschutzwände
- Dichtere Folge von Wechselsignalen

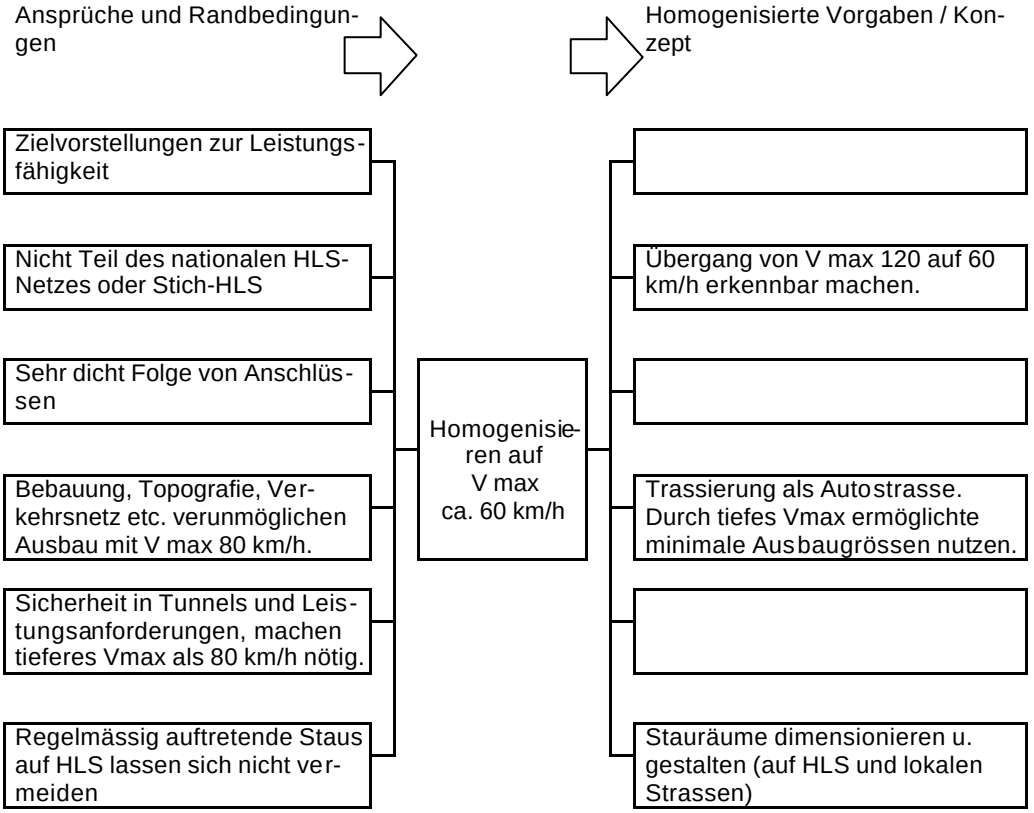
Damit ist der Wechsel von einem herkömmlichen Autobahnabschnitt zur Agglomerationsautobahn für die Lenker deutlich besser wahrnehmbar als Geschwindigkeitsbeschränkungen, welche für sich alleine stehen.

Hinzu kommen Signalisationen, wie sie sich aus der jeweiligen Situation ergeben, insbesondere die Signale für Fahrstreifenvermehrung (Signal 4.77 „Anzeige der Fahrstreifen“, Art.59 und Art. 89, Abs. 2 Signalisationsverordnung).

7. Agglomerationsautostrassen

Die Anforderungen an Agglomerationsautostrassen liegen zwischen jenen an Agglomerationsautobahnen und jenen an städtische Gemischtverkehrsstrassen hoher Leistung.

Figur 22
Homogenisieren bei Agglomerationsautostrassen



Abgrenzung

Von Agglomerationsautobahnen unterscheiden sie sich insbesondere dadurch, dass Lichtsignalanlagen und Kreisel möglich sind sowie dadurch, dass eine bauliche Richtungstrennung nicht zwingend ist.

Im Gegensatz zu städtischen Gemischtverkehrsstrassen hoher Leistung bleibt die Benutzung Motorfahrzeugen vorbehalten und der Zugang ist nur an besonderen Anschlussstellen (Knoten) möglich (kein Anliegerverkehr).

Ausbaustandard

Agglomerationsautostrassen weisen damit ein sehr grosse Flexibilität bei der Trassierung und Netzbildung auf bei einer signalisierten Höchstgeschwindigkeit von um die 60 km/h. Entsprechend vielfältig können sie sein. Der Charakter einer Agglomerationsautostrasse kann in kurzer Abfolge ändern.

Figur 23
Anschauungsbeispiel Stuttgart

Alle vier Aufnahmen entstanden innerhalb eines Abschnittes von nur 1500 Metern

Fotos: W. Berg

Aufgrund der engen Abhängigkeiten zum übrigen Agglomerationsstrassennetz, werden Agglomerationsautostrassen oft in dessen Steuerung einzubeziehen sein. In der Folge werden auf ihnen Staus kaum zu vermeiden sein.

Die Agglomerationsautostrassen können von Linienbussen mitbenutzt werden, und die Haltestellen können sich im erweiterten Strassenraum befinden.

Figur 24
Beispiel einer Bushaltestelle an einer Autostrasse (Stuttgart)

Diese Lösung dürfte selbst auf einer Autobahn vertretbar sein.

Foto: W. Berg

Hauptsächliche Anwendungsbereiche

Der Ausbaustandard „Agglomerationsautostrasse“ an Stelle der „Agglomerationsautobahn“ empfiehlt sich insbesondere dort, wo eine grosse Flexibilität der Trassierung, ein hoher Anspruch an die Steuerung oder beides gefordert ist. Auch bei längeren Tunnels weist dieser Typ wegen den vielfältigeren Möglichkeiten der Steuerung Vorteile auf. (Vgl. auch Ziffer 3.3.2)

Bei radialen Zubringern in die Stadtzentren bilden „Agglomerationsautostrassen“ den idealen Übergang von Nationalstrassen 1. und 2. Klasse oder von Agglomerationsautobahnen zu städtischen Gemischtverkehrsstrassen hoher Leistung.

Wechselsignale für die Höchstgeschwindigkeit können die Möglichkeit schaffen, das Geschwindigkeitsniveau der jeweiligen Verkehrsdichte und der Staugefahr anzupassen. Tiefere Höchstgeschwindigkeiten in Zeiten von Staugefahr oder hohen Verkehrsdichten mit erhöhter Unfallgefahr können sich verstärkt in den Portalbereichen von Tunnels aufdrängen (um der dort erhöhten Unfallgefahr als Folge von unterschiedlichem Adaptionsvermögen zu begegnen).

8. Offene Fragen

Wie im Kapitel 1.4 Abgrenzung ausgeführt, wurde auftragsgemäss nicht beachtet, wem die Strasse gehört (National- oder Kantonsstrasse). Planungsrechtliche und politische Fragen blieben damit ausgeklammert. Auch wurde nicht untersucht, in wie weit Anpassungen beim Strassenverkehrsgesetz oder bei anderen Erlassen nötig werden. Diesbezüglich gibt es viele noch offene Fragen.

Das gleiche gilt für die Bezüge zur Siedlungs- und Raumplanung. Dringend wäre zu klären, wie siedlungs- und raumplanerisch auf den an die Hochleistungsstrassen anschliessenden Arealen reagiert werden soll.

So dann wurden die Aspekte der Verkehrstelematik nicht untersucht. Eine Behandlung des Themas hätte erfordert, dass man sich umfassend mit der Telematik sowohl des Hochleistungstrassennetzes wie auch der städtischen Strassennetze befassen müsste. Dies hätte den Rahmen dieser Arbeit gesprengt.

Offenkundig ist sodann, dass in der vorliegenden Arbeit nicht jene Detaillierung erreicht werden konnte, wie wir sie bei den Vorgaben des Bundes[60] und bei den einschlägigen VSS-Normen finden.

Im Kern geht es jedoch darum, Lösungen zu finden, wie man mit Stau umgehen will, welcher zugleich das Hochleistungsstrassennetz wie auch das Hauptstrassennetz in Agglomerationen in seinen Funktionsfähigkeit gefährdet. Lokale Gegebenheiten haben einen erheblichen Einfluss. Mit Pilotprojekten müssen Erfahrungen gesammelt werden.

Aber nicht bei allen Fragen muss man auf Pilotprojekte warten.

- Verzicht auf Standstreifen resp. der Umnutzung zu Fahrstreifen (und ihr Ersatz durch Nothaltebuchten)
  Das Netz der schweizerischen Hochleistungsstrassen weist auf der einen Seite eine Vielzahl von Abschnitten mit sehr unterschiedlichen lokalen Gegebenheiten auf, bei denen auf den Standstreifen verzichtet wurde oder er nachträglich zu einem Fahrstreifen umgenutzt wurde.
  Auf der anderen Seite bestehen grosse Befürchtungen hinsichtlich Sicherheit, Unterhalt, Notfalldiensten und Erneuerung.
  Eine umfassende Analyse der bestehenden Fälle könnte die Situation klären, Grundlagen für Planungsentscheide liefern und helfen Widerstände abzubauen.
  Zu unterscheiden ist zwischen einem Verzicht auf einen Standstreifen aus Kostengründen oder wegen den Platzverhältnissen und der Umnutzung bei einem zusätzlichen Fahrstreifen um bestehende Probleme (besonders Stauprobleme) zu lösen.

60 Insbesondere ASTRA [2002]; auf Seite 5ff findet sich eine Zusammenstellung weiterführender Richtlinien, Grundlagen, Normen etc.

Dabei ist auch zu untersuchen, ob (allenfalls in welchen Fällen) das von verschiedenen Autoren geforderte Überholverbot für Lastwagen tatsächlich nötig ist.
Ferner sind die Anforderungen an die Nothaltebuchten zu untersuchen, insbesondere die Abstände.
Die Frage eines Verzichts auf den Standstreifen kann grosse finanzielle Konsequenzen haben, weshalb Forschung in diesem Bereich dringlich ist.
Es bestehen Abhängigkeiten zu den nachfolgenden Themen.

- Fahrstreifenbreiten
  Zusätzliche Untersuchungen sind nötig, da die gültigen Richtlinien sowie die Normen und die praktische Erfahrungen weit auseinander liegen und das gewählte Mass grosse Auswirkungen auf die Kosten hat. Einflussparameter können u.a. Geschwindigkeit und Verkehrsmengen sein. Zu beachten ist der Nachtbetrieb.

- Anschlussdichte und Verflechtungsvorgänge
  Mehr Anschlüsse in den Agglomerationen führen zu kürzeren Abständen zwischen den Anschlüssen. Damit wird die Berechnung der Leistungsfähigkeit von Verflechtungsstrecken an Bedeutung gewinnen. R. Keller schreibt über Verflechtungsstrecken und -längen:[61]
  „Die Datenlage reicht nicht aus um einen Normvorschlag .... zu begründen. Als Stütze kann einerseits das deutsche Handbuch[62] dienen. Andererseits kann für grobe Abschätzungen das Berechnungsverfahren für Einfahrten in Hochleistungsstrassen benutzt werden.“
  Es interessieren zudem die minimal zulässigen Abstände in Abhängigkeit der zulässigen Höchstgeschwindigkeit sind
  Es ist zu prüfen, wie die Wissenslücke geschlossen werden kann und soll (u.a. Fallbeispiele).

- Stauverlagerungen und Stauräume
  Die Bereitstellung ausreichender Stauräume hat bei Hochleistungsstrassen in Agglomerationen grosse Bedeutung. Die Methodik zur Dimensionierung (Abschätzung) muss vertieft werden.

- Überstaute Anschlüsse, Anschlussbewirtschaftung
  Überstaute Anschlüsse werden sich in Zukunft häufen, so dass die Anschlussbewirtschaftung an Bedeutung gewinnen wird. Eine Vertiefung dieses Aspekts erscheint zweckmässig, wobei ein erster Schritt eine Beispielsammlung sein könnte.

---

61 R. Keller [2002] , Seiten 30 und 31

62 Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen, Schlussbericht Juli 1998; W. Brilon et al., Ruhr-Universität Bochum, April 1999

9. Umsetzung

Die Umsetzung betrifft drei Ebenen:

- Der Konsens über Ausgangslage und Ziele
- Die formale Ebene (Normen)
- Die situative Umsetzung (auch Erfahrungen sammeln) im Rahmen von Erneuerungen und Netzergänzungen sowie bei akutem Handlungsbedarf (Stausituationen, Gefahrenstellen)

Konsens über Ausgangslage und Ziele

Die Anforderungen der Agglomerationen wie auch das tatsächliche Verkehrsgeschehen auf den Hochleistungsstrassen in den Agglomerationen sowie auf dem sie umgebenden lokalen Strassennetz müssen besser berücksichtigt werden. Eine viel engere Einbindung der Hochleistungsstrassen in das Lokalstrassennetz drängt sich auf, ein Strassennetz welches während den Verkehrsspitzen überlastet und damit von Staus geprägt ist. Hochleistungsstrassen in Agglomerationen dienen vor allem dem Ziel-, Quell- und Binnenverkehr der Agglomerationen. Die Umsetzung beginnt mit der Notwendigkeit eines Konsenses über diese Ausgangslage und die daraus abzuleitenden Zielsetzungen gemäss Kapitel 4.

Ausgangslage:
Hochleistungstrassen in Agglomerationen sind Teil des während den Verkehrsspitzen überlasteten Agglomerationsstrassennetzes. Kapazitätserhöhungen führen vor allem zu Verkehrsverlagerungen beim Individualverkehr durch andere Routen und Zeitpunkte der Fahrten sowie durch vermehrte Benutzung des Autos anstelle des öffentlichen Verkehrs. Die Staus können durch Kapazitätserhöhungen nicht auf Dauer und flächendeckend beseitigt werden. Nach einer allfälligen Verkürzung der Staudauer werden erfahrungsgemäss sehr bald wieder die Verhältnisse vor der Kapazitätserhöhung erreicht.

Zielsetzungen:
Hochleistungsstrassen in Agglomerationen sollen den Verkehr bündeln, so dass das lokale Strassennetz seine Funktionen im Siedlungsraum optimal und siedlungsgerecht wahrnehmen kann. Höhere Geschwindigkeiten als auf parallelen Routen des Lokalstrassenetzes sind nötig. Signalisierte Höchstgeschwindigkeiten von etwa 50 bis 80 km/h sind dazu ausreichend. Leistung hat jedoch klaren Vorrang gegenüber hoher Geschwindigkeit. Staus im System der Agglomerationshochleistungsstrassen sind unvermeidbar. Es kann jedoch sinnvoll sein, sie in Pufferräumen bei den Anschlüssen zu konzentrieren.

Normen und andere formale Voraussetzungen

Naheliegenderweise fehlen für die neuen „Fälle“ die entsprechenden, spezifischen Richtlinien und Normen. Im Vordergrund stehen analoge Vorgaben zur Richtlinie „Normalprofile, Rastplätze und Raststätten der Nationalstrassen“[63] sowie die Berücksichtigung in den VSS-Normen. Um Erfahrungen zu sammeln und im Sinne eines Proviso-

63 ASTRA [2002]

riums kann aber auf den bestehenden Normen unter Berücksichtigung der gemachten Darlegungen aufgebaut werden.

Planungsrechtliche und politische Fragen sind nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Es wurde auch nicht untersucht, in wie weit Anpassungen beim Strassenverkehrsgesetz oder bei anderen Erlassen nötig werden. Entsprechende Abklärungen und allenfalls Anpassungen sind notwendig.

Situative Umsetzung

Die Verkehrserschliessung der Agglomerationen weist offenkundig Defizite auf. Das Verkehrswachstum – ausgelöst durch die Siedlungsentwicklung - verschärft diese Defizite. Der Ausbau des öffentlichen Verkehrs dämpft das Wachstum des Individualverkehrs, macht die Anpassung der Strasseninfrastruktur aber nicht überflüssig. Die Hochleistungsstrassen in den Agglomerationen müssen den Individualverkehr bündeln und so die Siedlungsgebiete selbst vom gebietsfremden Verkehr entlasten damit

- eine hohe Siedlungsqualität,
- ein störungsarmer öffentlicher Verkehr,
- eine funktionierende Feinerschliessung

gewährleistet werden können.

Die übergeordnete Planung auf Stufe der Hochleistungsstrassen in den Agglomerationen setzt Rahmenbedingungen für die Beseitigung von bestehenden Defiziten und für zukunftsgerichtete Planungen in den erwähnten Bereichen.

Mit der Überprüfung der Funktion und Infrastruktur der städtischen Autobahnen darf nicht zugewartet werden, sondern sie muss jetzt vorausschauend erfolgen, damit die regionale Siedlungs- und Verkehrsplanung darauf aufbauen kann. Die Frage von zusätzlichen Anschlüssen oder gar Netzergänzungen muss daher jetzt angegangen werden. Andernfalls werden die örtlichen und regionalen Planungen blockiert.

An verschiedenen Stellen wurde darauf hingewiesen, dass es sich beim vorgeschlagenen Lösungsansatz, die Staus in Pufferräumen bei den Anschlüssen zu konzentrieren, um ein aus Beobachtungen, realisierten Teilelementen (Rampmetering) und theoretischen Überlegungen hergeleitetes Konzept handelt, welches als umfassende Lösung in einer Agglomeration noch nicht verwirklicht wurde. Eine erste Umsetzung wird gezwungenermassen den Charakter eines Pilotprojekts haben.

Auch bei den weniger einschneidenden Vorschlägen werden Erfahrungen zu sammeln sein. Die Vorschläge sind also bei künftigen Planung in der Praxis auf ihre Machbarkeit und Wirkung zu testen.

Anpassungen bei Erneuerungsarbeiten

Sodann stehen Erneuerungsarbeiten an Autobahnen an. Seit deren Planung sind Jahrzehnte vergangen und damit haben sich die Randbedingungen vielfach grundlegend geändert. Bevor Erneuerungsarbeiten an Hochleistungsstrassen in Agglomerationsnähe in Angriff genommen werden, sollte abgeklärt werden, ob sie in der Zukunft in

den Sog der Agglomerationen gelangen können und eine Anpassung des Ausbaustandards und des Betriebs auf ein staufreies Durchleiten ausgerichtet werden soll und kann oder ob die Sachzwänge ein Zurücknehmen des Anforderungsprofils nötig oder zweckmässig machen.

Verkehrskorridore für Netzergänzungen freihalten

Die Vergangenheit hat gezeigt, dass die Bereitstellung der Verkehrsinfrastruktur meist der Siedlungsentwicklung nachhinkt. Wenn die Siedlungsentwicklung bereits stattgefunden hat, ist es schwierig und teuer, die ergänzende Verkehrsinfrastruktur zu realisieren. Dies gilt natürlich auch (und wegen den hohen Trassierungsanforderungen besonders) für Agglomerationsautobahnen und –strassen. Die Planungsrechtlichen Instrumente genügen allerdings nicht für langfristige Trassesicherungen.

Besonderes Augenmerk verdienen zusätzliche, weiter aussen liegende Ringe. Sie müssen gegebenenfalls den grossräumigen Durchgangsverkehr aufnehmen und sollten daher den Trassierungsanforderungen der herkömmlichen Autobahnen genügen.

Auch für nicht städtische Autobahnen Trassierungsvorgaben anpassen

An dieser Stelle sei die Frage erlaubt, ob nicht auch die Trassierungsvorgaben für die nicht städtischen Autobahnen herabgesetzt werden sollten. Auf der einen Seite wurde das Nationalstrassennetz ursprünglich ohne Geschwindigkeitslimiten geplant. Auf der anderen Seite hat im Mittelland eine gewaltige Siedlungsentwicklung statt gefunden, hin in Richtung einer beinahe durchgehenden Agglomeration zwischen dem Genfersee und dem Bodensee. Eine verstärkte Optimierung hinsichtlich Leistung und zu Lasten der Geschwindigkeit drängt sich auf.

Literatur

ASTRA [2002]
Nationalstrassenprojekte
Richtlinie über die Normalprofile, die Rastplätze und die Raststätten der Nationalstrassen
Bundesamt für Strassen ASTRA, Ausgabe 1.01.2002

Balsari & Schudel [1990]
Voraussetzungen für Strassenknoten in Tunneln und Galerien
VSS Forschungsauftrag 18/87
Schriftenreihe des Bundesamts für Strassen
Mai 1990

B+S Ingenieur AG / Rapp AG [2000]
Klassifizierung des Trans European Road Network (TREN) in der Schweiz und weiterer Handlungsbedarf
VSS Forschungsauftrag 08/99
Mai 2000

Baudepartement des Kantons Aargau, Verkehrsplanung [1993]
Verkehrserhebung vom 4. Mai 1993 in Baden
Aarau, 10. Juni 1993 VP/öV/Be/TO

Berg, W. [1993]
Äussere Grenzen der Mobilität
VSS Forschungsauftrag 5/89
Schriftenreihe des Bundesamts für Strassen Nr. 274
April 1993

Berg, W., Bärtsch D. [1995]
Einfluss von Strassenkapazitätsänderungen auf das Verkehrsgeschehen
SVI Forschungsauftrag 43/91
Schriftenreihe des Bundesamts für Strassen Nr. 369
September 1995

Berg, W. [2001]
Intermodale Leistungsfähigkeit an Lichtsignalanlagen
Im Auftrag von: Stadtpolizei Zürich, Abteilung für Verkehr
Zürich, 7. März 2001

Brilon, W. [1999]
Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen
Ruhr-Universität Bochum, April 1999

Brilon, W. [2001]
Erfahrungen mit Verkehrsbeeinflussungssystemen
In: Verkehrssysteme; Notwendigkeit, Möglichkeiten und Grenzen der Verkehrsbeeinflussung im Individualverkehr
IVT-ETHZ, Zürich, Februar 2001

Bühlmann F. [2000]
Anordnung örtlicher Überholverbote für Lastwagen auf Autobahnen und Autostrassen
Bundesamt für Strassen (ASTRA)
15. September 2000

Bundesamt für Strassen [2002]
Richtlinie „Normalprofile, Rastplätze und Raststätten der Nationalstrassen
Bern, Ausgabe 1.01.2002

Bundesamt für Strassen [2004]
Schlussbericht KABEWISTRA
Kapazitätsbewirtschaftung von Strassen gesamtschweizerischer Bedeutung
Bern, 4. Mai 2004

Crottaz, R. [1990]
Nécessité d'une bande d'arrêt d'urgence sur les autoroutes à 2x3 voies
Forschungsauftrag 53/89 im Auftrag des Bundesamtes für Strassen
Schriftenreihe des Bundesamts für Strassen
September 1990

Dietrich K., Rotach M., Boppart E. [1998]
Strassenprojektierung
IVT-ETHZ 1998

Flamm M., Wagner C., De Tommasi R. [1999]
Möglichkeiten des kommunalen Mobilitätsmanagements am Beispiel der Informationsabgabe an Neuzuzüger
Demonstrationsvorhaben in Zürich, Dietikon und Dübendorf
ARGE synergo-Mobility
Zürich, Luzern, Oktober 1999

Frey, H. , Grieder, M. [1995]
Belagserneuerung auf der N2
Strasse und Verkehr 5/95, Seite 229ff

Gambard, J.M. [1995]
Conception et architecture des voies urbaines
Comité technique AIPCR de la Ville
Rapport du Groupe de travail 10.08.B

Hansen, I.; Westland D. [1998]
Verkehrsstaus rational betrachtet
Strassenverkehrstechnik 11/98 Seite 586ff

Hansen, I., Broeren, P. (1999)
Pufferräume als Mittel gegen unnötigen Verkehrsstau
Strassenverkehrstechnik 6/99, Seite 266ff

Hartkopf, G. [2000]
Umnutzung von Standstreifen
Ehrenkolloquium Weise „Entwicklungstendenzen in der Strassenplanung“ am 24. und 25.11.2000 in Dresden.
Bundesanstalt für Strassewesen, Bergisch Gladbach, 5.12.2000

Heidemann, D. u.a. [1999]
Standstreifen und Verkehrssicherheit auf BAB Teil II: Statistische Analyse
Strassenverkehrstechnik 6/99, Seite 284ff

Hupfer (1991)
Verkehrliche Auswirkungen der Sperrung von Hauptverkehrsstrassen
Das Beispiel Untermainbrücke in Franfurt am Main
Universität Kaiserslautern, Fachgebiet Verkehrswesen
Kaiserslautern, September 1991

Integriertes Verkehrsmanagement IVM (Zürich)
- Gesamtkonzept
- Gesamtkonzept: Teilbericht Gebiet Zürich Ost
- Gesamtkonzept: Teilbericht Hochleistungsstrassen

Zürich, 2000

Integriertes Verkehrsmanagement IVM (Zürich)
- INFO Nr. 3

Zürich, Mai 2000

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

Kellermann, G. [2002]
Erkenntnisse zum Lkw-Überholverbot auf Autobahnen
Strasse und Verkehr 7/8 02, Seite 308 ff

Lindenmann, H.P. , Weber, R u.a. [2000]
Unfallgeschehen auf stark belasteten Autobahnen
IVT-ETHZ, Zürich, September 2000

Lindenmann, H.P. [2001]
Unfallgeschehen auf stark belasteten Autobahnen – Anforderung an die Verkehrsbeeinflussung
In: Verkehrssysteme; Notwendigkeit, Möglichkeiten und Grenzen der Verkehrsbeeinflussung im Individualverkehr
IVT-ETHZ, Zürich, Februar 2001

Meier, E., [1989]
Neuverkehr infolge Ausbau und Veränderung des Verkehrssystems
Schriftenreihe des IVT Nr. 81

Metron [1992]
Der regionale öffentliche Personenverkehr: Seine Auswirkungen auf die Siedlungsstruktur und die Regionalwirtschaft
Metron August 1992

Möller, B., Rheinländer, J.-H. [1999]
Strategien an hoch belasteten BAB-Anschlussstellen
Bundesministerium für Verkehr, Bonn November 1999
Zusammenfassung in: Informationen Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen – Teil Strassenbau und Strassenverkehrstechnik IV – 69. Lfg.

Pitzinger, P., Spacek, P. [2000]
Verkehrsbeeinflussungssystem Zürich Nord
Konzept und Vorprojekt, Zusammenfassung
Im Auftrag von Tiefbauamt des Kantons Zürich und Kantonspolizei Zürich, November 2000

Pitzinger, P. [2000]
Rampenbewirtschaftung
VSS Forschungsauftrag 22/99
Schriftenreihe des Bundesamts für Strassen Nr. 481
Dezember 2000

Pitzinger, P., Spacek, P. [2001]
Erfahrung mit Rampenbewirtschaftungen in der Schweiz
Strasse und Verkehr 02/2001 S. 46

Pitzinger, P. [2001]
Verkehrsbewirtschaftung durch Rampenbewirtschaftung
In: Verkehrssysteme; Notwendigkeit, Möglichkeiten und Grenzen der Verkehrsbeeinflussung im Individualverkehr
IVT-ETHZ, Zürich, Februar 2001

Rapp Ingenieure und Planer [2001]
Besetzungsgrad von Personenwagen:
Analyse von Bestimmungsgrössen und Beurteilung von Massnahmen zu dessen Erhöhung.

Rapp Ingenieure und Planer [2002]
Voraussetzungen für die dynamische Umwidmung von Standstreifen zu Fahrstreifen auf Autobahnen
Forschungsauftrag VSS 1999/218
Schriftenreihe des Bundesamts für Strassen Nr. 1009
Juni 2002

Rudolf Keller AG [2002]
Verfahren zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit, der Verkehrsqualität und der Belastbarkeit von Verkehrsanlagen
VSS Forschungsauftrag 1995/023 (17/95)

Schriftenreihe des Bundesamts für Strassen Nr. 1031
Oktober 2002

Sachplan Strasse [2002]
Konzeptteil (Teile I –IV und Anhänge)
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
Vernehmlassungsentwurf
September 2002

Schneider, S., Gutscher, H., Rüde, H. [2000]
Engpass Baregg – gemeinsam den Stau
Strasse und Verkehr 7/2000, Seite 264ff

Schönharting, J. [1991]
Conception des réseaux de voiries urbaines
Comité technique AIPCR de la Route en Milieu urbain 10.04.B

Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu [2002]
Erarbeitung der Grundlagen für eine Strassenverkehrssicherheitspolitik des Bundes
Forschungsauftrag ASTRA 2000/447 auf Antrag des ASTRA, Bern, Mai 2002

Socialdata [1993]
Mobilität in Zürich, „Verhalten“
Bauamt der Stadt Zürich Juni 1993

Socialdata [1994]
Mobilität in Zürich, „Potentiale“
Bauamt der Stadt Zürich Januar 1994

Spacek, P. [2000]
Trassierungselemente und Geschwindigkeit
Strasse und Verkehr 12/2000 S. 434

Stöckli, M. [2001]
Verkehrsbeeinflussungssystem Bern Nord (Grauholz)
In: Verkehrssysteme; Notwendigkeit, Möglichkeiten und Grenzen der Verkehrsbeeinflussung im Individualverkehr
IVT-ETHZ, Zürich, Februar 2001

Vössing, H. [2001]
Sicherheitsbelange bei der Umnutzung von BAB-Standstreifen zu einem weiteren Fahrstreifen
Im Auftrag der Bundesanstalt für Strassenwesen, Bergisch Gladbach
Düsseldorf, Juni 2001

VSS-Norm 640 017a
Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit
Grundlagennorm
Zürich, Dezember 1998

VSS-Norm 640 023
Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Knoten mit Lichtsignalanlagen
Zürich, August 1999

VSS-Norm 640 041
Projektierung, Grundlagen
Strassentyp: Hochleistungsstrassen
Zürich 1999

VSS-Norm 640 090b
Projektierung, Grundlagen
Sichtweiten
Zürich, Juli 2001

VSS-Norm 640 100
Elemente der horizontalen Linienführung
Zürich 1996

VSS-Norm 640 110
Elemente der Vertikalen Linienführung
Zürich 1983

VSS-Norm 640 200
Geometrische Normalprofile
Grundsätze
Zürich 1992

VSS-Norm 640 201
Geometrische Normalprofile
Grundabmessungen
Zürich 1992

VSS-Norm 640 833
Lichtsignalanlagen; Nutzen
Zürich 1996

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, Sigmaplan 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 Wanderungsmobilität**
(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)
erschienen 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'OFEFP

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)
erschienen 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 **Gesetzmässigkeiten 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 Entscheidvariable: 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 Personenwagen:** 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 lichtsignalgeregelten 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 Personenwagen**
(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 **Carreiseverkehr: 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 **Determinaten 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