

# **Besetzungsgrad von Personenwagen: Analyse der Bestimmungsgrößen und Beurteilung von Massnahmen zu dessen Erhöhung**

**Taux d'occupation des véhicules privés:  
Analyse des facteurs de détermination et évaluation  
des mesures pour son augmentation**

**RAPP AG Ingenieure + Planer, Basel  
P. Rapp, dipl. Bauing. ETH  
S. Loewenguth, lic. rer. pol.  
C. Fiedler, dipl. Betriebswirt**

**Forschungsauftrag 42/97 auf Antrag der  
Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI)**

**Januar 2001**

**Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI)**

**Besetzungsgrad von Personenwagen:  
Analyse der Bestimmungsgrößen und Beurteilung  
von Massnahmen zu dessen Erhöhung**

Januar 2001

**Bericht-Nr. 23.032-001/PR/Loe/CF**

**RAPP AG Ingenieure und Planer**

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>Z 1-2</b>	
<b>Résumé</b>	<b>Z 3-4</b>	
<b>Summary</b>	<b>Z 5-6</b>	
<b>Teil I: Ausgangslage und Problemstellung</b>		
<b>1</b>	<b>Anlass, Ziel und Untersuchungsgegenstand</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grobaufbau</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Begriffsdefinition des BGP</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Bisherige und absehbare Entwicklung des BGP</b>	<b>2</b>
4.1	Entwicklung und Stand in der Schweiz	2
4.2	Auswertung des Mikrozensus Verkehr 1994	4
4.3	Vergleich mit dem Ausland (Europa)	9
4.4	Entwicklungstendenzen	9
4.5	Ursachen des sinkenden BGP	10
<b>5</b>	<b>Mit dem tiefen BGP verbundene Problematik und deren Tragweite</b>	<b>11</b>
5.1	Zunehmende Überlastung des schweizerischen Strassennetzes	11
5.2	Pendlerverkehr als hauptverantwortlicher Verkehrszweck des tiefen BGP	12
5.3	Tiefer BGP als mitverantwortlicher Faktor für das Entstehen volkswirtschaftlicher Kosten	13
5.4	Ausmass und Tragweite der volkswirtschaftlichen Kosten	14
5.5	Neue Ansätze zur Problembewältigung	14
<b>6</b>	<b>Bisherige Erfahrungen bei Versuchen zur Erhöhung des BGP</b>	<b>15</b>
6.1	Schweiz	15
6.2	Europa	17
6.3	Nordamerika	19
<b>7</b>	<b>Zielsystem zur Erhöhung des BGP in der Schweiz</b>	<b>21</b>
7.1	Übersicht über die Zielhierarchie	21
7.2	Bedingungen zur Zielerreichung und Zieleinschränkungen	23
7.3	Erhöhung des BGP und öffentlicher Verkehr: ein Zielkonflikt?	24
7.4	Departementsstrategie UVEK	25
<b>8</b>	<b>Möglichkeiten zur Beeinflussung des BGP</b>	<b>26</b>
8.1	Einfaches intramodales Entscheidungsmodell	26
8.2	Ableitung der BGP-Beeinflussungsparameter über eine Kosten-/Nutzenbetrachtung	27
8.3	Ansatzebenen zur Beeinflussung des Besetzungsgrades	30
8.4	Zuordnung der Beeinflussungsparameter zu Massnahmen-Ansatzebenen	33
<b>9</b>	<b>Denkbare Massnahmen zur Erhöhung des BGP in der Schweiz</b>	<b>34</b>

9.1	Massnahmenübersicht	34
9.2	Massnahmenbeschrieb und deren rechtliche Machbarkeit	35
<b>10</b>	<b>Beurteilung und Evaluation der Massnahmen</b>	<b>39</b>
10.1	Kriterien zur Massnahmenbeurteilung und deren theoretische Quantifizierungseinheiten	39
10.2	Beurteilung der Massnahmen anhand der definierten Kriterien und Erfolgsfaktoren: Übersicht über die Beurteilungsprofile	41
10.3	Evaluation der Massnahmen	42
<b>11</b>	<b>Generelle Anwendungsmöglichkeiten von HOV-Streifen in der Schweiz und Auswahl von zwei zu untersuchenden Standardsituationen</b>	<b>47</b>
11.1	Ausgangslage	47
11.2	Überblick über generelle Anwendungsmöglichkeiten von HOV-Streifen	48
11.3	Überblick über Einrichtungs- und Anordnungsmöglichkeiten von HOV-Streifen	49
11.4	Auswahl zweier Standardsituationen zur vertieften Untersuchung	49
<b>12</b>	<b>Definition der verkehrlichen Charakteristiken für die zu untersuchenden Standardsituationen</b>	<b>51</b>
12.1	Annahme bezüglich gemeinsamer Charakteristiken der Standardsituationen	51
12.2	Gemeinsame Charakteristiken der Standardsituationen	51
<b>13</b>	<b>Standardsituation 1: Autobahn mit Verengung der Fahrbahn von 3 auf 2 Fahrstreifen</b>	<b>54</b>
13.1	Beschrieb des Basis-Designs und der HOV-Einrichtung	55
13.2	Festlegung der technischen Disposition und der Berechnungsparameter der Standardsituation 1	56
13.3	Verkehrliche Beurteilung mit und ohne HOV-Streifen	60
13.4	Gesamtbeurteilung der Standardsituation 1	66
<b>14</b>	<b>Standardsituation 2: Lichtsignalgesteuerter Knoten (Pfortner) auf einer (pro Richtung) einstreifigen Einfallsachse mit HOV-Streifen</b>	<b>67</b>
14.1	Beschrieb des Basis-Designs (inkl. Prinzipskizze)	67
14.2	Festlegung der technischen Disposition und der Berechnungsparameter der Standardsituation 2	68
14.3	Verkehrliche Beurteilung mit und ohne HOV-Privilegierung	70
14.4	Gesamtbeurteilung der Standardsituation 2	74
<b>15</b>	<b>Rechtliche Machbarkeit von HOV-Streifen in der Schweiz</b>	<b>75</b>
15.1	Bestehende Rechtsgrundlagen und deren Beurteilung im Hinblick auf die Einführung von HOV-Streifen	75
15.2	Rechtlicher Anpassungsbedarf	77
15.3	Normierung von HOV-Streifen	78
15.4	Fixe oder variable Verkehrsbeeinflussung	78
<b>16</b>	<b>Vollzugsseitige Beurteilung von HOV-Streifen in der Schweiz</b>	<b>79</b>
16.1	Funktionelle Elemente des Vollzugs	79

16.2	Möglichkeiten und Techniken zur Kontrolle/Überwachung des PW-Besetzungsgrades auf HOV-Streifen	80
16.3	Durchsetzung des Vollzugs bei Zuwiderhandlung/Missachtung: Enforcement	81
16.4	Beurteilung möglicher HOV-Überwachungssysteme	82
16.5	HOV-Überwachung und Enforcement im Ausland	84
<b>17</b>	<b>Akzeptanz von HOV-Streifen durch die PW-Benutzer</b>	<b>84</b>
17.1	Ergebnisse bisheriger Befragungen in der Schweiz	84
17.2	Bedingungen und Ansätze zur Erreichung der Akzeptanz und der politischen Machbarkeit	85
<b>18</b>	<b>Review der Berichtsteile I bis III</b>	<b>87</b>
18.1	Tiefer BGP und tägliche Verkehrsspitzen als Hauptverursacher von Kapazitätsengpässen	87
18.2	Ineffiziente und unökologische Produktion des Gutes „Privater motorisierter Personentransport“	87
18.3	Trend des anhaltenden Verkehrswachstums und sinkenden BGP ungebrochen	87
18.4	Wünschbarkeit einer Erhöhung des BGP aus Sicht der (offiziellen) Verkehrspolitik	88
18.5	Wünschbarkeit einer Erhöhung des BGP aus Sicht der Betroffenen	88
18.6	Massnahmen zur Erhöhung des Besetzungsgrades	88
18.7	Beurteilung von HOV-Streifen als erfolgversprechendste Einzelmassnahme	89
18.8	Review der qualitativ beurteilten Massnahmen zur Erhöhung des BGP	92
<b>19</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>93</b>
<b>20</b>	<b>Empfehlungen an die Verkehrspolitik</b>	<b>95</b>
20.1	Gesamtheitliches, angebotsorientiertes Mobilitätsmanagement	95
20.2	Voraussetzungen für die Bereitschaft zu einer neuen Verkehrspolitik	96
20.3	Mögliche Keimzellen einer neuen Verkehrspolitik	97
20.4	Empfehlungen bezüglich Einrichtung von HOV-Streifen	98

## Beilagenverzeichnis

- Beilage A: Abkürzungsverzeichnis und Begriffserläuterungen
- Beilage B: Inhaltsübersicht und Kurzfassung der Studie „Carpooling: Massnahmen zur Erhöhung des Besetzungsgrades von Fahrzeugen“ (Nationales Forschungsprogramm 41, Bericht A6)
- Beilage C: Qualitative Beurteilung einzelner Massnahmen zu Erhöhung des BGP
- Beilage D: Berechnungen zu den HOV-Standardsituationen 1 und 2
- Beilage E: Literaturverzeichnis

## Zusammenfassung

Der **durchschnittliche (nach Fahrlänge ungewichtete) Besetzungsgrad von Personenwagen (BGP)** ist in der Schweiz innerhalb der letzten Jahrzehnte von über 2 Personen auf heute rund **1.5 Personen** gesunken. Einen besonders tiefen BGP weist der Pendlerverkehr (Arbeit + Ausbildung) aus. Auswertungen des Mikrozensus Verkehr nach verschiedenen Kriterien erlauben differenziertere Betrachtungen, fördern aber wenig Erkenntnisse zu den Beeinflussungsgrössen des BGP zu Tage.

Der sinkende BGP ist auf die zunehmende Mobilität und den gestiegenen Motorisierungsgrad zurückzuführen. Er ist mit dafür verantwortlich, dass **Kapazitätsengpässe** auftreten und **hohe volkswirtschaftliche Kosten** anfallen. Mit dem tiefen BGP werden knappe Kapazitäten ineffizient genutzt und Ressourcen verschwendet. Da keine Trendwende abzusehen ist, gleichzeitig aber auch der weitere Ausbau der Verkehrsinfrastrukturen auf Widerstand stösst und ausserordentlich kostspielig ist, stellt sich die **Frage nach korrigierenden verkehrspolitischen und -technischen Eingriffen**, die zu einer Erhöhung des BGP beitragen.

Die Erhöhung des BGP ist praktisch ein Synonym für die **Bildung von Fahrgemeinschaften (Carpooling)**. Sie darf **kein Selbstzweck** sein, sondern muss sich innerhalb eines **übergeordneten verkehrspolitischen Zielsystems** bewegen, welches ausschliesst, dass lediglich „unnötige“ Mobilität (mehr Personenkilometer) entsteht oder sich Fahrgemeinschaften auf Kosten der umweltfreundlichen Verkehrsmittel (OeV, Velo- oder Fussgängerverkehr) bilden.

In der Schweiz, in Europa und Nordamerika bestehen bereits diverse **Erfahrungen** mit Projekten zur Erhöhung des BGP. Die Bilanz der bisherigen Versuche in unseren Breitengraden sieht - abgesehen von gewissen Erfolgen in den USA und in einzelnen Städten Europas – **grösstenteils ernüchternd** aus. Viele Massnahmen scheitern an Mentalitäten, an räumlich-infrastrukturellen Bedingungen oder an ungenügender Kommunikation. Generell schneiden Massnahmen, die eine **Verhaltensänderung mittels konkreter Anreize** (finanzielle Einsparungen, Zeitgewinne) anstreben, besser ab als Massnahmen, welche lediglich an die Vernunft des Menschen appellieren. Es zeigt sich auch eine grosse Diskrepanz zwischen der generellen, in der Tendenz solche Massnahmen befürwortenden Einstellung und dem effektiven Verhalten des einzelnen Verkehrsteilnehmers.

Für die **Schweiz** bietet sich eine **Palette denkbarer Massnahmen zur Erhöhung des BGP** an. Diese werden im Bericht grob skizziert und aufgrund eines Kriterienrasters bewertet, welcher als wichtigste Elemente die absolute Wirkung, die erreichbaren verkehrlichen Veränderungspotenziale, die Effizienz und die Machbarkeit einschliesst. Bei dieser **Evaluation und qualitativen Beurteilung** gelangen folgende Massnahmen in die engere Auswahl:

1. Einrichtung reservierter Streifen für höherbesetzte Fahrzeuge (high occupancy vehicles, HOV)
2. Generelle Verteuerung des motorisierten Individualverkehrs
3. Organisierter Autostopp mit speziell eingerichteten Haltepunkten
4. nach BGP differenzierte Zufahrts- und Fahrbeschränkungen
5. Road pricing mit Preisdifferenzierung zugunsten höherbesetzter Fahrzeuge

Die hier aufgeführte **Rangfolge ist nicht absolut zwingend**, weil die Bewertung in Bezug auf die Ausgestaltung der Massnahmen und auf die Bewertungskriterien mit Unschärfen belastet ist.

Als besonders erfolgversprechende Einzelmassnahme wurde die **Bevorzugung von HOV-Fahrzeugen auf reservierten Fahrstreifen vertieft untersucht**, mitunter auch, weil dieser Bereich in der Schweiz noch wenig erforscht ist und ein ganzes Spektrum von Anwendungsmöglichkeiten auf Autobahnen, Hauptstrassen, bei Ein- oder Zufahrten (Parkings, Autobahneinfahrten etc.) oder vor signalgesteuerten Knoten zulässt.

Die verkehrliche Wirkung und Machbarkeit von **HOV-Streifen in der Schweiz** wird anhand von **zwei Standardsituationen** analysiert:

- Autobahn mit Verengung der Fahrbahn von 3 auf 2 Fahrstreifen: HOV-Streifen vor der Fahrbahnverengung (Umwidmung eines Fahrstreifens)
- Hauptstrasse mit überlastetem Knoten: HOV-Streifen vor einer Lichtsignalanlage (zusätzlich angebrachter Streifen)

Die **erste Standardsituation** schneidet bei der Berechnung der Auswirkungen **sehr schlecht** ab. Es zeigt sich, dass eine HOV-Bevorzugung mittels umgewidmetem Fahrstreifen zu einer untragbaren Benachteiligung der tief besetzten Fahrzeuge führt und die gesamten Personenzahlen stark zunehmen. Im Pendlerverkehr ist der Ausgangszustand des heutigen BGP für die ausschliessliche Zurverfügungstellung eines Streifens viel zu tief.

Bei der **zweiten Standardsituation** sind dagegen **positive Effekte** zu erwarten. In Form von lokalen Einzelmassnahmen mögen HOV-Streifen wohl eine Sensibilisierung für das Problem der schwachen Fahrzeugauslastung bewirken, reichen jedoch für eine nachhaltige Erhöhung des durchschnittlichen BGP nicht aus. Dafür wären HOV-Streifen in einem erweiterten Kontext (flächendeckende Konzepte) einzurichten. Die Anwendungsmöglichkeiten vor Knoten oder bei Einfahrten (überall, wo Stau auftritt und sich ein Fahrstreifen anbringen oder ummarkieren lässt) scheinen zahlreich. Flankierend wären auch Massnahmen zur HOV-Bevorzugung am Anfang oder Ende der Fahrt (Parkraumbewirtschaftung) vorzusehen.

Die bestehenden Gesetzesgrundlagen lassen in der Schweiz HOV-Streifen zu. Es stellen sich ähnliche Ansprüche an eine Kontrolle und den Vollzug wie bei den Geschwindigkeitsvorschriften oder Fahrverboten. Neben den herkömmlichen Mitteln bieten sich dazu (in einer späteren Phase) neue technologische Mittel an. Darüberhinaus wäre bei einer Einführung von HOV-Streifen in der Schweiz erhebliche **Informations- bzw. Öffentlichkeitsarbeit** zu leisten.

Die Frage der BGP-Erhöhung kann aber nicht isoliert betrachtet und mit Einzelmassnahmen gelöst werden. Spürbare Erfolge setzen ein **langfristiges, konsistentes und sich synergetisch ergänzendes Mobilitätsmanagement** voraus. Zu stipulieren sind etwa dieselben grundsätzlichen Veränderungen unseres Mobilitätsverhaltens und eine Umkehr zu einer **angebotsorientierten Verkehrspolitik**, wie diese in zahlreichen theoretischen Arbeiten gefordert und teilweise in Leitbildern festgeschrieben werden. Die neuen Mittel der **Telematik** könnten eine solche Umkehr erleichtern.

## Résumé

Sans considération de la distance des trajets, le **taux d'occupation moyen des véhicules privés (TOV)** a baissé durant la dernière décennie de plus de 2 personnes à environ **1.5 personnes** actuellement. Le taux d'occupation est surtout très bas en ce qui concerne le trafic des pendulaires (travail et études). Les analyses du micro recensement selon différents critères permettent des avis divergents, mais apportent peu de connaissances quant aux facteurs d'influence du TOV.

La baisse du TOV est à mettre sur le compte de l'augmentation de la mobilité et de la motorisation croissante. Cette baisse cause l'apparition de **problèmes de capacité** et de **coûts sociaux élevés**. Quand le TOV est bas, la faible capacité est utilisée de manière inefficace avec un gaspillage des ressources. Comme un changement de comportement est peu probable, et qu'en même temps l'achèvement des infrastructures routières rencontre de la résistance et est très onéreux, la question se pose de savoir s'il n'est pas nécessaire de **prendre des mesures de correction politiques et techniques**, afin d'augmenter le TOV.

L'augmentation du TOV est synonyme à **la réalisation de co-voiturage (carpooling)**. Ce n'est **pas un but en soi**, mais ce système devrait **s'intégrer dans un système politique hiérarchique** qui ne permet pas une mobilité "inutile" (davantage de kilomètres voitures) et qui évite que le co-voiturage se fasse au détriment des moyens de transport favorables à l'environnement (TC, vélos, et piétons).

Des **expériences** avec des projets pour augmenter le TOV ont déjà été faites en Suisse, en Europe et en Amérique du Nord. Cependant, le bilan de ces expériences, mis à part quelques succès aux Etats-Unis et dans quelques villes en Europe, est **en majorité plutôt décevant**. Plusieurs mesures prises échouent à des mentalités des usagers, des conditions relatives à l'espace ou aux infrastructures ou d'un manque de communication. En général, les mesures visant à un **changement de comportement à l'aide de moyens concrets** (économies financières, gains de temps) sont mieux respectées que les mesures qui appellent à la raison de l'être humain. Un grand désaccord apparaît entre la position en faveur des mesures pour augmenter le TOV et le comportement effectif des divers usagers.

En **Suisse**, il existe un certain **choix de mesures envisageables pour augmenter le TOV** privés. Ces mesures sont esquissées dans le rapport de manière sommaire et évaluées sur la base d'un tableau de critères, qui inclut comme éléments les plus importants : l'efficacité, les potentiels de changement atteignables, l'efficience et la faisabilité. Dans **cette évaluation et analyse qualitative**, les mesures suivantes peuvent entrer en considération:

1. Réalisation de voies réservées pour des véhicules fortement occupés (high occupancy vehicles, HOV)
2. Renchérissement généralisé du trafic motorisé individuel
3. "Autostop" organisé avec des points d'arrêt équipés
4. Restriction d'accès et de circulation selon le TOV
5. "Road pricing" avec une différenciation de prix en faveur des véhicules fortement occupés

**La chronologie de ces points énumérés n'est pas impérative**, car l'évaluation, par rapport aux mesures et aux critères d'évaluation, présente des aspects peu clairs.

La mesure favorisant les véhicules avec un taux d'occupation élevé sur une **voie HOV a été examinée minutieusement**, car celle-ci n'a été analysée en Suisse que de manière superficielle, mais elle promet un large éventail d'application sur les autoroutes, les routes principales, aux entrées des autoroutes et aux accès des parkings, ou encore avant un carrefour signalé par une installation de signalisation lumineuse.

L'effet sur le trafic et la faisabilité des **voies HOV en Suisse est analysé sur la base de deux cas standards** :

- Autoroute avec un rétrécissement des voies de circulation de 3 à 2 voies: voie HOV avant le rétrécissement (changement d'affectation d'une voie de circulation)
- Sur une route principale avec un carrefour saturé: voie HOV avant l'installation de signalisation lumineuse (à l'aide d'une voie supplémentaire)

Lors de l'évaluation des effets, le **premier cas** standard s'est avéré très **mauvais**. Il apparaît que de donner des faveurs à des véhicules avec un taux d'occupation élevé au moyen de voies de circulation avec un changement d'affectation, amène des préjudices difficilement supportables par les véhicules moins occupés et rallonge globalement les temps de parcours des usagers. A l'état actuel, en ce qui concerne le trafic des pendulaires, la demande pour une voie réservée aux véhicules avec un TOV élevé, est beaucoup trop basse.

Dans le **deuxième cas** standard, il est possible d'obtenir des **effets positifs**. Quelques mesures précises peuvent conduire à la sensibilisation au problème du TOV, mais sont insuffisantes pour augmenter le TOV moyenne de manière durable en Suisse. Il faudrait installer ces voies réservées pour les véhicules avec un taux d'occupation élevé dans un contexte élargi (concepts à grande échelle). Les possibilités d'utilisation avant un carrefour ou avant une entrée (partout ou il y a des files d'attente et où il est possible de rajouter ou de marquer une voie de circulation) semblent nombreuses. Il serait également possible de prévoir des mesures en faveur des véhicules avec un taux d'occupation élevé au début et à la fin du trajet (gestion du parage).

En Suisse, les lois existantes permettent les voies réservées aux véhicules avec un taux d'occupation élevé. Les exigences sont identiques pour le contrôle et l'application comme pour les prescriptions de vitesse ou les interdictions de circulation. En plus des moyens de contrôle connus, il existe (pour une phase ultérieure) de nouveaux moyens technologiques. Lors de l'introduction en Suisse de voies de circulation réservées aux véhicules avec un taux d'occupation élevé, il serait judicieux de fournir un **travail d'information important**.

Le problème de l'augmentation du TOV ne doit pas être traité de manière isolée et ne doit pas être résolu par des mesures esseulées. Pour obtenir des effets sensibles, il faut envisager **une gestion de la mobilité** à long terme, consistant et se complétant de manière synergique. Il faut stipuler environ les mêmes modifications fondamentales de notre comportement envers la mobilité et un **retour à une politique de transport orientée sur l'offre** comme cela a été évoqué dans de nombreux travaux théoriques et décrit partiellement dans des concepts. Les nouveaux moyens de la **Télématique** peuvent faciliter un tel revirement.

## Summary

For the last decades, the average non-distance-weighted **occupancy rate of cars (AOC)** in Switzerland has decreased from 2 to approximately **1.5 persons**. The AOC related to commuter traffic (work + education) is especially low. Evaluations of different criteria associated with "Mikro-zensus Verkehr" have resulted in little knowledge about the variables of the AOC.

The decreasing AOC is attributed to the increasing mobility and the higher degree in motorization. The consequences are increased **shortage in road capacity** and **higher socio-economic costs**. With a low AOC the narrow capacities are used inefficiently and resources are wasted. A turnaround cannot be expected in a near future. Resistance against further, mostly very costly, extensions of road transport infrastructures continues. Therefore the **question arises on correctional political and technical interventions** to increase the AOC.

Increasing the AOC corresponds with an increase in **car-pooling**. It **should not become an end in itself** but be a part of **overall objectives in traffic and transport**. These overall objectives should help to prevent a generation of only "unnecessary" mobility (additional person kilometres) and increased car-pooling at the expense of environment friendly means of transport (public transport, pedestrians, bicycle).

In Switzerland, Europe and North-America **several projects** have been performed with the aim to increase the AOC. Beside some successes in the USA and some cities in Europe the **outcome mainly looks disappointing**. Many measures fail through human behaviour, infrastructure limitation and geographical restrictions or through bad communications. In general, measures with **concrete incentives** (financial or travel time savings) are more successful in changing the travel behaviour than measures that only increase people's awareness of mobility choices. There is a big discrepancy between the generally positive attitude to measures increasing the AOC and the effective behaviour of the individual.

There are **several conceivable measures to increase the AOC in Switzerland**. These are described shortly in the report and rated according to criteria, mainly effectiveness, impact on traffic behavioural change and feasibility. The following measures are considered for more detailed examination in this **evaluation and qualitative rating**:

1. Set up of lanes for high occupancy vehicles (HOV)
2. General increase of travel costs for the motorised individual traffic
3. Organised hitch-hiking with specially equipped car stops
4. Access and driving restrictions according to AOC
5. Road pricing with price differentiation in favour of HOV

The given **order of precedence is not strictly imperative**. The ranking of measures are slightly sensitive to the rating regarding the realisation of the measures.

**A detailed examination of giving priority to HOV in special lanes** was carried out in expectation of the largest impact and success. Additionally, this sector has scarcely been searched in Switzerland and is offering a bundle of applications on motorways, main roads, entries and exits (parking areas, motorways etc.) or at junctions with traffic lights.

The effect on traffic and feasibility of **HOV lanes in Switzerland** has been analysed for **two standard situations**:

- Motorway with reduction from 3 to 2 lanes: HOV lane in front of the reduction (lane re-designation)
- Main road with congested junctions: HOV lane in front of traffic lights (additional lane)

The calculation of the effects for the **first standard situation** shows a **non-desired impact**. The preference of HOV by re-designated lanes leads to a unacceptable disadvantage of lower occupied vehicles and a large increase of the overall travel times. In commuting traffic today's AOC is far too low to dedicate a complete lane only for HOV.

However **positive effects** are expected for the **second standard situation**. By local single measures HOV lanes are leading to a higher sensitivity for the problem of low occupancy rates, but are not sufficient for a sustainable increase of the AOC in Switzerland. For that, HOV lanes have to be introduced in a wider context (wide area concepts). There seems to be several effective applications in front of entries and junctions (places with congestion and possible additional lanes). **At the start and at the end of a trip, additional measures to give HOV** priority should be implemented.

Existing law allows HOV lanes in Switzerland. There are similar requirements for enforcement as for speeding and access control. Beside of existing methods also new technology can be used (at a later phase). In addition considerable **public relations work** has to be done.

The question how to increase the AOC can neither be studied in isolation nor be effectively realised with single measure. Noticeable success requires a **long-term, consistent and synergetic mobility management**. The fundamental change of our behaviour towards mobility and of turning back to **supply-orientated traffic policy** have to be stipulated as requested in several theoretical papers and partially established in some concepts. The new means in **telematics** can support such a turnaround.

## **Teil I: Ausgangslage und Problemstellung**

### **1 Anlass, Ziel und Untersuchungsgegenstand**

Der Auftrag zur vorliegenden Forschungsarbeit wurde im Februar 1996 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI) ausgeschrieben. Anlass bildete der Umstand, dass die Verkehrsplanung meist nur über Erfahrungswerte zum Besetzungsgrad von Personenwagen (BGP) verfügt, und dass zu den Bestimmungsgründen dieser wichtigen verkehrsplanerischen Grösse nur wenige gesicherte Kenntnisse vorliegen. Der BGP wird in den meisten Verkehrsstudien lediglich als exogene Durchschnittsgrösse verwendet und bildet nur selten selbst Untersuchungsgegenstand.

Die vorliegende Studie soll die erkannte Wissenslücke so weit als möglich zu schliessen versuchen. Dabei sollen insbesondere die Einflussgrössen und die Beeinflussungsmöglichkeiten des BGP untersucht werden.

Im Zusammenhang mit der vorliegenden Forschungsarbeit ist auf das europäische Forschungsprojekt ICARO (Increase of CAR Occupancy) zu verweisen, welches im Rahmen verschiedenster in- und ausländischer Pilotprojekte Massnahmen zur Förderung von Fahrgemeinschaften (Carpooling) untersucht hat und materiell einen engen Bezug zum vorliegenden Forschungsauftrag aufweist.<sup>1</sup> Die Erkenntnisse aus ICARO konnten während der Bearbeitung berücksichtigt und bestehende Synergien genutzt werden. Die Hauptergebnisse des Projektes ICARO sind aus Beilage B ersichtlich.

### **2 Grobaufbau**

Im *Teil I* (Ausgangslage und Problemstellung) wird der BGP zunächst begrifflich definiert und für die Schweiz nach verschiedenen verkehrlich-soziografischen Merkmalen ausgeleuchtet. Im weiteren wird die Entwicklung des schweizerischen BGP, die Ursachen seiner Veränderung und die damit zusammenhängende verkehrlich-ökologische Problematik aufgezeigt. Der anschliessende *Teil II* identifiziert die Beeinflussungsgrössen des BGP, um aufgrund eines Zielsystems geeignete Massnahmen zu dessen Erhöhung vorschlagen und beurteilen zu können. Die als bestgeeignete evaluierte Massnahme (Reservierte Spuren für höherbesetzte Fahrzeuge, sog. HOV-Streifen) wird im *Teil III* weiter konkretisiert und an zwei praktischen Standardsituationen primär auf die verkehrlichen Auswirkungen hin untersucht. Im *Teil IV* folgt eine Synthese mit den Schlussfolgerungen.

---

<sup>1</sup> vgl. Kapitel 6 und Literaturverzeichnis

### 3 Begriffsdefinition des BGP

Unter dem Begriff BGP versteht die Verkehrswissenschaft die durchschnittliche Zahl der Insassen pro PW-Fahrt. Dieser Durchschnittswert kann je nach Berücksichtigung der Gewichtung durch die Fahrtlängen als *ungewogenes* oder *gewogenes* arithmetisches Mittel ausgewiesen werden. Je nach Berücksichtigung dieser Gewichtung spricht man deshalb vom *gewichteten* oder *ungewichteten* Besetzungsgrad.

#### Ungewichteter BGP:

Der ungewichtete BGP<sub>u</sub> errechnet sich aus folgender Formel:

$$\text{BGP}_u = \frac{\sum \text{PW-Insassen}}{\sum \text{PW}} \quad \text{für eine bestimmte Zeiteinheit}$$

Der BGP<sub>u</sub> kann als das Verhältnis zwischen dem PW-Personenverkehrsaufkommen (Anzahl Personen pro Zeiteinheit) und dem PW-Fahrzeugaufkommen (Anzahl Fahrzeuge pro Zeiteinheit) bezeichnet werden.

#### Gewichteter BGP:

Eine höhere Aussagekraft als der ungewichtete BGP besitzt der nach Fahrtlängen gewichtete BGP<sub>g</sub> - auch aufkommensgewichteter BGP. Dieser errechnet sich nach folgender Formel:

$$\text{BGP}_g = \frac{\sum (\text{PW-Insassen} \times \text{Fahrtlängen})}{\sum (\text{PW} \times \text{Fahrtlängen})} \quad \text{für eine bestimmte Zeiteinheit}$$

Der BGP<sub>g</sub> kann als das Verhältnis zwischen der gesamten PW-Personenverkehrsleistung (in Pkm) und der gesamten PW-Fahrleistung (in PWkm) interpretiert werden. Als Synonym zu PWkm wird in der vorliegenden Studie auch Fzkm verwendet (obwohl nur auf PW bezogen).

Die angesprochenen Beziehungen in den oben dargestellten Formeln spielen z.B. im Rahmen von Verkehrsprognosen eine Rolle, da dort vielfach in einem ersten Schritt entweder das PW-Personenverkehrsaufkommen oder die PW-Verkehrsleistung prognostiziert wird und in einem zweiten Schritt - mit Hilfe des BGP - die fehlende Grösse zu berechnen ist.

### 4 Bisherige und absehbare Entwicklung des BGP

#### 4.1 Entwicklung und Stand in der Schweiz

Der BGP wurde in der Schweiz flächendeckend erstmals im Jahre 1989 anlässlich der im 5-Jahres-Rhythmus durchgeführten Erhebung zum Verkehrsverhalten in der Schweiz (Mikrozensus) explizit ermittelt. Er betrug damals - als ungewichtete ermittelte Grösse - durchschnittlich 1.61 Personen pro PW. Vier Jahre später (Mikrozensus 1994) wurden als gewichtete Grösse durch-

schnittlich 1.62 Personen pro PW ermittelt.<sup>2</sup> Der aktuelle BGP ist unbekannt, da die Ergebnisse der Mikrozensus-Erhebung 2000 frühestens im Verlaufe des Jahres 2001 zu erwarten sind.

Die zwei obengenannten BGP-Durchschnittswerte könnten den Eindruck erwecken, der BGP sei in der Schweiz über die letzten Jahre konstant geblieben oder habe gar zugenommen. In Tat und Wahrheit hat sich der Fahrlängen-*ungewichtete* Besetzungsgrad von ursprünglich über 2 Personen Ende der siebziger Jahre<sup>3</sup> kontinuierlich auf ca. 1.4 Personen pro Fahrzeug (1994) verringert.

Die zwei Mikrozensen 1989 und 1994 sind jedoch aufgrund von Definitionsunterschieden, der Berechnungsmethodik (fahrlängengewichtete vs. -ungewichtete Berechnungen) sowie teilweise fehlerhaften Zahlengrundlagen nur bedingt miteinander vergleichbar. Diese Tatsache führt zwangsläufig zu Unschärfen im Zeitvergleich, u.a. auch bei der Berechnung des BPG. Aus ähnlichen Untersuchungen im Ausland ist bekannt, dass der BGP bei ungewichteter Berechnung um ca. 0.1 Personen tiefer ausfällt als bei einer gewichteten Berechnung. Der ungewichtete BGP im Jahre 1994 beträgt gemäss eigenen Berechnungen denn auch nur rund 1.43 Personen pro Fahrzeug.

Auf Basis der genannten Quellen und eigenen Berechnungen stellt sich die bisherige Entwicklung des Fahrlängen-ungewichteten BGP wie folgt dar:

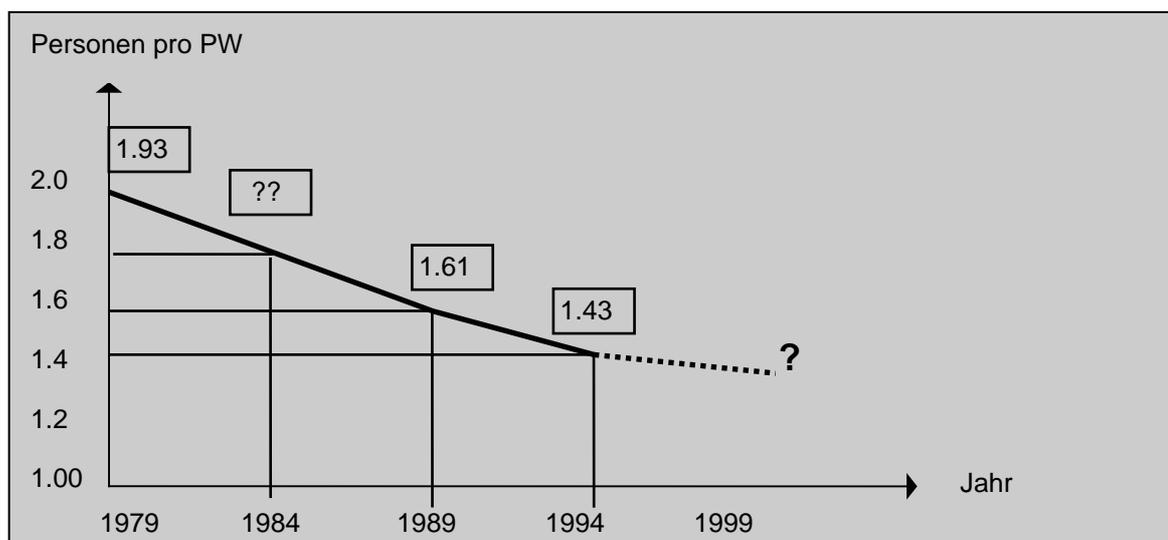


Abbildung 1: Entwicklung des *ungewichteten* Besetzungsgrades von Personenwagen 1979-94

Selbstverständlich kann nicht von einer linearen Abnahme bis auf den Wert 1.0 ausgegangen werden. Dennoch ist der Trend hin zu einem immer tieferen BGP erkennbar, der sich ohne verkehrspolitischen Lenkungsmaßnahmen fortzusetzen droht.

<sup>2</sup> Im Rahmen des Mikrozensus 1994 (siehe Literaturverzeichnis [4]) wurde flächendeckend für die Schweiz der BGP mittels telefonischer Befragung auf Basis einer Stichprobe von 20'419 Autowegen berechnet.

<sup>3</sup> vgl. Literaturverzeichnis [14]

## 4.2 Auswertung des Mikrozensus Verkehr 1994

Die wichtigsten Aussagen der vom Dienst für Gesamtverkehrsfragen (GVF) zusammen mit dem Bundesamt für Statistik (BFS) ausgewerteten Daten des Mikrozensus Verkehr 1994<sup>4</sup> über den Fahrtlängen-gewichteten BGP lauten wie folgt:

- Der BGP variiert kaum nach Jahreszeit, verändert sich jedoch nach Wochentag;
- Beim Pendlerverkehr (Arbeitsweg) ist der BGP mit durchschnittlich 1.14 besonders tief;
- Bei längeren Fahrten ist die Anzahl der Insassen durchschnittlich höher als bei kurzen Fahrten;
- Je mehr Personen in einem Haushalt leben und je weniger Autos einem Haushalt zur Verfügung stehen, desto höher ist der Besetzungsgrad. Allerdings besteht kein linearer Zusammenhang zwischen BGP und den beiden genannten Variablen;
- Im Vergleich zwischen Stadt und Land, Geschlecht und Alter der Fahrzeuglenker lassen sich keine Unterschiede bezüglich Höhe des BGP beobachten.

Grafisch dargestellt, ergeben sich folgende Zusammenhänge zwischen dem BGP und den genannten Variablen:

### 4.2.1 BGP differenziert nach Verkehrszweck

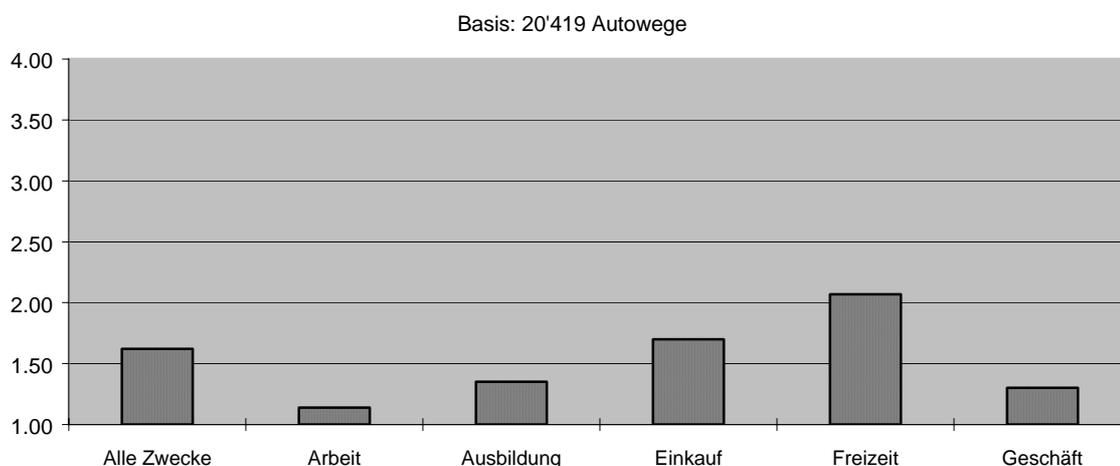


Abbildung 2: BGP nach Verkehrszweck (Quelle: Literaturverzeichnis [4])

Kommentar: Erwartungsgemäss schneidet der BGP im Pendlerverkehr (Arbeit) sehr schlecht ab, während im Freizeitverkehr (Wochenend-, Ferienreisen etc.) der BGP relativ hoch ausfällt. Bezüglich Höhe des BGP ist der Freizeitverkehr also relativ unproblematisch, nicht aber bezogen auf seine heutigen Verkehrsleistungen (60% aller Personenkilometer in der Schweiz).

<sup>4</sup> vgl. Literaturverzeichnis [4]

#### 4.2.2 BGP differenziert nach Wochentag

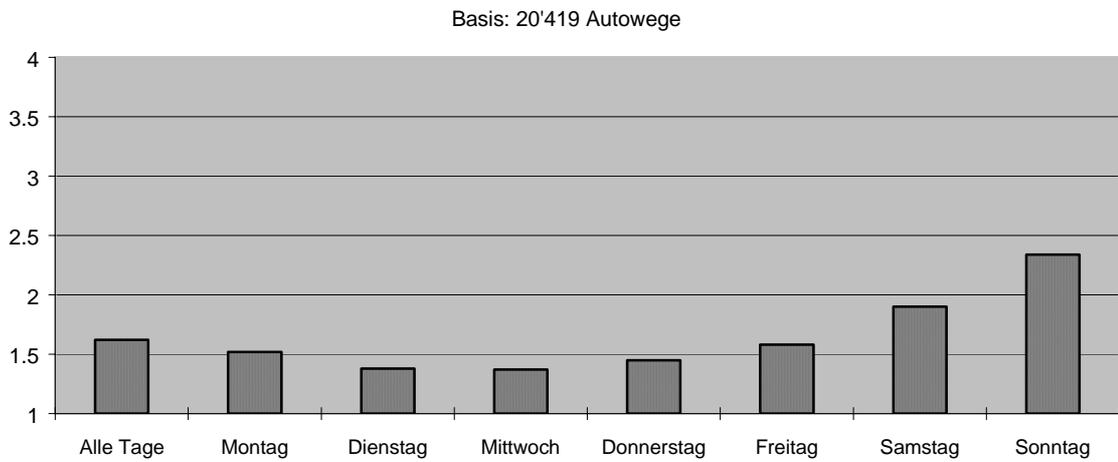


Abbildung 3: BGP nach Wochentag (Quelle: Literaturverzeichnis [4])

Kommentar: Die Zunahme des BGP auf das Wochenende hin ist mit der Verbreitung der Teilzeitarbeit und dem zunehmendem Anteil des höher besetzten Freizeitverkehrs zu erklären.

#### 4.2.3 BGP differenziert nach Wegdistanz

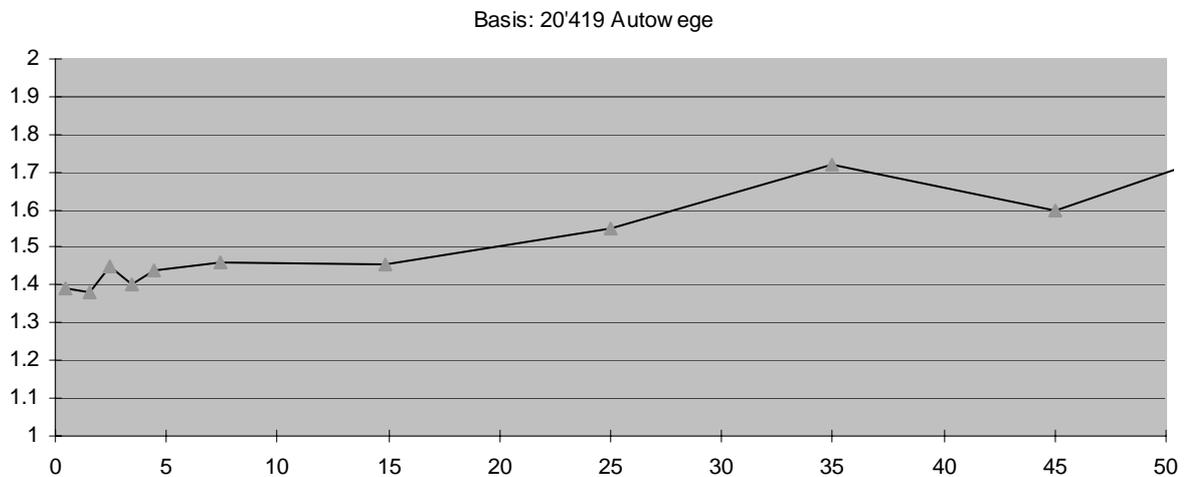


Abbildung 4: BGP nach Distanz des Weges (Quelle: Literaturverzeichnis [4])

Kommentar: Im Sinne eines wesensgerechteren Einsatzes werden die PW für längere Fahrten tendenziell besser ausgelastet als auf Kurzstreckenfahrten.

#### 4.2.4 BGP differenziert nach Anzahl Personen im Haushalt des Fahrers

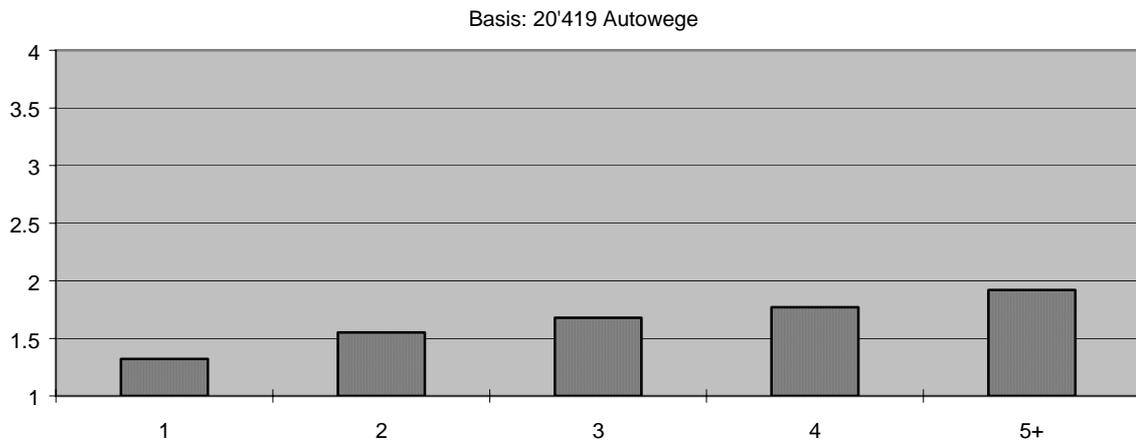


Abbildung 5: BGP nach Anzahl Personen im Haushalt des Fahrers (Quelle: Literaturverzeichnis [4])

Kommentar: Wie zu vermuten, steigt der BGP nach Anzahl Mitglieder eines Haushalts an, da mit zunehmender Haushaltsgrösse vermehrt gemeinsame Fahrten (v.a. im Freizeitverkehr) unternommen werden.

#### 4.2.5 BGP differenziert nach Anzahl PW pro Person im Haushalt des Fahrers

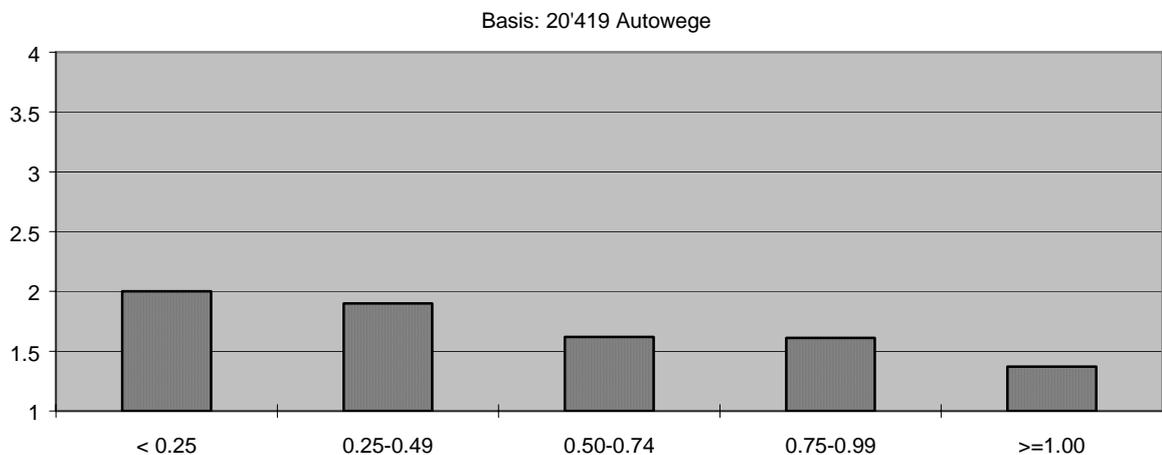


Abbildung 6: BGP nach Anzahl PW/Person im Haushalt des Fahrers (Quelle: Literaturverzeichnis [4])

Kommentar: Der BGP eines Haushalts fällt, je mehr PW diesem Haushalt zur Verfügung stehen. Dieser Sachverhalt ist logisch, weil bei Vorhandensein mehrerer Fahrzeuge die Fahrtbedürfnisse der einzelnen Haushalts-Mitglieder individueller verfolgt werden.

Wie die Abbildungen 2 bis 6 zeigen, weicht der durchschnittliche Besetzungsgrad je nach betrachtetem Merkmalsträger mit unterschiedlichen Varianzen vom Durchschnittswert (arithmetisches Mittel) ab.

Eine empirische Studie des Instituts für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung in Heilbronn<sup>5</sup> hat für Deutschland folgende Rangfolge der Bedeutung der statistisch messbaren Einflussgrößen ermittelt: (1) Fahrtzweck, (2) Haushaltsgrösse, (3) Anzahl PW je Haushalt, (4) Wochentagstyp, (5) Fahrtlänge, (6) Tageszeit, (7) Erwerbstätigkeit, (8) Alter und Geschlecht des Fahrers. Diese Ergebnisse decken sich ziemlich gut mit den Ergebnissen des Mikrozensus.

Über die Auswertungen des BFS/GVF hinausgehend, wurden weitere Auswertungen der Mikrozensus-Grunddaten vorgenommen, von denen vermutet wurde, dass sie zu weiteren signifikanten Aussagen zu den Bestimmungsgrößen des BGP führen könnten:

#### 4.2.6 BGP differenziert nach Art der Quell- und Zielgebiete (Raumstruktur)

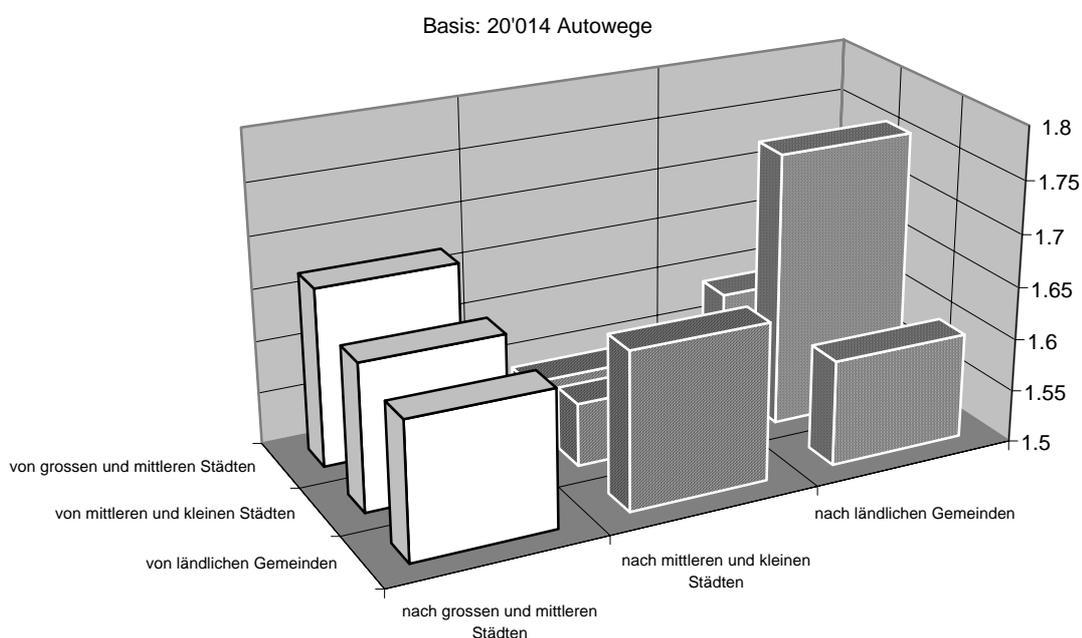


Abbildung 7: BGP nach verschiedenen Quell-/Zielbeziehungen (alle Verkehrszwecke)

Kommentar: Obwohl in der Grafik markant dargestellt, variiert die Höhe des BGP nach Quell-/Zielgebiet nicht sehr stark. Der BGP bewegt sich innerhalb von 1.54 bis 1.76 Personen pro Fahrzeug. Plausible Begründungen für die aufgezeigte BGP-Variation können nicht gefunden werden.

#### 4.2.7 BGP differenziert nach Qualität eines parallelen OeV-Angebots

In der Schweiz ist die Qualität des OeV in der Fläche, das heisst auch in weniger dicht besiedelten Räumen, verglichen mit anderen Ländern sehr gut. Das OeV-Angebot fehlt nur dort gänzlich oder ist dort sehr unattraktiv, wo das Verkehrsaufkommen sehr schwach ist (z.B. abgelegene

<sup>5</sup> vgl. Literaturverzeichnis [13]

Berggebiete oder Streusiedlungen). In diesen Gebieten lassen sich wegen der Schwäche der Verkehrsströme aber auch kaum Fahrgemeinschaften bilden.

Es wurde versucht, den BGP aufgrund der Mikrozensus-Daten differenziert nach einem Qualitätsfaktor für den OeV auszuwerten. Der Qualitätsfaktor wurde aus einem (generalisierten) Zeitvergleich zwischen OeV und MIV abgeleitet, wobei allerdings die Mikrozensus-Daten und die vorhandenen Zeitmatrizen des MIV und OeV lediglich Zeitvergleiche zwischen einzelnen Quell-Zielkategorien erlauben.

Folgende Abbildung zeigt, wie der BGP abhängig von der Qualität des OeV variiert (Qualitätsfaktor 1 = sehr gut, 5 = sehr schlecht)<sup>6</sup>:

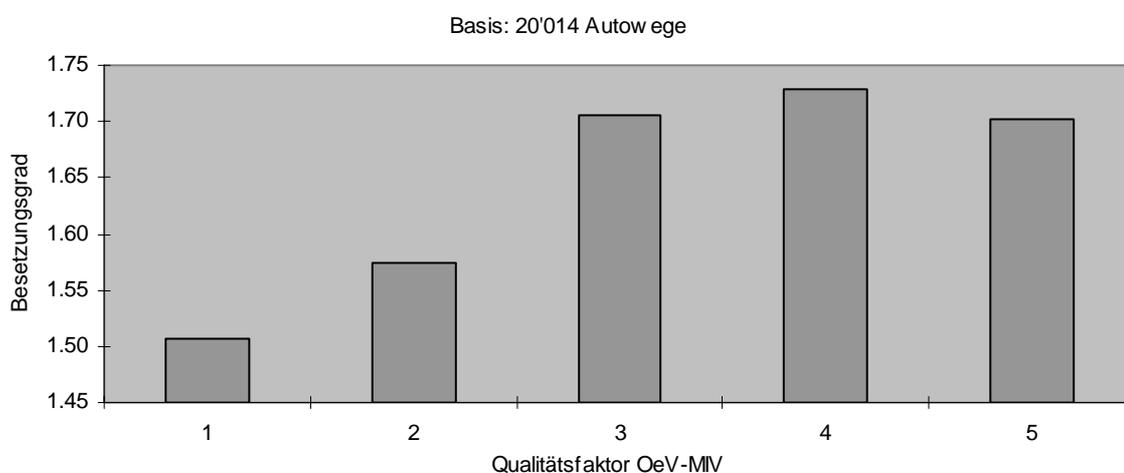


Abbildung 8: Durchschnittlicher BGP nach Qualität des OeV-Angebotes (alle Verkehrszwecke)

Kommentar: Der durchschnittliche BGP nimmt mit der Verschlechterung der OeV-Qualität relativ schnell zu. Dies dürfte damit zu tun haben, dass sich bei unbefriedigendem OeV-Angebot v.a. beim Pendlerverkehr Fahrgemeinschaften bilden und im Freizeitverkehr verstärkt auf den PW zurückgegriffen wird. Die Abnahme des BGP bei sehr schlechter Qualität des OeV-Angebots könnte damit zu tun haben, dass sich in Situationen mit extrem schlechtem OeV-Angebot (meist abgelegene, kleinere Siedlungen) kaum mehr Fahrgemeinschaften bilden lassen, weil der Personen-„pool“ dafür zu klein ist.

Die statistische Analyse des BGP nach verschiedenen Merkmalsträgern liesse sich theoretisch noch beliebig weiter treiben oder lokal herunterbrechen. Um signifikante Ergebnisse für einzelne Regionen oder Strassenquerschnitte erhalten zu können, müssten jedoch genügend grosse Da-

<sup>6</sup> Im Detail bedeuten die Qualitätsfaktoren Folgendes:

- Faktor 1 (=sehr gut): Zeitverhältnis OeV/MIV=0-1
- Faktor 2 (=gut): Zeitverhältnis OeV/MIV=1-1.5
- Faktor 3 (=mittel): Zeitverhältnis OeV/MIV=1.5-2
- Faktor 4 (=schlecht): Zeitverhältnis OeV/MIV=2-3
- Faktor 5 (=sehr schlecht): Zeitverhältnis OeV/MIV=3+

tenmengen vorhanden sein, was nicht der Fall ist. Versuche weiterer Differenzierungen haben rasch gezeigt, dass die Aussagekraft der Ergebnisse an Grenzen stösst.

### 4.3 Vergleich mit dem Ausland (Europa)

Die in Kapitel 4.2.5 erwähnte Untersuchung in Deutschland bestätigt die Ergebnisse des Mikrozensus 1994 weitgehend<sup>7</sup>. Aus der dortigen Stichprobe resultiert für Deutschland ein fahrlängen-gewichteter durchschnittlicher BGP von 1.65 Insassen pro Fahrt. Die ungewichtete Berechnung ergab einen Wert von 1.56 Personen. Der Unterschied zum ungewichteten Wert von 1.43 in der Schweiz dürfte mit den in Deutschland durchschnittlich grösseren Fahrlängen erklärbar sein.

Eine Studie im Auftrag des Eidgenössischen Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartements<sup>8</sup> ermittelt für das Jahr 1990 auf der Basis von 13 untersuchten Ländern einen „europäischen“ BGP<sub>u</sub> (ungewichtete Berechnung) zwischen 1.5 (Deutschland) und 2.0 (Italien). England und die Schweiz liegen mit 1.7 Personen pro Fahrzeug im Durchschnitt der betrachteten Länder.

### 4.4 Entwicklungstendenzen

Eine Trendextrapolation der bisherigen Entwicklung des BGP in der Schweiz lässt einen weiteren Rückgang des BGP vermuten. Dies scheint vor allem dann plausibel, wenn das Autofahren gemessen an der Einkommensentwicklung und im Vergleich zum OeV weiterhin günstiger wird. Die Mehrheit der Verkehrsprognosen geht von einem weiteren Rückgang des BGP aus, indem im Vergleich zu den Personenverkehrsleistungen eine stärkere Zunahme der Fahrzeugleistungen angenommen wird.<sup>9</sup> Der Trend ist allerdings unklar, da die weitere Entwicklung von mehreren Faktoren bestimmt wird, wie:

- Raum- und Siedlungsstruktur

Fragen: Wird die Zersiedelung der Schweiz anhalten? Dauert die Abwanderung von den Zentren „ins Grüne“ bei der Wohnraumentwicklung an? Siedeln sich noch mehr Arbeitsplätze an peripheren Lagen an? Tritt eine manchenorts bereits feststellbare Umkehrentwicklung mit Verdichtungen von Wohn- und Arbeitsplätzen an bereits gut erschlossenen Lagen ein? Welcher Trend überwiegt?

- Entwicklung des PW-Marktes

Fragen: Ist der Trend vom herkömmlichen 5-Platz-PW zur Grossraum-Freizeitlimousine (Stichwort „Van“) oder zum verbrauchsarmen Kleinwagen (Stichwort „Smart“) stärker? Zur Zeit sind beide Trends zu beobachten. Möglicherweise werden in Zukunft im Freizeit- und im Pendlerverkehr verstärkt unterschiedliche Fahrzeugtypen eingesetzt, was eine differenziertere Betrachtung des BGP erfordert. Da ein „Smart“ mit dem Fahrer als einzigem Insassen

---

<sup>7</sup> vgl. Literaturverzeichnis [13]

<sup>8</sup> vgl. Literaturverzeichnis [31], S. 59

<sup>9</sup> vgl. Literaturverzeichnis [31], S. 57ff

bereits zu 50%, ein grosser Van jedoch erst zu 10% ausgelastet ist, kann bei genauer Betrachtung die Anzahl Personen nicht der alleinige Indikator und Massgrösse für den BGP sein. Dieses Problem soll an dieser Stelle jedoch nicht weiter vertieft, sondern im Kapitel 7 (Zielsystem) nochmals aufgegriffen werden.

- Informationstechnologie

Die starke Entwicklung der Informationstechnologie mit neuen Kommunikationsformen ist mit einer – bisher unerfüllten – Erwartung bezüglich Mobilitätsreduktion verbunden (Stichworte: Elektronisch vernetzte Heimarbeitsplätze, virtuelle Sitzungen). Wird die fortschreitende Revolutionierung doch irgendwann zu einer Trendwende führen? Vermag die neue Technologie auch neuen Mobilitätsformen (z.B. Verbund OeV-Mietauto etc.) Auftrieb zu verleihen?

#### 4.5 Ursachen des sinkenden BGP

Der Trend zum Alleinfahren ging während den letzten Generationen mit dem zunehmenden PW- und Führerscheinsbesitz einher. Es stellt sich die Frage, weshalb der BGP gefallen ist und welches die Hauptursachen dafür sind. Interessante Indizien könnten zunächst zeitdynamische Vergleiche des BGP mit relevanten Wohlstandsindikatoren liefern. Folgende Grafik zeigt die indexierte Entwicklung des BGP in Relation zur Entwicklung verschiedener indexierter Wohlstandsindikatoren und Preisindizes in der Schweiz seit 1980 (Indexstand 1980 = 100%):

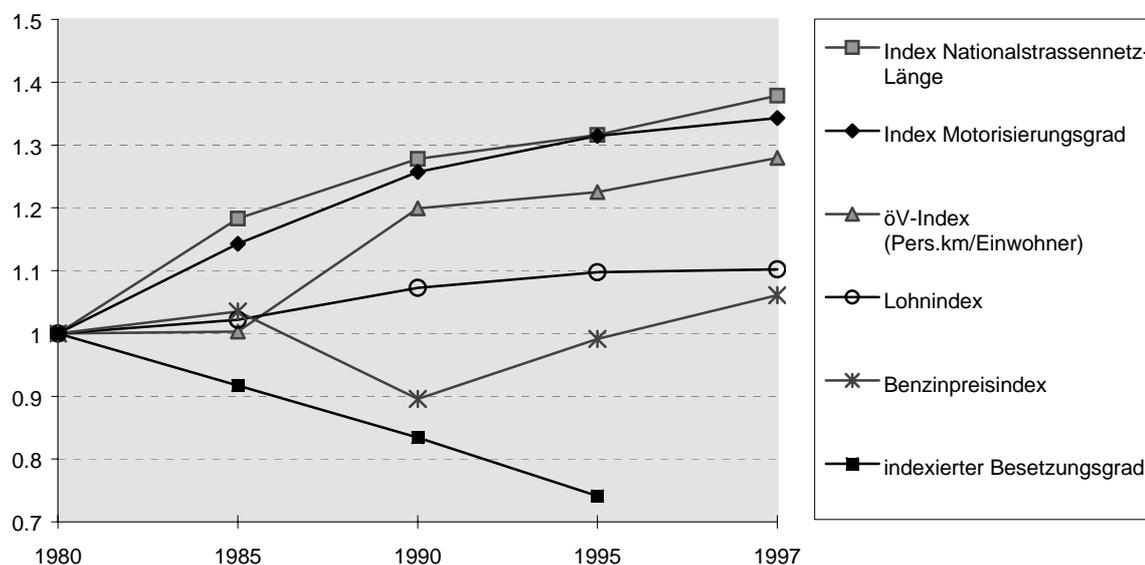


Abbildung 9: Vergleich der BGP-Entwicklung mit der Entwicklung von Wohlstandsindikatoren und Fahrzeug-abhängigen Kosten 1980-1997

Aus Abbildung 9 wird ersichtlich, dass der BGP offensichtlich mehr oder weniger stark mit den Wohlstandsindikatoren (Lohnindex) negativ korreliert ist. Die Entwicklung des BGP scheint dagegen von externen volkswirtschaftlichen „Störungen“ wie Ölpreisschocks oder Quantensprüngen im OeV-Angebot (Einführung Taktfahrplan) ziemlich unbeeinflusst geblieben zu sein. Am stärksten ist der BGP mit dem Ausbau der Strasseninfrastruktur und dem Motorisierungsgrad ne-

gativ korreliert. Der Anstieg des Motorisierungsgrades wurde dadurch ermöglicht, dass die Preise von Personenwagen und deren Betriebskosten im Verhältnis zu den gestiegenen Einkommen (Wohlstandswachstum) relativ billiger und damit erschwinglicher wurden.

Weitere Gründe für den gesunkenen BGP sind im veränderten Mobilitätsverhalten zu suchen, welches wiederum auf geänderte Raumstrukturen, Veränderungen der Arbeitswelt (mehr Flexibilität), vielfältigere Freizeitgestaltungsmöglichkeiten und einer generellen „Individualisierung“ des Einzelnen zurückzuführen ist. Das wachsende Bedürfnis, sich jederzeit alle Handlungsoptionen offenzuhalten zusammen mit der zunehmend kurzfristig vorgenommenen Disposition der (Freizeit-)Aktivitäten sind wesentliche Faktoren, die für den über die letzten Jahre gesunkenen BGP mitverantwortlich sind.

## **5 Mit dem tiefen BGP verbundene Problematik und deren Tragweite**

### **5.1 Zunehmende Überlastung des schweizerischen Strassennetzes**

Die Probleme, die von unserem gesamten Verkehrssystem und vom motorisierten Individualverkehr (MIV) im Speziellen verursacht werden, haben in den letzten Jahrzehnten aufgrund der gewachsenen Verkehrsleistung erheblich zugenommen.

Das schweizerische Strassennetz, vor allem die A1 Genf - Lausanne und Bern - Zürich, die A2 im Raum Basel, sowie zahlreiche Haupt- und Kantonsstrassen in den Agglomerationen sind heute zu Spitzenverkehrszeiten von erheblichen Überlastungen betroffen. Es handelt sich dabei um Strassenabschnitte, deren Leistungsfähigkeit<sup>10</sup> zu den Spitzenzeiten grösstenteils ausgeschöpft ist und deren bauliche Erweiterung aufgrund des hohen Zeitbedarfs (Planungs-, Genehmigungs- und Bauphase) und der hohen Kosten kurzfristig kaum möglich ist.

Im Rahmen der Analyse und Beurteilung des Transeuropäischen Strassennetzes (TERN) werden im weiteren für das Jahr 2010 folgende Autobahnabschnitte bezüglich täglichem Verkehrsfluss als problematisch klassiert:<sup>11</sup>

- Autobahn A1: Bern - Zürich - Winterthur und bei St. Gallen
- Autobahn A1 / A9 Genf - Lausanne - Vevey
- Autobahn A2: Basel - Verzweigung A3, Bellinzona - Chiasso und Emmen - Hergiswil
- Autobahn A6 Bern - Thun
- Autobahn A4 Zug - Zürich
- Autobahn A3 Zürich - Wädenswil

---

<sup>10</sup> Unter Leistungsfähigkeit wird die grösstmögliche Verkehrsmenge in Fahrzeugen verstanden, die einen Strassenquerschnitt oder einen Fahrstreifen während eines gegebenen Zeitintervalles, bei gegebenen Strassen-, Verkehrs- und Betriebsbedingungen durchfahren kann“ (vgl. Literaturverzeichnis [21]).

<sup>11</sup> vgl. Literaturverzeichnis [26]

Aus dieser Aufzählung kann geschlossen werden, dass bereits in absehbarer Zukunft weite Teile des Nationalstrassennetzes an ihre Leistungsgrenzen stossen werden.

Die folgende Abbildung zeigt die Verkehrsbelastung des schweizerischen Nationalstrassennetzes (Basis: automatische Strassenverkehrszählung 1998):

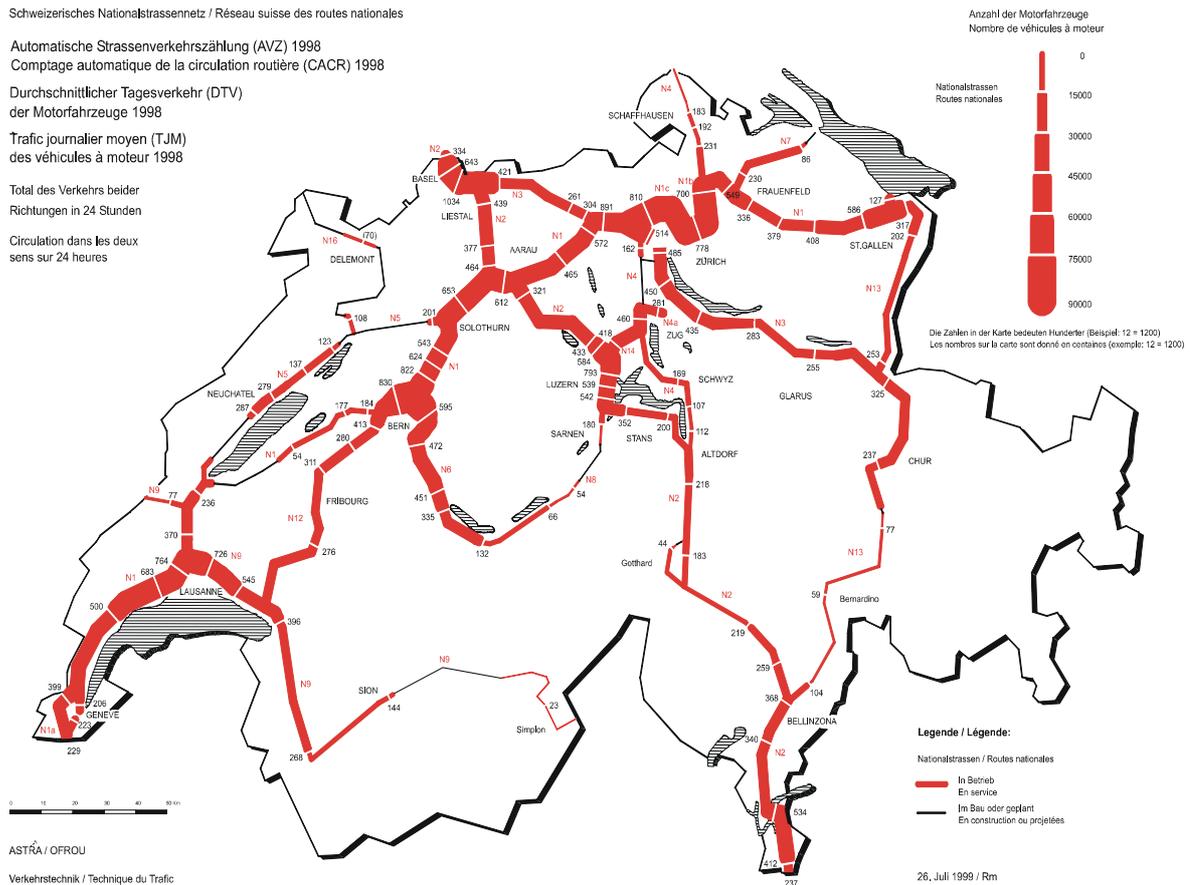


Abbildung 10: Verkehrsbelastung des schweizerischen Nationalstrassennetzes 1998

Neben dem allgemeinen politischen Widerstand, dem Verkehrsbauten und insbesondere Strassen-Neubauten begegnen, scheitert ein Ausbau bestehender Verkehrsflächen häufig auch am fehlenden Raum.

## 5.2 Pendlerverkehr als hauptverantwortlicher Verkehrszweck des tiefen BGP

Die in Kapitel 5.1 aufgeführten überlasteten Netzteile sind primär in Agglomerationsräumen mit bedeutenden Pendlerströmen zu finden. Wie die nachfolgende Abbildung zeigt, ist gerade der Pendlerverkehr jener Verkehrszweck, der in erster Linie für die schlechte Auslastung der Personenwagen verantwortlich ist (vgl. dazu auch Abbildung 2).

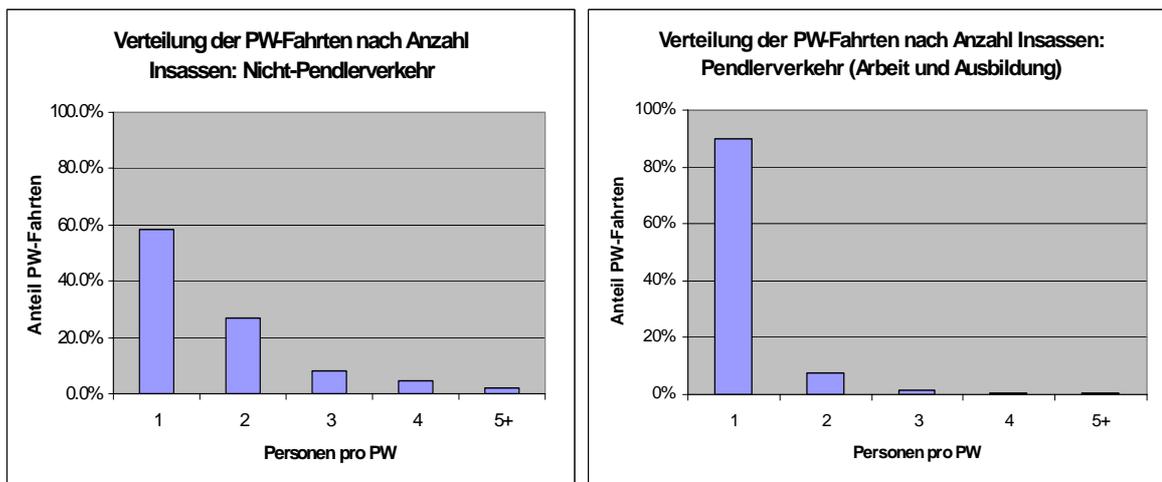


Abbildung 11: Durchschnittliche Verteilung der PW-Fahrten nach Anzahl Insassen (Auswertung Mikrozensus Verkehr 1994)

### 5.3 Tiefer BGP als mitverantwortlicher Faktor für das Entstehen volkswirtschaftlicher Kosten

Folgende Grafik zeigt die Problematik eines tiefen Besetzungsgrades innerhalb des Verkehrssystems und dessen Einfluss auf das Entstehen volkswirtschaftlicher Kosten:

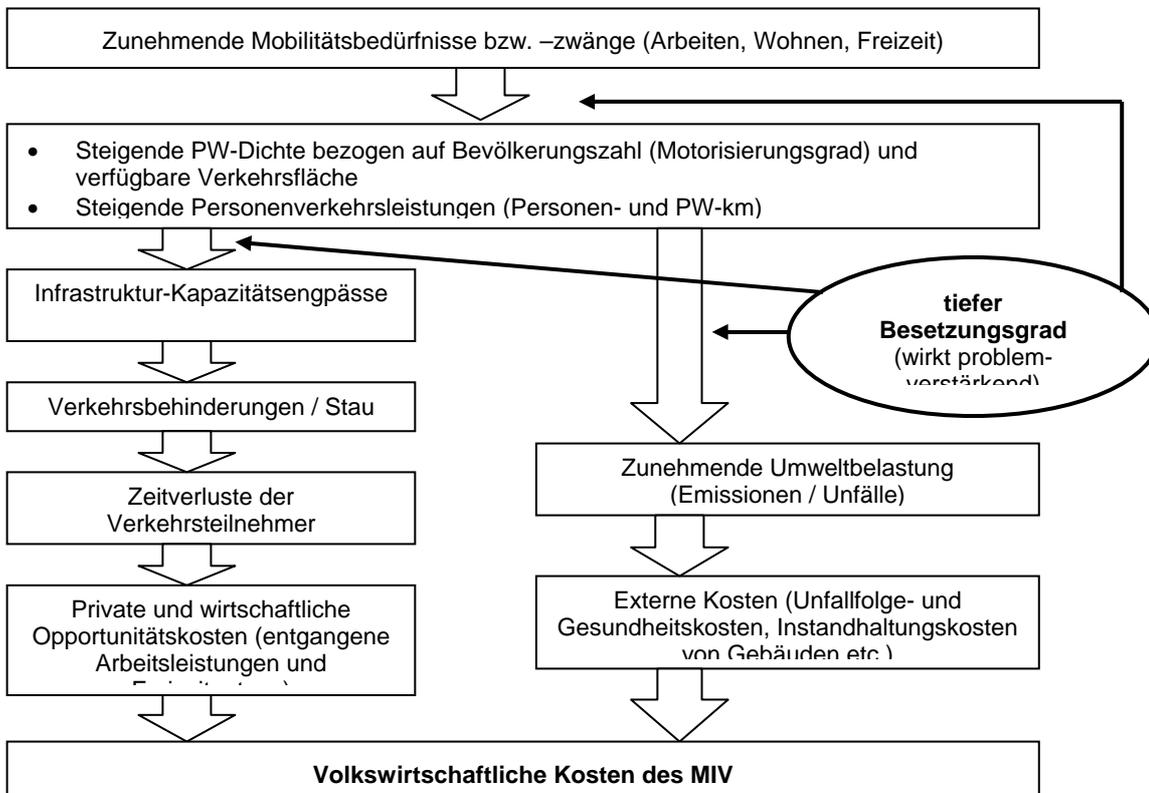


Abbildung 12: Tiefer Besetzungsgrad als verstärkender Faktor für das Entstehen volkswirtschaftlicher Kosten im MIV

#### 5.4 Ausmass und Tragweite der volkswirtschaftlichen Kosten

Der private Personenwagen (PW) ermöglicht zwar ein hohes Mass an flexibler Mobilität und stiftet damit nicht nur einen hohen individuellen sondern auch einen hohen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Nutzen. Der PW verursacht jedoch auch hohe Kosten. Diese fallen in Form gedeckter interner Kosten (Anschaffung, Betrieb, Unterhalt und Entsorgung) zu Lasten des PW-Besitzers bzw. Benutzers und in Form ungedeckter externer Kosten infolge Luftverschmutzung, Lärm, Unfällen etc. zu Lasten der Allgemeinheit an.

Das Energie-, Emissions- und Stauzeit-Einsparpotenzial wäre immens, wenn der durchschnittliche BGP in der Schweiz nur schon auf 2 Personen erhöht werden könnte. Damit könnten rund 25% der Fahrzeug-km eingespart werden. Wenn nur 5% der Fahrzeug-km in der Schweiz (ca. 800-2000 Mio. Fzkm pro Jahr) z.B. durch die Bildung von Fahrgemeinschaften eingespart würden, ergäben sich folgende jährlichen Emissionseinsparungen<sup>12</sup>:

- Benzin: 52'000-139'000 t/a
- CO: 3000-8000 t/a
- HC: 0-1000 t/a
- NOx: 1000-3000 t/a
- CO<sub>2</sub>: 169'000-451'000 t/a

Eine vom ASTRA in Auftrag gegebene Studie<sup>13</sup> hat zudem die Grössenordnung vermeidbarer Staus und Unfälle in der Schweiz zwischen 20-40% bzw. 10-15% geschätzt, wenn mittels verkehrstechnischer Massnahmen die Kapazitäten erhöht und die Spitzenbelastungen besser verteilt würden. Diese Grössenordnungen entsprechen alleine für die Staukosten einem Einsparpotenzial von jährlich 200-400 Mio. Fr. Eine entsprechende Kostenreduktion könnte mittels Telematikanwendungen (Verkehrssteuerung), Differenzierung der Fahrgeschwindigkeiten nach jeweiligem Verkehrsaufkommen oder auch mit einer Erhöhung des BGP erreicht werden.

Die Erhöhung des BGP kann jedoch – trotz der scheinbar grossen Reduktionspotenziale an externen Kosten - nicht eigentlicher Selbstzweck sein, sondern muss auf ein *übergeordnetes Zielsystem* ausgerichtet werden, auf das in Kapitel 7 ausführlicher eingegangen wird.

#### 5.5 Neue Ansätze zur Problembewältigung

Da gemäss Departementsstrategie des UVEK (vgl. Kapitel 7.4) der Bund auf den Ausbau des bestehenden bzw. geplanten Autobahnnetzes bis zur Vollendung des beschlossenen Nationalstrassennetzes weitgehend verzichten will, sind andere Strategien zu finden, wie der zunehmenden Überlastung bestehender Kapazitäten begegnet werden kann.

Im Zusammenhang mit der hier aufgezeigten Problematik wächst die Bedeutung von Ansätzen, die auf eine *bessere Auslastung der bestehenden Infrastruktur* abzielen. Die Frage, ob der vorhandene Verkehrsraum durch ein verbessertes Infrastrukturmanagement oder eine erhöhte

---

<sup>12</sup> vgl. Literaturverzeichnis [32], S. 6/7; Die oben aufgeführten Werte sind gerundet

<sup>13</sup> vgl. Literaturverzeichnis [20]

durchschnittliche Fahrzeugauslastung besser genutzt werden kann, muss aus diesem Grund ernsthaft geprüft werden. Aus ökologisch-ökonomischer Sicht macht es wenig Sinn, einen PW nur mit 1-2 Personen zu besetzen, wenn mit fast demselben Energieverbrauch 4 oder mehr Personen transportiert werden könnten. Angesichts des immer stärker ausgelasteten Verkehrssystems und der vielfältigen Problematik eines weiteren Infrastruktur-Ausbaus rücken auch die Möglichkeiten zur Erhöhung des BGP verstärkt ins Zentrum verkehrsplanerischer und -politischer Überlegungen.

Mit der Verbreitung des Internet entsteht ein wachsendes Potenzial für eine kurzfristig realisierbare, automatisierte Vermittlung von Mitfahrplätzen. Bedenkt man, dass der ständige Fluss von leeren Autositzen überall und zu jeder Tages- und Nachtzeit ein Mehrfaches des gesamten Angebotes des öffentlichen Verkehrs ausmacht, so lässt es sich leicht vorstellen, dass wenigstens eine teilweise Ausschöpfung möglich sein müsste.

## **6 Bisherige Erfahrungen bei Versuchen zur Erhöhung des BGP**

### **6.1 Schweiz**

In der Schweiz galt bislang die Erhöhung des BGP „per se“ nur in wenigen Fällen als erklärtes (Teil-)Ziel von Verkehrsbeeinflussungs-Massnahmen.<sup>14</sup> Vielmehr resultierte eine Änderung des BGP als Nebenerscheinung von Massnahmen, die eine punktuelle Verkehrsentslastung von abgrenzbaren Gebieten wie Innenstädte oder Tourismuszentren zum Ziel hatten (z.B. Parkraumbewirtschaftung oder Parkleitsysteme). Einzig die verschiedenen Initiativen zur Förderung des Carpooling und der Parkraumbeförderung zielten direkt auf eine Erhöhung des BGP ab.

#### **6.1.1 Förderung von Fahrgemeinschaften (Carpooling)**

Erste namhafte Carpooling-Aktionen entstanden in der Schweiz in den siebziger Jahren während der Ölkrise und in einem zweiten „Schub“ in den achtziger/neunziger Jahren unter dem Eindruck der negativen Nebenwirkungen des anhaltenden Verkehrswachstums.

Der Erfolg des Carpoolings war in der Schweiz bislang ernüchternd, was sich an verschiedenen Projekten für den Berufspendlerverkehr zeigen lässt (Goms, Zug, Basel, ICARO-Projekte in Yverdon, Bern und Lyss etc.).<sup>15</sup> Obwohl jeweils eine namhafte Anzahl Personen befragt bzw. in den Versuchsanlagen involviert war, resultierten insgesamt nur sehr wenige neue dauerhafte Fahrgemeinschaften. Carpooling-Initiativen für Pilotversuche z.B. in der Agglomeration Zürich<sup>16</sup> und Basel<sup>17</sup> müssen im nachhinein als ebenso ernüchternd betrachtet werden, obwohl gebündelte Pendlerströme vorhanden waren.

---

<sup>14</sup> Traditionellerweise wird in der Schweiz der öffentliche Verkehr stark gefördert bzw. laufend verbessert, was indirekt auch den BGP mitbeeinflusst.

<sup>15</sup> vgl. Literaturverzeichnis [2] und [17]

<sup>16</sup> vgl. Literaturverzeichnis: [32], S. 46f

<sup>17</sup> vgl. Literaturverzeichnis [2]

Verschiedene halbherzige Versuche, ein „Event-pooling“ für Messe- oder Konzert-Grossanlässe zu organisieren verliefen ebenfalls negativ. Selbst bei einer Ausrichtung auf ein junges, technologiefreundliches Publikum, bei gebührenfreien Angeboten und Anreizen wie z.B. Getränkegutscheine scheint eine elektronische Fahrtenbörse nicht zu funktionieren.

Die Idee, über Internet oder Telekommunikation in kürzester Zeit und auf einfachste Weise einen Mitfahrer zu finden, ist heute zwar technologisch machbar, aber bezüglich Marktreife und Marktdurchdringung der Kommunikationsgeräte der Zeit noch etwas voraus. Dies könnte sich allerdings bereits in wenigen Jahren ändern. Unter dem Namen „allmobile“ der Firma Teleways AG besteht heute in der Schweiz bereits eine Vermittlungszentrale mit Internet-Plattform, die den Dienst „click, call + pool“ anbietet. Nebst der Technologie (Hintergrundsystem), welche schätzungsweise etwa 10-20% der erforderlichen Investitionskosten eines flächendeckenden Carpooling-Systems ausmachen würde, müssten etwa 80-90% der Investitionskosten während mindestens 3-5 Jahren in die Bekanntmachung und Vermarktung (Werbung/PR) fliessen, um dem System zum Durchbruch verhelfen zu können.

Generell - und nicht nur für die Schweiz - ist bezüglich Bildung von Fahrgemeinschaften ein signifikanter Bruch zwischen Absichtserklärung und tatsächlichem Verhalten auszumachen. Die Gründe bzw. Misserfolgskriterien bisheriger Versuche des Carpoolings in der Schweiz sind vielfältig:

- In der offiziellen schweizerischen Verkehrsplanung und -politik nimmt die Förderung von Carpooling bisher eine untergeordnete Stellung ein. Dem Wachstum des MIV wurde mit gewissen Erfolgen primär mittels Ausbau und einer Effizienzsteigerungen des OeV entgegeng gehalten.
- Carpooling wurde bislang zu eindimensional auf den Berufspendlerverkehr bezogen, als räumlich zu isolierte und zeitlich zu eng begrenzte Versuche aufgezo gen. Zudem müssen die meisten Versuche als zu unprofessionell bezeichnet werden.
- Die dem Individuum entstehenden Kosten/Einschränkungen/Risiken etc., die bei der Bildung von Fahrgemeinschaften anfallen, überstiegen mehrheitlich den resultierenden oder erwarteten Nutzen.
- Konkrete Projekte basierten fast ausschliesslich auf Freiwilligkeit; ausformulierte verkehrspolitische Vorgaben und unternehmenspolitische Anreize (welche die dem Individuum entstehenden Kosten kompensieren) fehlten oder waren ungenügend.
- Die nötigen Anstrengungen eines potenziellen Carpoolers, eine geeignete Mitfahrgelegenheit zu finden, sind bislang noch zu hoch (trotz Internet!). Die verfügbaren Informationen genügen nicht, um die Option „Mitfahren“ als ernsthafte Alternative in die Verkehrsmittelwahl einzu beziehen.
- Es bestehen zu grosse Unterschiede bezüglich individuellen Quell-Zielgebieten und Arbeitszeiten; adäquate Auffanglösungen (Rückfahrtgarantien) sind nur teilweise möglich.

#### 6.1.2 Parkraumbewirtschaftung/-bevorzugung

Die Parkraumbewirtschaftung im öffentlichen Bereich ist in der Schweiz bereits weit fortgeschritten. Die Bewirtschaftung des privaten Parkraums beruht dagegen noch weitgehend auf

Freiwilligkeit und dem Goodwill der Eigentümer. Es besteht keine gesetzliche Grundlage, die eine Bewirtschaftung des bereits bestehenden privaten Parkraums vorschreibt. Dennoch sind bereits diverse öffentliche Verwaltungen und einzelne Firmen zu einer Bewirtschaftung übergegangen. Dabei differenzieren die wenigsten Systeme nach Fahrzeugauslastung, sondern meist nach zeitlicher Beanspruchung. Diverse Unternehmen oder Verwaltungen haben im Rahmen des Luftreinhalteplans beider Basel anfangs der neunziger Jahre Versuche mit einer Parkraumbeschränkung und –bewirtschaftung unternommen<sup>18</sup>. Der Erfolg bezüglich Reduktion alleinfahrender PW-Benutzer lag je nach Betrieb zwischen 0 bis 25%.

Anlässlich einer Verdoppelung der Parkgebühren für Mitarbeiter/innen der kantonalen Verwaltung in Bern im Jahre 1998 wurde nebst der bislang üblichen Vignette neu die Möglichkeit geschaffen, dass eine Fahrgemeinschaft einen Parkplatz reservieren kann und nur noch eine anstatt mehrere Vignetten lösen muss. 5 Fahrgemeinschaften (FG) haben sich für einen derartigen Parkplatz gemeldet, doch nur eine einzige hat sich neu gebildet. Dieses Pilotprojekt zeigt stellvertretend für andere, dass es selbst mit relativ grossem Informationsaufwand und konkreten Anreizen nicht einfach ist, neue FG zu gewinnen.

## 6.2 Europa

### 6.2.1 Carpooling/Mitfahrzentralen

Auch im übrigen Europa wuchsen im Zuge der Energiekrise anfangs der siebziger Jahre Bemühungen, den BGP zu erhöhen. Diese Bemühungen erlahmten jedoch grösstenteils wieder, kaum war die Krise überstanden. Geblieben sind v.a. in Deutschland die sogenannten Mitfahrzentralen, die hauptsächlich im Verkehr mit dem ehemals eingeschlossenen Berlin eine Blüte erlebten. Die Hauptmotivation zur Bildung solcher Mitfahrzentralen lag allerdings nicht in der Stauverringerung oder im Umweltschutz, sondern in einer Verminderung der Fahrkosten. Die Mitfahrzentralen ersetzten weitgehend das in den 50er und 60er Jahren übliche Autostoppen. Heute blühen die Mitfahrzentralen nicht mehr wie damals, aber sie existieren weiter, werden mit Computern rationalisiert und sind über das Internet abrufbar.

Eine Vielzahl einzelner Carpooling-Versuche hat im Zeitraum 1974-85 stattgefunden. Viele dieser Anläufe wurden auf zu kleiner Flamme und mit über einen zu kurzen Zeithorizont durchgeführt. Anfangs der neunziger Jahre machte sich die EU-Kommission verstärkt Gedanken über den langsam sinkenden Besetzungsgrad von Personenwagen und nahm deshalb das Thema in das Forschungsprogramm "Urban Transport" und „Road Transport“ innerhalb des 4. Forschungs-Rahmenprogrammes (1994-98) auf. Im Zentrum des Interesses stand dabei das Carpooling im Pendlerverkehr. Als Bestandteil des Road Transport-Programmes wurden innerhalb des Projektes ICARO folgende Teil-Projekte realisiert:

- In *Graz* wurde der Versuch unternommen, Automobilisten in peripheren Einfamilienhauszonen zu animieren, Nachbarn auf informelle Weise bis zur nächstgelegenen Tramstation mitzuführen, indem spezielle Ausweise für die Interessenten ausgestellt wurden. Der Erfolg

---

<sup>18</sup> vgl. Literaturverzeichnis [2], S. 26f; Die beteiligten Firmen: Ciba-Geigy (Werk Basel), Hoffmann La-Roche (Grenzach Wyhlen), Bürgermeisteramt Weil, Jacobs Suchard (Lörrach), Coop Schweiz (Gundeldinger-Quartier Basel) u.a.

dieses Versuches hielt sich in so engen Grenzen, dass er angesichts des Aufwandes als Misserfolg gewertet werden muss.

- In *Salzburg* wurde 1997/98 ein ca. halbjähriger Pilotversuch zur Bildung von Fahrgemeinschaften durchgeführt. Als Anreize wurden eine kostenlose Vermittlung, Parkvergünstigungen in der Stadt und Parkplätze als Treffpunkte für die Fahrgemeinschaften angeboten. Die Aktion hat nur zu wenigen neuen Fahrgemeinschaften geführt, da die Verkehrsprobleme in Salzburg zu wenig schwerwiegend und die gebotenen Anreize zu klein waren.
- Auf einer für höherbesetzte PW geöffneten Busspur bei *Linz* (Österreich) reichten selbst Fahrzeiterparnisse von bis zu 20 Minuten pro Fahrzeug als Anreiz nicht aus, eine signifikante Anzahl von Fahrzeugenkern dazu zu bewegen, den täglichen Weg zur Arbeit gemeinsam zurückzulegen.
- In *Brüssel* wurde eine bereits bestehende Mitfahrzentrale damit beauftragt, jene Pendler, die in einem vom OeV schlecht erschlossenen Quartier arbeiten, zur Bildung von Fahrgemeinschaften zu animieren. Die Zusammenarbeit mit den betreffenden Firmen funktionierte gut, aber die Anzahl neu gebildeter Fahrgemeinschaften blieb deutlich unter den Erwartungen.
- In *Pilsen* verlief eine Vermittlungs-Aktion - hauptsächlich unter 300 Arbeitern der Panasonic-Werke - recht erfolgreich, indem etwa 30 neue Fahrgemeinschaften gebildet werden konnten.

#### 6.2.2 HOV-Streifen<sup>19</sup>

Vor einigen Jahren wurde in Holland (Region Amsterdam) erstmals in Europa ein HOV-Versuch unternommen, indem auf einer Autobahn ein reservierter Streifen für Fahrgemeinschaften gebaut wurde. Wegen schlechter Kommunikation, negativer Publizistik sowie nicht erfüllter überhöhter Erwartungen hatte der Versuch keinen Erfolg und wurde abgebrochen.

In *Madrid* befindet sich seit Dezember 1997 ein 12.3 km langer, baulich von den übrigen Fahrstreifen getrennter Korridor für Busse und Fahrgemeinschaften in der Mitte einer bestehenden Autobahn (Hauptzufahrtsstrasse) in Betrieb. Der Streifen wird als „Gezeiten-Spur“ (vormittags stadteinwärts und nachmittags stadtauswärts) betrieben. Er bewährt sich bisher sehr gut und wird von der Bevölkerung positiv eingeschätzt. Der durchschnittliche Besetzungsgrad auf dieser Einfallsachse stieg von 1.3 auf 1.5 Personen pro Fahrzeug.

Im Rahmen des EU-Forschungsprojektes ICARO wurde im Mai 1998 das im Hinblick auf ein längerfristiges Entwicklungspotenzial wohl wichtigste und interessanteste HOV-Pilotprojekt in Europa lanciert: In der von Staus geplagten mittelenglischen Stadt *Leeds* wurde auf einer 2x2-streifigen und 1,5 km langen städtischen Express-Strasse mit vielen Ein- und Ausfahrten dem Normalverkehr je ein Streifen pro Richtung entzogen und in einen HOV-Streifen für Busse und PW mit einem BGP von mindestens 2 Personen umgewidmet, ohne die Streifen baulich voneinander zu trennen. Das Experiment wurde sorgfältig vorbereitet und ist gut angelaufen, weil eine ausreichende Zahl bereitwilliger „Umsteiger“ mobilisiert werden konnte.

---

<sup>19</sup> Unter HOV-Streifen ist die Einrichtung oder Neuschaffung spezieller Fahrstreifen zu verstehen, die ausschliesslich oder vorwiegend für Fahrzeuge vorgesehen sind, die einen hohen Besetzungsgrad aufweisen (engl.: High Occupancy Vehicles)

Der Besetzungsgrad auf dieser Strasse (Querschnittsmessung) stieg im ersten Jahr nach der Eröffnung der HOV-Spur von 1.35 auf 1.41 Personen pro Fahrzeug, wobei rund 3% weniger 1-Personen-Fahrzeuge zu verzeichnen waren. Zudem hat der Busverkehr um 2% (nach transportierten Personen) bzw. um 1% (nach Fz) zugenommen. Der BGP auf der HOV-Spur betrug 2.19 Personen/Fz. Die durchschnittliche Fahrzeit der HOV-Fahrzeuge konnte - bezogen auf eine 5 km lange Strecke inkl. HOV-Abschnitt - von 11 auf 7.5 Minuten in der Morgenspitze reduziert werden, während die entsprechende Fahrzeit tiefbesetzter Fahrzeuge unverändert blieb. Ob der HOV-Streifen in Leeds auch längerfristig als Erfolg gewertet werden kann, bleibt abzuwarten.

## **6.3 Nordamerika**

### **6.3.1 HOV-Streifen**

In Nordamerika haben HOV-Streifen eine längere Tradition, wurde doch die erste derartige Spur im Raum Washington auf einer Autobahn ins Stadtzentrum bereits im Jahre 1969 eingerichtet.

Die stärkste Wirkung erzielen HOV-Streifen in Nordamerika heute auf 3-streifigen Autobahnen bei Reservation eines einzigen Streifens. Auf Autobahnen mit etwa 6-8 Streifen in jeder Richtung und vielen Aus-/Einfahrten (z.B. Los Angeles) ging hingegen der erwünschte Effekt der separaten Fahrstreifen verloren, weil zu viele Fahrzeuge die Autobahn nur über eine kurze Distanz benützen und die dadurch nötigen zahlreichen Spurwechsel das Verweilen auf dem HOV-Streifen unmöglich machte. Auf städtischen Hauptverkehrsstrassen wurden nur sehr wenige HOV-Projekte realisiert, weil die für Bushalte notwendige Anordnung des HOV-Streifens auf der rechten Fahrbahnseite infolge zahlreicher Ein- und Ausfahrten zu den einzelnen Privathäusern zu Behinderungen führte.

In den meisten Agglomerationen der USA werden heute neue Streifen nur noch als HOV-Streifen hinzugebaut. Dies nicht nur, um die Idee des Carpooling zu fördern, sondern auch aus der Erkenntnis, dass eine verbreiterte Autobahn in einigen Jahren wieder überlastet und dannzumal eine Umwidmung eines Fahrstreifens schwierig sein wird. Der Boom der HOV-Streifen in den USA hat aber noch einen weiteren Grund. Ein Gesetz namens "Intermodal Surface Transportation Efficiency Act (ISTEA)" bestimmt, dass der Staat aus seinen Treibstoffzoll-Einnahmen Verbreiterungen von Autobahnen in lufthygienisch gefährdeten Gebieten nur dann finanziert, wenn diese als HOV-Streifen vorgesehen sind. Seit 1996 gibt es auch entflochtene Autobahn-Knoten, indem auf den mehrstöckigen „Kleeblättern“ ein zusätzliches Kleeblatt für die reservierten Fahrstreifen aufgebaut wurde.

Erfahrungen aus Nordamerika belegen, dass signifikante Zeitgewinne der HOV-Benutzer von mindestens 10 Minuten (gegenüber der vorherigen Situation ohne HOV) eine Voraussetzung dafür sind, um die PW-Lenker vom Vorteil eines HOV-Streifens zu überzeugen und neue Fahrgemeinschaften zu bilden.

Der Erfolg von HOV-Streifen in Nordamerika hängt - nebst den nötigen infrastrukturellen Voraussetzungen - wesentlich mit der kommunikativen Einführungsbegleitung, aber auch mit einer gewissen Bereitschaft zum Pragmatismus zusammen. Als interessante Lehre kann man aus amerikanischen Erfahrungen schliessen, dass sich in den punkto Dichte und Topographie „europäischen“ Städte (z.B. San Francisco oder Seattle) die Auffassung durchgesetzt hat, dass der

Autoverkehr nachhaltig begrenzt werden muss und dass nur eine höhere Auslastung des Verkehrsraumes die Mobilität weiter erhöhen darf.<sup>20</sup>

### 6.3.2 Carpooling

Carpooling in den USA hat sich - wie in Europa - primär als Folge der Ölkrise in den siebziger Jahren entwickelt. Die Einleitung der HOV-Politik hat zu einer Institutionalisierung des Carpoolings in den USA geführt: Diverse Strategien werden auf staatlicher Ebene und auf Ebene von regionalen Vermittlungszentralen verfolgt, um den Anteil von Fahrgemeinschaften zu erhöhen.<sup>21</sup> Allerdings hat das Carpooling seit Anfangs der achtziger Jahre an Bedeutung verloren. Während 1980 noch knapp 20% der arbeitenden US-Bevölkerung in Fahrgemeinschaften zur Arbeit fuhr, waren es im Jahre 1990 nur noch rund 13%. Trotzdem entstehen laufend neue Vermittlungszentralen und ein Grossteil der weit über 200 bestehenden Zentralen ist relativ jung. In Anbetracht der zahlreichen flankierenden Massnahmen zur Unterstützung des Carpoolings ist davon auszugehen, dass Carpooling in Nordamerika wieder verstärkt an Bedeutung gewinnen wird.

### 6.3.3 Rampenbewirtschaftung auf Autobahnen (HOV-„Ramp metering“)

In den USA wurde eine Art Tropfenzähler-Methode zur Einfahrtdosierung auf Autobahnen, das sog. „Ramp metering“, entwickelt: Es werden dabei immer nur so viele Autos auf die Autobahn gelassen, wie diese gerade noch zu schlucken vermag, ohne dass ein Stau generiert wird. Die Autos müssen auf den Auffahrschleifen in zwei Kolonnen warten, wobei die Kolonne der HOV praktisch ungehindert zugelassen wird, während die Einzelfahrer warten müssen. Dabei muss eine ganze Serie von Auffahrten koordiniert programmiert sein, damit das System funktioniert. Die Rampenbewirtschaftung hat sich besonders am Santa Monica Freeway in Los Angeles bewährt, wo vorher die Einführung eines reservierten Streifens für HOV schlecht funktioniert hat.

### 6.3.4 Gebührenerhebung für tiefbesetzte Fahrzeuge zur Benutzung von HOV-Streifen (HOT-pricing)

Eine weiterentwickelte Form der HOV-Streifenbewirtschaftung bildet die HOV-Spur in Kombination mit Road oder Congestion pricing: Tiefbesetzte Fahrzeuge erhalten gegen Entrichtung einer Gebühr das Recht zur Benutzung von HOV-Streifen. Diese Gebühr nennt sich „High Occupancy Toll“ (HOT). Erfahrungen von HOT-Spuren in den USA (Orange County, San Diego) zeigen, dass diese Massnahme sehr wirksam ist zur Bekämpfung von Staus auf bestimmten Korridoren, zur Reduktion von Personenwartezeiten, zur effizienteren Nutzung von HOV-Streifen, zur Erwirtschaftung von zweckgebundenen Einnahmen und zur Förderung des Ridesharing (vgl. Begriffserklärung in Beilage A). Die Einführung eines HOT-Systems in der Schweiz würde voraussetzen, dass die Möglichkeit zur Gebührenerhebung für die Benutzung öffentlich zugänglicher Strassen verfassungsrechtlich verankert ist, was (noch) nicht der Fall ist. Da eine entsprechende Verfassungsänderung in der Schweiz (wenn überhaupt) erst mittel- bis längerfristig umsetzbar ist, soll diese Massnahme in Folge nicht mehr weiter betrachtet werden.

---

<sup>20</sup> vgl. Literaturverzeichnis [16]

<sup>21</sup> vgl. Literaturverzeichnis [32], S. 38 f

## Teil II: Ziel, Einflussgrössen und Massnahmen zur Erhöhung des BGP in der Schweiz

### 7 Zielsystem zur Erhöhung des BGP in der Schweiz

#### 7.1 Übersicht über die Zielhierarchie

Die Erhöhung des BGP ist kein eigenständiges Ziel und erfüllt somit keinen Selbstzweck! Vielmehr soll die Erhöhung des BGP das folgende übergeordnete Zielsystem unterstützen:

Planungsebene:	Zielbereiche:		
	Ökologie	Wirtschaft	Gesellschaft
<b>Gesamtpolitik des Bundes</b>	Schutz der natürlichen Umwelt	Wirtschaftliche Effizienz	Gesellschaftliche Solidarität
<b>Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK)</b>	Natürliche Lebensgrundlagen schützen und erhalten	Moderne Infrastruktur-Dienstleistung in den Bereichen Verkehr, Energie, Wassernutzung, Post, Telekom und elektronische Medien sicherstellen Effiziente Erbringung dieser Dienstleistungen (DL)	Zugang zu Personen, Arbeitsplätzen, Gütern, DL, kult. Einrichtungen für alle Bevölkerungskreise und alle Landesteile zu vergleichbaren Bedingungen sicherstellen Schutz vor Gefahren und gesundheitlichen Risiken
<b>Sachbereich Verkehr</b>	Senkung verkehrsbedingter Umweltbelastungen auf langfristig unbedenkliches Niveau (Luftschadstoffe, Lärm, Energieverbrauch etc.) Risikobegrenzung beim Transport gefährlicher Güter Beeinflussung des Modal Splits zugunsten des OeV und Langsamverkehrs; Förderung der Multi-Modalität	Zulassung und Förderung des Wettbewerbs Erhöhung der Eigenwirtschaftlichkeit Internalisierung externer Kosten Vorrang der besseren Nutzung bestehender Infrastruktur vor Neu-/Ausbau Koordination der verschiedenen Verkehrsträger	Erleichterung des Zugangs zu Arbeitsplätzen, Gütern, DL, kult. Einrichtungen Landesweite Grundversorgung (Service public) Rücksichtnahme auf Menschen mit erschwertem Zugang zum Verkehr Schutz der Gesundheit und Reduktion der Anzahl Unfälle
<b>Unterbereich Strassenverkehr</b>	Kein weiterer Ausbau des Nationalstrassennetzes bis zur Realisierung von Bahn 2000 (höchstens an einzelnen neuralgischen Punkten) Überprüfung jedes zusätzlichen Ausbaus des Strassennetzes hinsichtlich Nachhaltigkeit, keine Emissionszunahmen	Zügige Fertigstellung des Nationalstrassennetzes und optimale Kapazitätsnutzung (u.a. durch gezielten Ausbau des Bahnangebotes) Substanzerhaltung des übrigen Strassennetzes Gewährleistung eines staufreien Verkehrsflusses	Sicherstellung des Zugangs und der Sicherheit für alle Verkehrsteilnehmer mittels sinnvoller Gestaltung der Verkehrsregeln

Tabelle 1: Übergeordnetes Zielsystem zur Erhöhung des PW-Besetzungsgrades (Quelle: Leitbild Strassenverkehrstelematik Schweiz (SVT CH), Infrac 1999))

Wird dieses Zielsystem noch weiter konkretisiert und auf den motorisierten Individualverkehr heruntergebrochen, so ergibt sich folgendes Zielsystem für die Erhöhung des BGP:

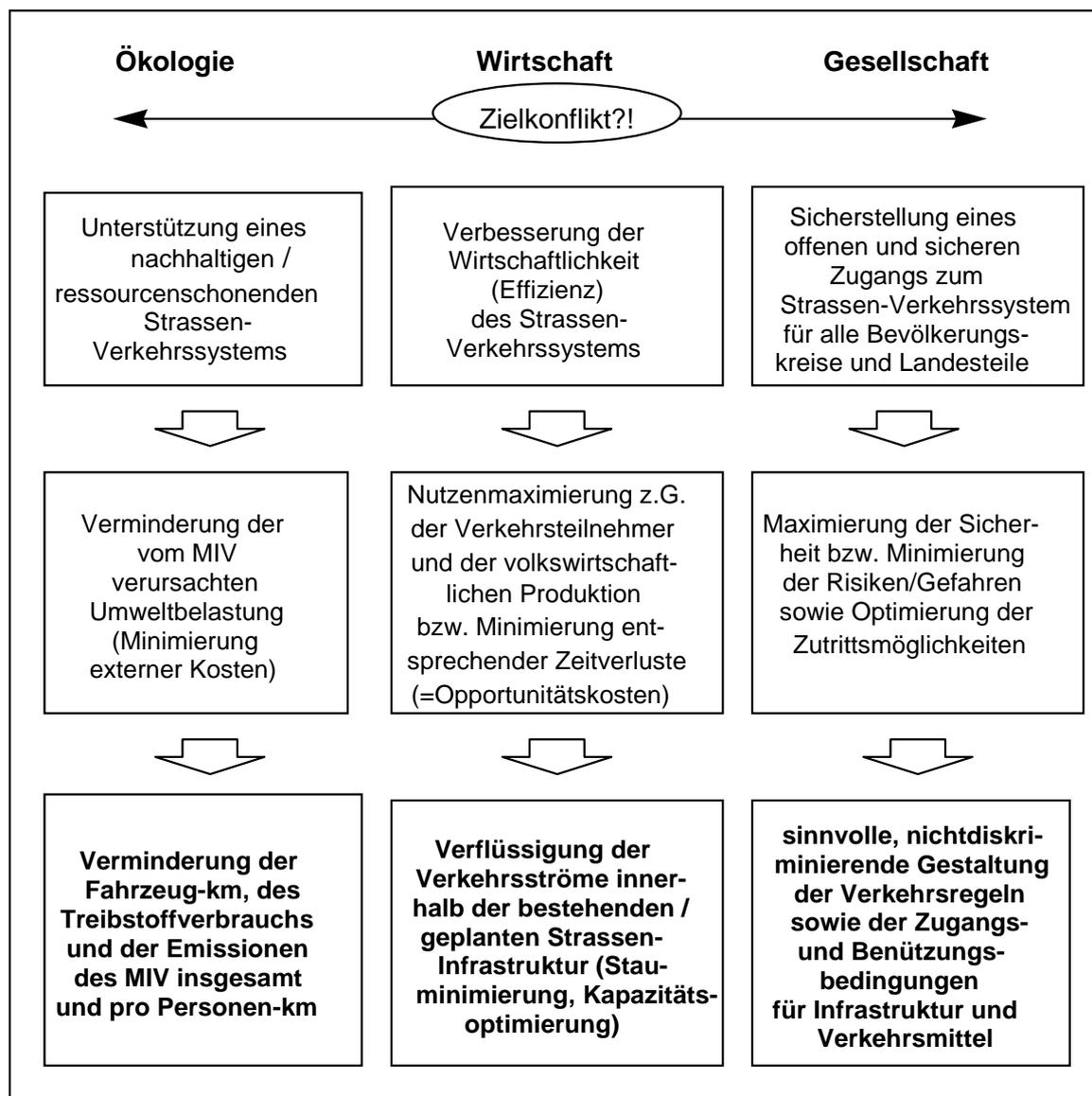


Abbildung 13: Zielsystem zur Erhöhung des Besetzungsgrades für Personenwagen (BGP)

Eine Erhöhung des BGP ist nur sinnvoll, wenn sie zur Erreichung der in Abbildung 13 aufgeführten Ziele beiträgt. Massnahmen zur Erhöhung des BGP müssen folglich in erster Linie diese Ziele anvisieren und nicht den BGP als solchen. Daher gilt es, eine Reihe von Beziehungen zwischen Zielsystem und BGP zu beachten.

## 7.2 Bedingungen zur Zielerreichung und Zieleinschränkungen

- Ökologische Ziele:

- Eine Verminderung der fahrleistungsabhängigen Emissionen des MIV wird nur erreicht, wenn sich die Fahrleistung des MIV insgesamt vermindert. Dies bedeutet, dass eine Erhöhung des Besetzungsgrades mittels Verlagerung von Alleinfahrern zu Gemeinsamfahrern erfolgen muss. Wird ein höherer Besetzungsgrad nur mittels Verlagerung von Fussgängern, Velo- oder OeV-Benutzern oder die relative Zunahme des Freizeitverkehrs im Verhältnis zu anderen Verkehrszwecken erreicht, nehmen weder die Fahrleistung noch die Emissionen des MIV ab!
- Fahrzeuge, die wegen der Bildung von Fahrgemeinschaften verfügbar sind, dürfen ebenfalls keine neue Fahrten von anderen Personen induzieren. Beispiele dafür könnten Fahrzeuge sein, die ursprünglich für den Arbeitsweg (Pendeln) eingesetzt waren, neu aber de facto als Zweitwagen von einer anderen Person des betreffenden Haushalts für Freizeit- oder Einkaufsfahrten zur Verfügung stehen. Selbst wenn damit alle Fahrzeuge besser ausgelastet wären als vor der Bildung der Fahrgemeinschaft, hätte die Erhöhung des BGP keinen Beitrag zur Zielerreichung geleistet.

- Wirtschaftliche Ziele:

Eine Verflüssigung der Verkehrsströme auf der bestehenden Infrastruktur wird durch eine Erhöhung des BGP nicht automatisch erreicht. Voraussetzung dazu ist wiederum, dass bisherige Alleinfahrer zu Gemeinsamfahrern werden und somit die jetzigen Personenkilometer mit weniger Fahrzeugkilometern erbracht werden können. Die Verflüssigung des Verkehrs ist vor allem während den Stauzeiten, d.h. zu den Pendlerzeiten anzustreben. Deshalb sollen insbesondere alleinfahrende Pendler zum Gemeinsamfahren angeregt werden.

- Gesellschaftliche Ziele:

Eine Erhöhung des BGP an sich tangiert die Erreichung der gesellschaftlichen Ziele nicht oder nur unbedeutend. Allenfalls erhöht eine zunehmende Bereitschaft zum Gemeinsamfahren die Mobilität gewisser Teile der Gesellschaft. Bei der Definition eines zu erreichenden höheren BGP ist insofern Vorsicht geboten, als dabei einzelne Fahrzeugtypen und damit deren Fahrzeugbesitzer diskriminiert werden könnten: Benutzer von Kleinstwagen (z.B. „Smart“), dessen maximaler BGP 2 Personen beträgt, werden von Massnahmen zur Erhöhung des BGP in anderer Masse betroffen als Besitzer von grossen PW.

Damit die Erhöhung des BGP zu den ökologisch, wirtschaftlich und gesellschaftlich wünschbaren Effekten führt müssen also folgende *Bedingungen* erfüllt sein:

- Die Erhöhung des BGP muss zu einer Reduktion der Fahrleistung des MIV führen.
- Ein Teil der MIV-Alleinfahrer muss zu MIV-Gesamtfahrern mutieren. Massnahmen zur Erhöhung des BGP dürfen allerdings nicht einseitig auf eine Erhöhung der Attraktivität des Gemeinsamfahrens zielen, sondern müssen idealerweise mit einem Attraktivitätsverlust des Alleinfahrens (z.B. mittels HOV-Streifen, siehe Teil III) verbunden sein.

- Eine Substitution des (nicht motorisierten) Langsamverkehrs durch PW-Verkehr ist unerwünscht.
- In der Regel ist auch eine Verminderung der OeV-Benutzung unerwünscht. Genausowenig wie ein hoher BGP ein Ziel für sich ist, kann ein Modal Split mit möglichst hohem OeV-Anteil ein eigenständiges Ziel sein. In gewissen Regionen oder zu gewissen Zeiten, in denen öffentliche Verkehrsmittel sehr schlecht ausgelastet sind, kann eine Verschlechterung des Modal Splits zugunsten eines höheren Besetzungsgrades positive ökologische und ökonomische Auswirkungen haben. Gemeinsamfahren kann in diesen Fällen als Zwischenstufe zu öffentlichen oder halb-öffentlichen Verkehrsmitteln wie Sammeltaxis und Rufbussen betrachtet werden. Auf die Problematik BGP-Erhöhung – Förderung OeV soll im folgenden Kapitel 7.3 noch separat eingegangen werden.
- Massnahmen, die auf die Erhöhung des BGP abzielen, dürften theoretisch nicht einzig auf die absolute Zahl beförderter Personen pro PW abstützen. Entscheidend sind vielmehr die Auslastung in Abhängigkeit des jeweiligen Sitzplatzangebots bzw. der Länge oder des Gewichtes des Fahrzeugs oder die Emissionen des PW bezogen auf die Anzahl beförderter Personen. Es dürften demnach weder zweiplätzigige Sportwagen mit grossem Emissionsausstoss pro Sitzplatz-km noch Van-Modelle im Pendlerverkehr begünstigt werden.<sup>22</sup> Aus praktischer/vollzugstechnischer Sicht müsste von solchen Differenzierungen aber vermutlich vorerst abgesehen werden.
- Die Massnahmen sollen innert nützlicher Frist, d.h. kurz- bis mittelfristig (innerhalb von 10 Jahren) politisch realisierbar sein. Massnahmen, die vermutlich erst später greifen, werden in der Folge nicht mehr betrachtet.

### **7.3 Erhöhung des BGP und öffentlicher Verkehr: ein Zielkonflikt?**

Die Schweiz besitzt ein sehr gut ausgebautes und funktionierendes öffentliches Verkehrssystem, welches bei der Bevölkerung eine breite Akzeptanz bezüglich Erbringung gemeinwirtschaftlicher Leistungen (Service public) und entsprechender Deckung der Vorhaltungskosten mit öffentlichen Mitteln genießt. In keinem anderen Land existiert ein Beförderungsprivileg zugunsten des OeV, das so weit geht wie in der Schweiz. Wer z.B. in der Schweiz eine andere Person im Privatwagen befördert und daraus einen wirtschaftlichen Nutzen erzielt, müsste dafür theoretisch eine Personenbeförderungs-Konzession besitzen. In allen anderen Ländern sind solche Konzessionen nur nötig, wenn eine eindeutig gewerbliche Aktivität vorliegt (z.B. Taxibetrieb).

Das Bundesamt für Verkehr (BAV) sieht einen wirtschaftlichen Vorteil aber schon dann für gegeben an, wenn innerhalb einer Fahrgemeinschaft Benzin- und Versicherungskosten gespart werden können. Diese Position kann in der Praxis zwar nicht durchgesetzt werden, aber das BAV will sich Massnahmen ausdrücklich vorbehalten, falls Fahrgemeinschaften zu einem Konkurrenz-Faktor für den OeV werden. Einer erfolgreichen Mitfahrzentrale könnten von dieser Seite ernst-

---

<sup>22</sup> Der im Kapitel 4 erwähnte durchschnittliche BGP in der Schweiz von 1,62 Personen pro Fahrzeug (1994) entspricht - bei angenommenem durchschnittlichen Angebot von 5 Sitzplätzen pro PW - einer „durchschnittlichen Sitzplatzauslastung von rund 32%. In Zwischenzeit dürfte sich diese Prozentzahl - trotz zunehmender Verbreitung von Kleinwagen - infolge seither zunehmender Verbreitung von Van-Modellen mit Sitzplatzangeboten zwischen 7-10 Personen unter 30% gesenkt haben.

hafte Probleme erwachsen, wenn diese z.B. ihr Angebot mit Sammeltaxis oder Rufbussen ausweiten will.

Fahrgemeinschaften bzw. deren Förderung können in der Schweiz nur Erfolg haben, wenn der OeV dabei nicht als Verlierer hervorgeht. Ziel muss deshalb sein, Synergiepotenziale optimal zu nutzen und eine „win-win“-Situation zu schaffen. Fahrgemeinschaften dürfen nicht relativ zum OeV, sondern nur gegenüber dem PW-Einzelfahren attraktiver gestaltet oder verbilligt werden. De facto würde dies auf eine Attraktivitätsverminderung/Verteuerung des tiefbesetzten PW-Verkehrs hinauslaufen.

Wie die Lücke des Mobilitäts-Marktes zwischen MIV und OeV in der Schweiz am idealsten gefüllt werden kann (mittels Rufbussen, Carsharing, Carpooling, Autohaltestellen etc.) und wie die einzelnen Möglichkeiten zu optimalen Mobilitätspaketen verknüpft werden können, bildet nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit, sondern wird u.a. im Rahmen des NFP 41 untersucht. Eine Substitution unrentabler regionaler Oev-(Zubringer-)linien durch effizientere alternative Mobilitätsformen läge in der Kompetenz der Besteller und wäre im Einzelfall zu prüfen.

#### **7.4 Departementsstrategie UVEK**

Die Departementsstrategie des UVEK vom Dezember 1999<sup>23</sup> nennt die Erhöhung des BGP weder als eigenständiges Ziel noch als Grundsatz der zukünftigen Verkehrspolitik. Dies ist verständlich, weil die Erhöhung des BGP – wie bereits erwähnt - nicht Selbstzweck oder Ziel per se ist. Erwähnt werden folgende Sachziele und Grundsätze:

##### *Sachziele Verkehr:*

- Senkung der Umweltbelastungen (Luftschadstoffe, Lärm, Bodenverbrauch, Belastung von Landschaften und Lebensräumen). Auf den BGP bezogen würde dies bedeuten: Minimierung der Umweltbelastungen pro Personen-km;
- Bereitstellung einer leistungsfähigen Verkehrsinfrastruktur; effiziente Leistungserbringung; optimale Nutzung der vorhandenen Infrastruktur;
- Schutz von Gesundheit und Wohlbefinden; Reduktion der Anzahl Unfälle.

##### *Grundsätze der Verkehrspolitik:*

- Die erforderliche Mobilität soll möglichst umweltgerecht bewältigt und die Mobilitätsbedürfnisse volkswirtschaftlich effizient befriedigt werden. Die finanziellen Kosten für den Staat sollen tragbar bleiben.
- Auf den Ausbau bestehender Autobahnabschnitte ist - abgesehen von einzelnen neuralgischen Punkten – bis zur Vollendung des beschlossenen Nationalstrassennetzes zu verzichten.
- Mit einer optimalen Kapazitätsausnutzung des Nationalstrassennetzes soll die Funktionsfähigkeit des gesamten Verkehrsnetzes erhalten bleiben.

---

<sup>23</sup> vgl. Literaturverzeichnis [34b]

Wenn es gelänge, die vom tiefen BGP herrührenden Sitzplatz-Reserven zu mobilisieren, könnten kostspielige und räumlich/ökologisch zunehmend problematische Infrastruktur-Ausbauten vermieden oder zumindest zeitlich aufgeschoben werden.

## 8 Möglichkeiten zur Beeinflussung des BGP

### 8.1 Einfaches intramodales Entscheidungsmodell

Als zentrale Frage im Zusammenhang mit der Analyse des BGP bleibt zu beantworten, wie der BGP gemäss Zielsystem des Kapitels 7 beeinflusst, d.h. erhöht werden kann. Um Antworten auf diese Frage zu finden, muss nach den Gründen der Verkehrsmittelwahl und nach den Hindernissen zur Bildung von Fahrgemeinschaften gesucht werden.

Da eine Erhöhung des BGP eine Verhaltensänderung des PW-Benutzers voraussetzt, ist primär auf die engere Verkehrsmittelwahl innerhalb des Verkehrsmittels PW zu fokussieren. Im Vordergrund stehen die Entscheidungsfälle „Autobenutzung als Alleinfahrer im eigenen PW“ (mit oder ohne Mitnahme anderer Personen) und „Autobenutzung als Mitfahrer in fremdem PW“. Folgende grafische Darstellung zeigt - ausgehend vom individuellen spezifischen Mobilitätsbedürfnis - das Prinzip dieses Entscheidungsablaufs:

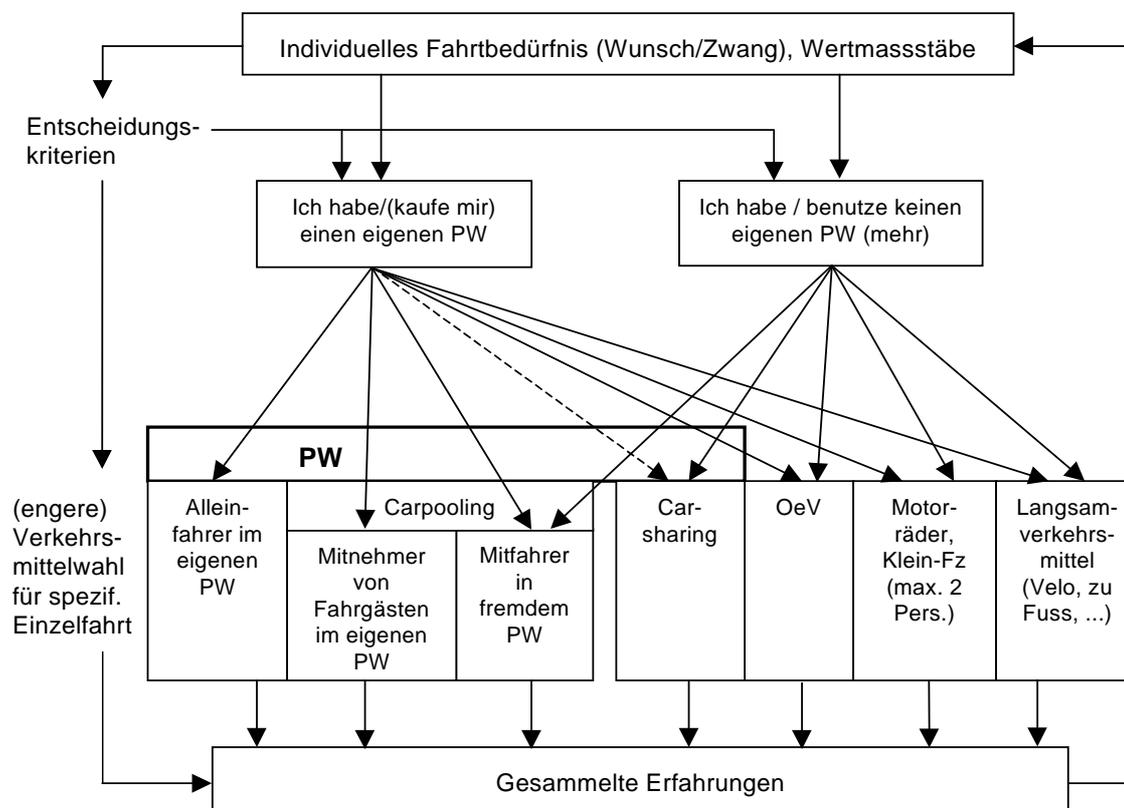


Abbildung 14: Prinzip des Verkehrsmittelentscheids mit Fokussierung auf den Personenwagen

Je nach Einzelfahrt und Fahrtzweck kann der in Abbildung 14 skizzierte engere Transportmittelentscheid unterschiedlich ausfallen, abhängig davon, wie stark der Fahrtwunsch von der Rationalität oder der Spontaneität geprägt wird, wie gross die Anzahl Freiheitsgrade ist und wie die äusseren Umstände (z.B. Wetter) ausfallen. Im Freizeitverkehr bestehen z.B. mehr Freiheitsgrade als beim Pendlerverkehr, da das Endziel und die Fahrtzeit häufig nicht von vornherein fix vorgegeben sind.

Ist die Verkehrsmittelwahl einmal getroffen, so wirken die tagtäglich gemachten Erfahrungen z.B. im Rahmen einer Fahrgemeinschaft oder durch die Benutzung eines PW rückkoppelnd auf den Entscheid des PW-Besitzes oder die PW-Benutzung. Schlechte Erfahrungen mit Fahrgemeinschaften können z.B. dazu Anlass geben, einen Zweitwagen pro Haushalt zu kaufen, positive Erfahrungen mit Alternativangeboten (Fahrgemeinschaft oder OeV) umgekehrt, den (Zweit-)Wagen abzustossen.

Die Entscheidung, ob sich ein Individuum zum Alleinfahren, Mitfahren oder Mitnehmen entscheidet, beruht aber letztlich - bewusst oder unbewusst - immer auf einer Kosten-/Nutzenüberlegung.

## **8.2 Ableitung der BGP-Beeinflussungsparameter über eine Kosten-/Nutzenbetrachtung**

Um geeignete BGP-Beeinflussungsparameter eruieren zu können, soll von einem vereinfachten ökonomischem Entscheidungsverhalten auf Basis von Kosten-Nutzenüberlegungen ausgegangen werden. Es basiert auf dem im nachfolgenden Kapitel 8.3 dargestellten Menschenbild.

Soll eine BGP-Erhöhung erzielt werden, müssen primär die Alleinfahrer im eigenen PW in die beiden Kategorien „Mitnehmer von Fahrgästen“ und „Mitfahrer in fremdem PW“ verschoben werden. Um die Frage beantworten zu können, wie ein solcher „shift“ realisiert werden kann, müssen zunächst die einzelnen Komponenten des individuellen Kosten-/Nutzenvergleichs erfasst werden.

Folgende subjektiv empfundene bzw. vermutete Kosten-/Nutzenkomponenten sind zu berücksichtigen:

<b>1. Kostenkomponenten (Nachteile)</b> (Reihenfolge in vertikaler Richtung nach zunehmender subjektiver Empfindung/Vermutung bzw. zunehmender Schwierigkeit der Monetarisierbarkeit)			
Autobesitzer als Alleinfahrer (BGP=1)	Autobesitzer als Mitnehmer von Fahrgästen (BGP>1)	Autobesitzer als Mitfahrer in fremdem Auto (BGP>1)	Nicht-Autobesitzer als Mitfahrer in fremdem Auto (BGP>1)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volle Fixkosten (Autobesitz) und volle Betriebskosten (Autobenutzung) inkl. Abstell-/ Parkierungskosten</li> <li>• Evtl. Staukosten (Wartezeiten im Verkehr) infolge hoher Anzahl tiefbesetzter PW</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitverlust infolge Aufnahme/Absetzen der Fahrgäste</li> <li>• (Zeit-)aufwand für Informationsbeschaffung über potenzielle Fahrgäste (wer/wo?)</li> <li>• Verlust an Flexibilität</li> <li>• Einschränkung der Anonymität/Intimität bei Verzicht auf Alleinfahren im eigenen PW</li> <li>• Eingeschränkte Bedürfniserfüllung während der Fahrt (z.B. Rauchen, Musik hören); Verhaltensanpassung gegenüber Mitfahrern</li> <li>• Auch den anderen Insassen gegenüber verantwortlich / haftbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fahrleistungs-/distanzabhängige Kostenbeteiligung für die Mitfahrgelegenheit</li> <li>• Kosten infolge Fehlen oder Mangel einer Auffanglösung bei Versagen des Carpools</li> <li>• evtl. Zeitverlust infolge Aufsuchen des Treffpunktes</li> <li>• Verlust an Flexibilität</li> <li>• (Zeit-)aufwand für Informationsbeschaffung über potenzielle Anbieter einer Mitfahrgelegenheit (wer/wo?)</li> <li>• Einschränkung der Anonymität /Intimität bei Verzicht auf Alleinfahren mit eigenem PW</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fahrleistungs-/distanzabhängige Kostenbeteiligung für die Mitfahrgelegenheit</li> <li>• Kosten infolge Fehlen oder Mangel einer Auffanglösung</li> <li>• Verlust an Flexibilität (Anpassung an gewünschte Abfahrtszeiten)</li> <li>• Information über potenzielle Anbieter einer Mitfahrgelegenheit (wer/wo?)</li> <li>• Einschränkung der Anonymität /Intimität bei Verzicht auf Langsamverkehrsmittel (Velo, zu Fuss)</li> <li>• direktes Ausgesetzt sein gegenüber störenden Einflüssen</li> <li>• laufende Umstände / Zeitaufwand zwecks Optimierung der Mitfahrgelegenheit</li> </ul>
<b>2. Nutzenkomponenten (Vorteile)</b> (Reihenfolge in vertikaler Richtung nach zunehmender subjektiver Empfindung/Vermutung bzw. zunehmender Schwierigkeit der Monetarisierbarkeit)			
Autobesitzer als Alleinfahrer (BGP=1)	Autobesitzer als Mitnehmer von Fahrgästen (BGP>1)	Autobesitzer als Mitfahrer in fremdem Auto (BGP>1)	Nicht-Autobesitzer als Mitfahrer in fremd. Auto (BGP>1)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auto als indiv. Besitzstands- und soz. Statussymbol (Qualität des Fahrgefühls und Reisekomfort kann selbst bestimmt werden)</li> <li>• Uneingeschränkte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kostenersparnis: Ein Teil der Betriebskosten (fahrleistungs-/distanzabhängig) wird vergütet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kostenersparnis: Nur Vergütung eines Betriebskostenanteils (fahrleistungs-/distanzabhängig) fällt an</li> <li>• Auto des Mitfahrers steht seinem Haushalt (Partner / Familie) zur Verfügung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• evtl. Kostenersparnis durch Wegfall des OeV-Abonnements</li> </ul>

<p>Bedürfniserfüllung während der Fahrt (nur sich selbst Rechenschaft schuldig)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Als Insasse nur sich selbst gegenüber verantwortlich / haftbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sozialer Nutzen (Kennenlernen von Leuten / persönliche Kommunikationsmöglichkeit / Selbsterfahrung etc.)</li> <li>evtl. geringer Zeitgewinn infolge Verflüssigung des Verkehrs und attraktiveren Parkierungsmöglichkeiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für Mehrpersonen-Haushalte wird die Anschaffung eines Zweitwagens unnötig</li> <li>evtl. geringer Zeitgewinn infolge Verflüssigung des Verkehrs und attraktiveren Parkierungsmöglichkeiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sozialer Nutzen (Kennenlernen von Leuten / direkte Kommunikationsmöglichkeit etc.)</li> </ul>
--	---	--	--

Tabelle 2: Kosten- und Nutzenkomponenten innerhalb des PW-Verkehrsmittelentscheids

Obwohl es schwierig ist, allein mit dem ökonomischen Instrument der Kosten-/Nutzenanalyse die individuell unterschiedlich empfundenen und gewerteten Vor- und Nachteile verschiedener Möglichkeiten der PW-Benutzung abzubilden, kommt dieser Ansatz den realen Entscheidungsmustern relativ weit entgegen: Erst wenn ein gewohntes Verhalten auf Widerwärtigkeiten stösst oder wenn einschneidende mobilitätsrelevante Veränderungen eintreten, setzen beim Individuum Denk-, Lern- und Verhaltensänderungsprozesse ein.

Wie aber die effektive Transportmittelwahl vom einzelnen Individuum für jede spezifische Situation getroffen wird, lässt sich in keinem Entscheidungsmodell vollständig abbilden, da es die Erfassung und Quantifizierung einer bewusst oder unbewusst vom Individuum vorgenommenen Kosten-/Nutzenbetrachtung mit individuellen Wertvorstellungen voraussetzt. Der Entscheidungsprozess kann auch durch einen multidisziplinären Ansatz nicht vollständig und befriedigend erklärt werden. Ebensowenig können kritische quantitative Schwellenwerte einzelner Komponenten wissenschaftlich exakt bestimmt werden, weder mit einem ökonomisch-verkehrsplanerischen, soziologisch-psychologischen oder alle Disziplinen integrierendem Ansatz.<sup>24</sup>

Jüngere Erfahrungen (z.B. Aktion „STAUWEG!WOCHE“ am Baregg, HOV-Streifen im Ausland) zeigen aber, dass das Problem des tiefen BGP mit ergänzender Hilfe der *Psychologie* und *Technik* mehr oder weniger erfolgreich angegangen werden kann.<sup>25</sup> Entscheidend sind nämlich u.a. die *Erfolgserwartungen* der Verkehrsteilnehmer an eine bestimmte (ökonomische) Massnahme zur Erhöhung des BGP. Die Psychologie (Apelle, Informationskampagnen) kann helfen, ökonomische Massnahmen zu etablieren.

Wir beschränken uns im Folgenden weiterhin auf den ökonomisch-verkehrsplanerischen Blickwinkel. Im weiteren verzichten wir der Einfachheit halber darauf, die je nach Fahrzweck unterschiedliche Freiheitsgrade zu berücksichtigen.<sup>26</sup>

<sup>24</sup> vgl. Literaturverzeichnis [7]

<sup>25</sup> siehe in: „STAUWEG!WOCHE“ Sozialwissenschaftliche Auswertung“ von GUTSCHER H., Zürich 2000

<sup>26</sup> Verkehre, die einer engen Ziel- und Zeitgebundenheit unterliegen (z.B. beim Pendlerverkehr) besitzen einen kleineren individuellen Freiheitsgrad der Verkehrsmittelwahl als jene Verkehre, bei denen weder Ziel noch Ankunftszeit eng vorgegeben sind (z.B. Freizeitverkehr). Da die klassische Zweckeinteilung der Mobilität in Pendler-, Geschäfts-, Einkaufs- und Freizeitfahrten immer weniger scharf machbar ist, unterstützen wir die in von DIETIKER J./REGLI R. (vgl. Literaturverzeichnis [7]) vorgeschlagene Zwei-

Aus den in Tabelle 2 aufgeführten Kosten-/Nutzenkomponenten lassen sich folgende, teils theoretische *Beeinflussungsparameter* ableiten (Reihenfolge nach abnehmender direkter Beeinflussbarkeit des BGP):

- **Kosten/Preis der Fahrt (inkl. anfallende Kosten am Beginn/Ende der Fahrt → Parkieren)**  
BGP ist beeinflussbar z.B. über eine differenzierte Änderung fahrleistungsabhängiger Kosten oder eine differenzierte Bewirtschaftung des Parkraumangebots.
- **Benötigte Fahrzeit inkl. Warte-/Umsteigezeiten**  
BGP ist beeinflussbar z.B. über die Bevorzugung höherbesetzter Fahrzeuge bei Fahrstreifen-Zuteilungen, Parkraumzuweisung oder im Rahmen von Beeinflussungsmassnahmen zur Verflüssigung des Verkehrs.
- **Kenntnis/Information über bestehende Fahrtalternativen**  
BGP ist beeinflussbar z.B. über Informationskampagnen, Präsentation alternativer Fahrtmöglichkeiten im Internet etc.
- **Zuverlässigkeit des Transportmittels**  
BGP ist beeinflussbar z.B. über die Garantie und Qualität von Auffanglösungen im Falle eines Ausfalles der Fahrgemeinschaft.
- **Komfort/Bequemlichkeit und Sicherheit des Transportmittels**  
BGP ist beeinflussbar z.B. über serienmässig gleichwertige Sicherheitsausstattung aller Sitzplätze eines PW.
- **Nutzungsmöglichkeiten der Fahrzeit (andere nutzbringende Tätigkeiten während der Fahrt)**  
BGP ist beeinflussbar z.B. über innovative/verbesserte Dienstleistungsangebote im OeV oder in Fahrgemeinschaften, wie etwa „fahrender Sprachunterricht“.
- **Grad der Selbst- und Fremdverantwortung**  
BGP ist beeinflussbar z.B. über differenzierte/vergünstigte haftpflichtrechtliche Regelungen zugunsten des Fahrzeughalters (Substitution der Haftpflicht- durch Insassenversicherung).
- **Individueller Freiheitsgrad und Verhalten der Beteiligten einer Fahrgemeinschaft**  
BGP ist beeinflussbar z.B. über das Aufstellen von Verhaltensregeln („Kodex“) für Fahrer und Mitfahrer.

### 8.3 Ansatzebenen zur Beeinflussung des Besetzungsgrades

---

teilung in „fixierte Mobilität“ und „Mobilität mit Wahlfreiheit“, obwohl auch diese Trennung nicht haarscharf machbar ist.

---

Ein Mobilitätsnachfrager (Entscheider über die Verkehrsmittelwahl), der aus irgendeinem Grund von A nach B gelangen will oder muss, wird gemäss unserer Konvention die Möglichkeit mit dem grössten Nutzen wählen (Optimierung des Kosten-Nutzenverhältnisses).

Um die Ansatzebenen zur Beeinflussung des BGP ableiten zu können, müssen Annahmen über das menschliche Verhaltensmuster getroffen werden, um in einem zweiten Schritt die absolute Wirkung und Effizienz einzelner Ansatzebenen bzw. -kanäle eruieren zu können. Ohne in das komplexe Gebiet der individuellen Verkehrsmittelwahl und Entscheidungstheorie abzuschweifen, sollen in kurzen Exkursen folgende Rahmenbedingungen kurz abgesteckt werden:

#### **Exkurs I: Kosten-Nutzenbetrachtung aus Sicht des Verkehrsnachfragers**

Eine exakte Aufrechnung von Kosten und Nutzen ist nur unter unsicheren Annahmen machbar. Erschwerend wirken folgende Faktoren:

- **Unvollständige Kostenbetrachtung:**  
Während dem Verkehrsnachfrager ein Grossteil der anfallenden Kostenkomponenten bekannt ist, stellt er nur einen Teil dieser Kosten für die Verkehrsmittelwahl in Rechnung. Wie die tägliche Erfahrung zeigt, berücksichtigt ein PW-Besitzer beim Entscheid, das Auto für einen spontanen/gelegentlichen Fahrzweck zu benutzen, nur einen *Teil der variablen Kosten*, im Extremfall gar nur die Treibstoffkosten. Eine Vollkostenkalkulation (inkl. Abschreibungen) wird vom privaten, nicht gewerbsmässig fahrenden Verkehrsteilnehmer - selbst bei regelmässigen Fahrten – kaum angestellt.
- **Monetarisierung des Nutzens:**  
Der durch verschiedene Transportalternativen entstehende Nutzen zu Gunsten des Verkehrsteilnehmers ist schwierig in Geldeinheiten zu fassen. Somit kann für eine Kosten-/Nutzenrechnung keine saubere Vergleichseinheit geschaffen werden.
- **Reihenfolge der Bedeutung der Beeinflussungsparameter:**  
Das Individuum schätzt die Bedeutung der Beeinflussungsparameter ausgehend von seinen Wertmassstäben unterschiedlich ein. Es nimmt demnach bei der Monetarisierung des Nutzens unterschiedliche Gewichtungen vor.

### **Exkurs II: das unterstellte Menschenbild**

Es wird hier von einem Menschenbild des „homo oeconomicus semi-rationalis“ ausgegangen. Dies ist ein Mensch, der die Mehrheit aller Entscheidungen auf rationale, berechnende Weise trifft, aber dennoch nicht vor gelegentlich irrationalen Entscheiden gefeit ist.

Sich oft wiederholende/regelmässige Verkehrsvorgänge (z.B. Arbeitsweg) werden auf rationale Weise, gelegentliche oder spontane Verkehrsvorgänge (Freizeitaktivitäten) auf die schnellste/bequemste Weise und damit oftmals „unvernünftig“ getroffen. Regelmässige Vorgänge verleiten den Menschen allerdings dazu, zum „Gewohnheitstier“ zu werden und gewohnte Vorgänge nur gelegentlich wieder rational zu hinterfragen.

*Rational* bedeutet, dass das einzelne Individuum bzw. eine Gruppe von Individuen bestrebt ist, ein optimales Kosten-/Nutzenverhältnis eines Transportvorganges zu erreichen. Prädestiniert für solche Entscheide ist der tägliche Pendlerverkehr. Das andere Extrem bildet der Ausflugs- und Freizeitverkehr, der meist kurzfristig/spontan aus einem individuellen Lustbedürfnis heraus ausgelöst wird.

Werden die in Kapitel 8.2 hergeleiteten Beeinflussungsparameter zu Kategorien zusammengefasst, ergeben sich folgende 5 Ansatzebenen im Hinblick auf Massnahmen zur Beeinflussung des BGP:

- Preis
- Beeinflussung des individuellen Zeitbudgets
- Zuteilung des knappen Verkehrsraums (Allokation)
- Information
- Vorschriften/Verbote.

Die einzelnen Ebenen werden im folgenden kurz umschrieben:

#### 8.3.1 Preisliche Ebene

Das Mobilitätsverhalten und damit auch der BGP wird mit preislichen, sog. marktwirtschaftlichen Massnahmen über das individuelle Budget beeinflusst. Der für die Gewährleistung und Steigerung der Mobilität notwendige Raum- und Mittelbedarf wird als knappes und entsprechend teures Gut betrachtet. Die Wirkung eines Preissystems, das die relativen Knappheiten widerspiegelt, ist sehr gross und verlangt nur relativ bescheidene administrative Aufwendungen und Kontrollen. Es ist somit auch effizient. Es existieren drei grundsätzliche Möglichkeiten preislicher Massnahmen: (1) Internalisierung externer Kosten, (2) regulierende/lenkende Eingriffe (Abgaben, Vergünstigungen/Rabatte für Fahrgemeinschaften), (3) staatliche Subventionierung/Abgeltung (Förderungs- und Kompensationspolitik).

#### 8.3.2 Ebene der Beeinflussung des individuellen Zeitbudgets

Eine relative Veränderung der Fahr- und Wartezeiten zwischen höher- und tieferbesetzten Fahrzeugen liefert Anreize zur Erhöhung des BGP. Indirekt wird dadurch auch das relative Preisverhältnis zwischen höher- und tieferbesetzten Fahrzeugen verändert („Zeit ist Geld“). Diese

Ansatzebene wirkt deshalb sowohl materiell als auch psychologisch (Erhöhung der Frustgrenze für Einzelfahrer).

### 8.3.3 Allokative Ebene (Zuteilung des knappen Verkehrsraums)

Mittels Zu- bzw. Umverteilung der beschränkten Ressourcen Parkraum, Fahr- und Wartestreifen wird das Mobilitätsverhalten gesteuert, was Änderungen von Eigentumsverhältnissen und Nutzungsmöglichkeiten bedingt. Diese Ansatzebene wirkt primär materiell, beeinflusst aber auch das Zeitbudget. Entscheidend ist, dass die (engere) Verkehrsmittelwahl bereits vor Fahrtantritt beeinflusst wird. Die Wirkung dieser Ebene wird allerdings durch die beschränkte Möglichkeit, Eigentums- und Nutzungsrechte zu ändern, reduziert.

### 8.3.4 Informationsebene

Mittels Informationen (PR-Kampagnen, Appelle, Bekanntmachung alternativer Mobilitätsformen), oder erzieherischen Massnahmen wird angestrebt, das gewohnte Mobilitätsverhalten zu beeinflussen und damit den BGP zu erhöhen. Diese Ansatzebene wirkt psychologisch über die menschliche Vernunft und Einsicht bzw. materiell über ein überzeugendes Alternativangebot. Massnahmen auf dieser Ansatzebene wecken primär die Aufmerksamkeit oder die Eigeninitiative. Mittel- bis längerfristig ist die Wirkung solcher Massnahmen bescheiden, wenn sie nicht von anderen substantiellen Massnahmen flankiert bzw. abgelöst werden.

### 8.3.5 Ebene der Vorschriften/Verbote

Das Mobilitätsverhalten wird mittels Vorschriften und Verboten (Gesetze, Verordnungen, Auflagen) innerhalb der staatlichen Autorität und den entsprechenden Sanktionsmöglichkeiten eingeschränkt bzw. gesteuert. Diese Ansatzebene wirkt einerseits psychologisch über die „Hörigkeit“/Respektierung und andererseits materiell über das Kontroll- und Sanktionssystem (Bussenhöhe/Kontrolldichte). Die Wirkung dieser Ebene ist zwar gross, gleichzeitig aber auch aufwändig und somit tendenziell ineffizient.

## 8.4 Zuordnung der Beeinflussungsparameter zu Massnahmen-Ansatzebenen

Die einzelnen in Kapitel 8.2 aufgeführten Beeinflussungsparameter lassen sich den oben beschriebenen Ansatzebenen zuordnen. Dies ergibt folgende Übersicht:

Beeinflussungsparameter	Massnahmen-Ansatzebenen				
	Preis	Individuelles Zeitbudget	Allokation Verkehrs- fläche	Informa- tion	Vorschriften / Verbote
Kosten der Fahrt (inkl. anfallende Kosten am Beginn/Ende der Fahrt)	X			X	
Benötigte Fahrzeit inkl. Warte-/Umsteigezeiten		X	X	X	X
Kenntnis/Information über bestehende Fahrtalternativen				X	
Nutzungsmöglichkeiten der Fahrzeit (andere nutzbringende Tätigkeiten während der Fahrt)		X		X	X
Grad der Selbst- und Fremdverantwortung	X			X	X
Individueller Freiheitsgrad / Flexibilität während der Fahrt				X	
Komfort, Sicherheit des Transportmittels	X			X	X
Zuverlässigkeit des Transportmittels		X		X	

Tabelle 3: Beeinflussungsparameter und Massnahmen-Ansatzebenen zur BGP-Beeinflussung

## 9 Denkbare Massnahmen zur Erhöhung des BGP in der Schweiz

Für eine zielgerichtete Beeinflussung des BGP kommen unterschiedliche Einzelmassnahmen bzw. Massnahmengruppen in Frage. Zunächst werden im folgenden Kapitel 9.1 denkbare Massnahmen, die gemäss vorheriger Analyse der Beeinflussungsparameter und Massnahmen-Ansatzebenen in Richtung einer BGP-Erhöhung wirken, strukturiert und grob umschrieben, um diese anschliessend hinsichtlich ausgewählter Kriterien beurteilen und evaluieren zu können. Die denkbaren Massnahmen sollen analog der in Tabelle 3 dargestellten horizontalen Struktur gruppiert werden. Die vollständige Beurteilung der einzelnen Massnahmen ist in Beilage C in Form einzelner Beurteilungsblätter und -profile ersichtlich.

### 9.1 Massnahmenübersicht

Folgende Tabelle zeigt eine Übersicht denkbarer Massnahmen mit Zuordnung zu den Beeinflussungsebenen:

Massnahme	Beeinflussungsebenen				
	Preis	Individuelles Zeitbudget	Allokation Verkehrs- fläche	Informa- tion	Vorschriften / Verbote
Bevorzugung von höherbesetzten Fahrzeugen bei Parkgebühren	X				(X)
Road pricing mit Preisdifferenzierung zugunsten höherbesetzter Fahrzeuge	X				
Generelle Verteuerung des MIV	X				
Einrichtung spezieller Streifen für höherbesetzte Fahrzeuge („HOV-Streifen“)		X	(X)		X
Bevorzugung höherbesetzter Fahrzeuge bei der Parkraumvorhaltung und -verteilung			X		(X)
Appelle an die Vernunft zwecks individueller Verhaltensänderung				X	
Betrieb einer Carpooling-Vermittlungszentrale				X	
Mitnahmesystem mit definierten Halteorten (organisierter Autostopp)	(X)			X	
Zufahrts- und Fahrbeschränkungen mit Bevorzugung höherbesetzter Fahrzeuge		(X)			X

Tabelle 4: Übersicht über die Massnahmen und zugehörige Beeinflussungsebenen

## 9.2 Massnahmenbeschrieb und deren rechtliche Machbarkeit

### 9.2.1 Preiswirksame Massnahmen

#### a) *Bevorzugung von höherbesetzten Fahrzeugen bei Parkgebührenerhebung*

Massnahmendesign: Fahrzeuge mit einem höheren BGP (z.B. mindestens 2 Personen und/oder mindestens die Hälfte der Sitzplätze besetzt) werden bei den Parkgebühren begünstigt (preisliches Steuerungsprinzip). Um eine spürbare Wirkung entfalten zu können, ist von einer genügend grossen Preisdifferenzierung und einer spürbaren Gebührenerhöhung für tiefbesetzte Fahrzeuge auszugehen.

Um die Möglichkeiten und Machbarkeit dieser Massnahme abschätzen zu können, gilt es zu unterscheiden zwischen öffentlichen und privaten/firmeneigenen Parkflächen. Während bei den öffentlichen Parkflächen eine differenzierte Gebührenerhebung auf Basis der heutigen Gesetzgebung rechtlich möglich ist, sind die Möglichkeiten bei Privatflächen stark begrenzt. Die diesbezügliche Politik liegt im Ermessen der Eigentümer. Der Arbeits- bzw. Pendlerverkehr bleibt bei der Parkgebührenerhebung damit praktisch nur über die Unternehmen (Mobilitätsberatung) und

Parkplatzbewilligungen bei Neubauten erreichbar, was das Potenzial der Massnahme erheblich eingeschränkt.

b) *Road pricing mit Preisdifferenzierung zugunsten höherbesetzter Fahrzeuge*

Massnahmendesign: Ein flächendeckendes oder regional definiertes Road pricing-System wird derart ausgestaltet, dass nebst zeitlicher Preisdifferenzierung ein vom Besetzungsgrad abhängiges Benützung-Preissystem eingerichtet wird. Fahrzeuge mit höherem BGP werden mit dieser Massnahme preislich begünstigt (preisliches Steuerungsprinzip). Technisch kann die Massnahme mittels elektronischem Abgabenerfassungs-System („on board unit“ + Übertragungs- und Hintergrundsystem) und evtl. zusätzlichen bemannten oder automatisierten Zahlstellen umgesetzt werden. Die Kontrolle/Missbrauchsverhinderung kann elektronisch mittels videoüberwachten Zutrittsbarrieren und ergänzend mit Kontrollpersonal erfolgen.

Die Einführung des Road pricing setzt eine Verfassungs- und Gesetzesänderung voraus, so dass diese Massnahme kurz- bis mittelfristig nicht umsetzbar ist.

c) *Generelle Verteuerung des MIV*

Massnahmendesign: Mit verschiedenen Preiserhöhungen (Verteuerung des Treibstoffs, Erhöhung der Motorfahrzeugsteuern, allgemeine Erhöhung der Parkgebühren, Einführung des Road pricing etc.) werden die Kosten des MIV generell und unabhängig vom Besetzungsgrad des Fahrzeuges erhöht. Entscheidend dabei ist, dass sich das relative Preisverhältnis des MIV gegenüber den alternativen Verkehrsmitteln (OeV, NMIV) verschlechtert und das Individuum Anreize erhält, den PW gezielter einzusetzen und zusätzliche Fahrgemeinschaften zu bilden. Auf diese Weise lassen sich die entstehenden Mehrkosten zu Lasten des Einzelnen reduzieren bzw. durch mehrere Personen teilen. Die Reaktion der MIV-Teilnehmer erhöht damit auch den BGP.

Die Umsetzung dieser Massnahme ist an unterschiedliche rechtliche Voraussetzungen auf kantonaler und Bundesebene geknüpft. Mit Ausnahme der Erhöhung von Parkgebühren sind alle Möglichkeiten mit Gesetzesänderungen verbunden und damit referendumsgefährdet.

#### 9.2.2 Zeitwirksame Massnahmen: Einrichtung von HOV-Streifen

Massnahmendesign: Nur Busse und PW mit einem hohen BGP (mindestens 2 oder 3 Personen) haben das Recht, einen speziellen Fahr-, Warte- oder Zugangsstreifen zu benützen (Ausschliesslichkeits- oder Verbotsprinzip). HOV-Massnahmen lassen sich auf der Basis der bestehenden gesetzlichen Grundlagen auf Kantons- und Bundesebene grundsätzlich umsetzen.

*Für die Einrichtung von HOV-Fahrstreifen eignen sich:*

- Autobahnen

In der Schweiz kommen dafür theoretisch nur dreistreifige Autobahnabschnitte in Frage, was einem gegenwärtigen Potenzial von ca. 80 km entspricht. Vorstellbar wäre jedoch auch die teilweise Öffnung von Pannestreifen zur (zeitweisen) Nutzung als HOV-Streifen, was das Potenzial erheblich steigern würde.

- Hauptstrassen

In der Schweiz kommen dafür zunächst bereits vorhandene, speziell für Busse reservierte Fahrstreifen in Frage. In ähnlicher Weise könnten auf weiteren Strassen mit einer bestimmten Mindestfahrbahnbreite weitere, von Bussen und HOV-Fahrzeugen benützbare Streifen eingerichtet werden.

*Als HOV Zutritts- oder Wartestreifen eignen sich:*

- Einfahrten in Parkhäuser/Parkanlagen
- Autobahneinfahrten
- Grenzübertritte (Zoll)
- Pfortneranlagen: Zugang zu „sensiblen“ Zonen wie etwa Innenstädte oder Tourismuszentren
- Einzelne Streifen bei Kreuzungen mit Lichtsignalanlagen

HOV-Zugangs- oder Wartestreifen ermöglichen Fahrzeugen mit hohem BGP ein mittels Verkehrsbeeinflussungs-System (signalgesteuerte Dosierungsanlagen, automatische Barrieren) gesteuertes Vortrittsrecht bei der Einfahrt z.B. in Anlagen mit beschränktem Platzangebot oder vor der Passage eines bestimmten Hindernisses. Die Wartezeit für den Einlass oder die Passage wäre auf dem HOV-Zugangstreifen merkbar kürzer als auf dem Zugangstreifen für Autos mit tiefem BGP.

#### 9.2.3 Allokationswirksame Massnahmen: Bevorzugung höherbesetzter Fahrzeuge bei der Parkraumvorhaltung und -verteilung

Massnahmendesign: Fahrzeuge mit einem hohen BGP haben bei der Vorhaltung und Zuteilung des knappen Parkraums erste Priorität (Bevorzugungsprinzip). Nebst der reinen Aufteilung des vorhandenen Parkraums zwischen höher- und tieferbesetzten Fahrzeugen sind in der Form von Reservationssystemen und einer Zuordnung der Parkraum-Standortqualität weitere Steuerungsmöglichkeiten zur Bevorzugung höherbesetzter Fahrzeuge denkbar. Die Wirkung der Massnahme ist abhängig vom Umfang und der Konsequenz einer derartigen Verteilungspolitik.

In Bezug auf die rechtliche/gesetzliche Machbarkeit der Massnahme gelten ähnliche Aussagen wie unter 9.2.1 a): Ausser Auflagen beim Neubau von Liegenschaften oder Umzonungen bestehen in diesem Bereich praktisch keine geeigneten gesetzlichen Grundlagen zur Beeinflussung einer (Um-)verteilung des privaten Parkraums, was das Potenzial der Massnahme stark einschränkt (Pendlerverkehr bleibt weitgehend unerreicht).

#### 9.2.4 Informations- und angebotswirksame Massnahmen

a) *Appelle an die Vernunft zwecks individueller Verhaltensänderung (z.B. Selbstorganisation von Fahrgemeinschaften)*

Massnahmendesign: Mittels öffentlicher Aufrufe (z.B. öffentlich aufliegende oder an die Haushalte verteilte Printmedien, Plakate) wird versucht, das individuelle Wertesystem des Einzelfahrers zu beeinflussen. Konkret sollen v.a. Pendler ermuntert werden, auf freiwilliger Basis und mittels Eigeninitiative Fahrgemeinschaften zu bilden. Die Appelle können auf nationaler, regiona-

ler oder kommunaler Ebene erfolgen, je nachdem welches konkrete Verkehrs-/Stauproblem es zu lösen gilt.

Die rechtliche Machbarkeit dieser Massnahme ist unproblematisch und erfordert keine Änderung bestehender gesetzlicher Grundlagen.

*b) Betrieb einer Carpooling-Vermittlungszentrale (Massnahme als solche)*

Massnahmendesign: Einrichtung und Betrieb einer professionellen Zentrale zwecks Information und Vermittlung von Fahrgemeinschaften („matching“ interessierter Teilnehmer). Das Dienstleistungsangebot einer solchen Zentrale ist via Internet verfügbar. Die Marktbearbeitungsbreite (räumliches Gebiet), -tiefe (Angebotsqualität) und damit die mit der Vermittlung verbundenen Kosten bilden die Variablen des Massnahmendesigns. Es gelten die allgemeinen Regeln: (1) Je besser die Vermittlungsqualität (Grad der Berücksichtigung individueller Wünsche), desto besser die Erfolgchancen und desto höher die Stückkosten einer Vermittlung; (2) Je grösser das definierte Vermittlungsgebiet bzw. je grösser der potenzielle Pool, desto grösser die Chance einer erfolgreichen Vermittlung und desto tiefer die entsprechenden Stückkosten.<sup>27</sup>

Die rechtliche Machbarkeit dieser Massnahme kann Probleme bezüglich Bewilligungs- und Konzessionspflicht im Rahmen der Personenbeförderungsgesetzes ergeben, falls eine gewerbsmässige Absicht des Fahrzeughalters vorliegt oder ein OeV-Angebot konkurrenziert wird. Die rechtliche Beurteilung muss für jedes Projekt einzeln vorgenommen werden.

*c) Mitnahmesystem mit definierten Halteorten (organisierter Autostopp)*

Massnahmendesign: Einrichtung eines Systems definierter Haltepunkte mit zugehörigem Hintergrundsystem (Ticketing/Abrechnung), welches den Privatwagenbesitzern und potenziellen Mitfahrwilligen Anreize liefert, sich an einer freiwilligen Mitnahme von Fahrgästen bzw. der Mitfahrt in tiefbesetzten PW zu beteiligen. Die Idee besteht darin, dass ein tiefbesetzter PW auf seiner Fahrt an bezeichneten Haltepunkten Mitfahrer gegen eine finanzielle Entschädigung aufnimmt und zum gewünschten Zielort mitführt. Das System kennt dabei keine Mitnahmepflicht oder –garantie. Der Mitfahrwillige kann das Fahrziel an der gekennzeichneten Wartestelle eingeben, worauf dieses für den Fahrer mittels elektronischer Anzeigetafel ersichtlich wird. Am dort befindlichen Automaten ist je nach angegebener Destination ein unterschiedlicher (symbolischer) Preis zu entrichten, worauf ein Ticket ausgegeben wird, welches vom Mitnehmer als Gutschein (z.B. bei Tankstellen) verwendet werden kann.

---

<sup>27</sup> Die Bildung einer Vermittlungszentrale muss folgende Faktoren berücksichtigen:

- Jährliche Kosten infolge Aufbau, Werbung/Akquisition und Betrieb
- Potenzial an Pendler-Fahrgemeinschaften pro Jahr
- Halbwertszeit von Fahrgemeinschaften
- Herkunft der potenziellen Mitglieder einer Fahrgemeinschaft (Ex-Alleinfahrende / Ex-OeV-Benützer)
- Dienstleistungspalette der Zentrale (Plattform für Alltagsprobleme, Umfang und Art einer Auffanglösung im Sinne einer Rückfahrtgarantie, etc.).
- Auswertung zahlenmässiger Erfahrungen bisheriger Vermittlungszentralen (Anzahl Matchings, Einzelfahrten oder Pendler, Anzahl Ex-OeV-Benützer, etc.)

Auch bei dieser Massnahme bilden die Marktbearbeitungsbreite (räumliches Gebiet), -tiefe (Angebotsqualität) und die damit verbundenen Kosten die Variablen des Designs. Die rechtliche Machbarkeit dieser Massnahme kann die gleichen Probleme wie bei 9.2.4 b) ergeben (Bewilligungs- und Konzessionspflicht, Gewerbsmässigkeit, Konkurrenzierung OeV). Die rechtliche Beurteilung muss ebenfalls für jedes Projekt einzeln vorgenommen werden.

#### 9.2.5 Polizeilich wirksame Massnahmen: Zufahrts- und Fahrbeschränkungen mit Bevorzugung höherbesetzter Fahrzeuge

Massnahmendesign: Mittels Verknappung des allgemeinen Verkehrsraumes (für ruhenden und fliessenden Verkehr) zu Lasten tief besetzter bzw. zugunsten höherbesetzter Fahrzeuge werden Anreize zur höheren Fahrzeugauslastung geliefert. Die Attraktivität von Fahrgemeinschaften wird damit verbessert. Derartige Zulassungsbeschränkungen lassen sich unterteilen in:

- örtliche Beschränkungen in Form von Zugangskontrollen („Access control“) mittels Kontingentierung für tieferbesetzte Fahrzeuge;
- zeitliche Beschränkungen als zeitlich definierte und limitierte Fahrbeschränkungen/-verbote in Abhängigkeit des Besetzungsgrades.

Die Massnahme lässt sich auf Basis der bestehenden gesetzlichen Grundlagen auf Kantons- und Bundesebene umsetzen, obwohl die massgebenden Artikel des Strassenverkehrsgesetzes möglicherweise unterschiedlich interpretiert werden können.

## 10 Beurteilung und Evaluation der Massnahmen

Um Empfehlungen für die Weiterverfolgung und Umsetzung einzelner Massnahmen abgeben zu können, sollen die verschiedenen, im vorangegangenen Kapitel vorgestellten Massnahmen nach geeigneten Kriterien beurteilt werden.

### 10.1 Kriterien zur Massnahmenbeurteilung und deren theoretische Quantifizierungseinheiten

Folgende Aufzählung enthält die uns relevant erscheinenden Beurteilungskriterien. Sie werden in der Reihenfolge der von uns beigemessenen Bedeutung aufgeführt<sup>28</sup>:

#### a) Absolute Wirkung

Absolute Wirkung bezüglich Erhöhung des durchschnittlichen BGP aus langfristigen-nachhaltiger Sicht (Masseinheit: Erhöhung der durchschnittlichen Anzahl Insassen bzw. Auslastung pro Fahrzeug-km).

---

<sup>28</sup> Obwohl im Rahmen dieser Studie nur eine qualitative Analyse vorgenommen wird, sind - zwecks Präzisierung der quantifizierbaren Kriterien - in Klammern jeweils die zugehörigen Masseinheiten angegeben

#### **b) Verkehrliche Veränderungspotenziale**

Ausmass, inwieweit folgende verkehrs-/umweltrelevanten „Kenngrossen“ beeinflusst werden:

- Verminderung der absoluten Fahrleistung (Masseinheit: Fahrzeug-km/Jahr) und damit Verminderung externer Kosten (Masseinheit: Anzahl Unfälle/Jahr, Emissionen in  $\text{m}^3/\text{Jahr}$ );
- Verminderung von Stausituationen bzw. Erhöhung des Verkehrsflusses an neuralgischen Querschnitten (Masseinheit: Personen-Staustunden/Jahr);
- Verminderung des Motorisierungsgrades bzw. des Fahrzeugbestandes (Masseinheit: Anzahl Fahrzeuge im Verhältnis zur Bevölkerung) und damit Verminderung des Parkflächenbedarfs (Masseinheit:  $\text{m}^2$ ).

#### **c) Effizienz**

Die Effizienz ist definiert als Quotient von absoluter Wirkung und erforderlichen Kosten, um den durchschnittlichen BGP erhöhen zu können (Masseinheit: CHF pro Prozenteinheit BGP-Erhöhung). Die Kosten umfassen sowohl die Investitions- als auch die Betriebs- und Unterhaltskosten, welche mit der Umsetzung einer Massnahme verbunden sind. Diese Kosten werden im Rahmen der Beurteilung nicht explizit und in absoluter Höhe aufgeführt, sondern werden lediglich indirekt und qualitativ in Form der groben Effizienzbeurteilung einbezogen.

#### **d) Kurz- bis mittelfristige Machbarkeit/Realisierbarkeit:**

- rechtlich (bestehende gesetzliche Grundlagen);
- technisch (Stand, Erprobung und Bewährung der technischen Entwicklung);
- politisch (Mehrheitsfähigkeit); basiert auf relativem Gewicht zwischen Nutznießern und Benachteiligten;<sup>29</sup>
- praktisch: Probleme beim operativen Vollzug (Kontrolle, Durchsetzbarkeit).

#### **e) Verkehrs-Sicherheit**

Potenzielle Sicherheitsrisiken und Möglichkeiten zur Sicherheitserhöhung.

#### **f) Akzeptanz (durch MIV-Verkehrsteilnehmer)**

Das Kriterium Akzeptanz unterscheidet sich vom Kriterium der politischen Machbarkeit dadurch, dass hier das einzelne Individuum ausschliesslich als MIV-Teilnehmer oder –Nutzer und nicht als anderweitig Betroffener betrachtet wird<sup>30</sup>. Die so definierte Akzeptanz hat den Blickwinkel des MIV-Teilnehmers mit seinem individuellen Kosten-/Nutzenbeurteilung und bildet eine Teilmenge der politischen Machbarkeit. Eine trennscharfe Abgrenzung zwischen den beiden Kriterien und Vermeidung einer teilweisen „Doppelzählung“ lässt sich nicht bewerkstelligen. Bei der Beurteilung einer Massnahme sind zudem die kulturellen Unterschiede (Mentalitäten) verschiedener betroffener Gruppierungen zu berücksichtigen.

---

<sup>29</sup> Die politische Machbarkeit ist theoretisch gegeben, wenn der Quotient aus anzahlmässigen Nutznießern und Geschädigten grösser als 1 ist.

<sup>30</sup> Bekanntlich verhält sich der Mensch insofern widersprüchlich, als er einen möglichst „schlanken“ und schnellen Zugang zur MIV-Infrastruktur, gleichzeitig aber einen ruhigen Wohnort wünscht, der möglichst weit von den Emissionen des MIV (Lärm/Abgase) entfernt liegt.

### **g) Nicht-Eintreten unerwünschter Nebenwirkungen**

Ausmass des Nicht-Eintretens folgender unerwünschter Nebenbedingungen:

- Konkurrenzierung des öffentlichen Verkehrs (OeV) und des Langsamverkehrs bzw. des nicht motorisierten Individualverkehrs;
- Induzierung einer „unnötigen“, zusätzlichen Mobilitätsnachfrage (Neuverkehr);
- Attraktivitätssteigerung für den Strassengüterverkehr;
- soziale Diskriminierung.

### **h) Erreichbarkeit der kritischen Masse**

Ausmass, inwieweit folgende zwei Zielgruppen (fahrleistungsstärkste Segmente) von der Massnahme „getroffen“ werden:

- Pendlerverkehr auf den Einfall-Achsen zu Morgen- und Abendspitzen;
- Freizeitverkehr am Wochenende und zu Hauptreisezeiten (v.a. auf den alpenquerenden Nord-Südachsen)

### **i) Eigenständigkeit der Massnahme**

Der Grad der Eigenständigkeit einer Massnahme wertet deren Unabhängigkeit von weiteren flankierenden Massnahmen, welche die absolute Wirkung verstärken oder gar erst ermöglichen kann.

### **j) EU-Kompatibilität**

Ausmass der Kompatibilität/Konformität mit Normen oder Projekten, die im EU-Raum bereits bestehen.

Wie aus der Beschreibung der einzelnen Kriterien erkennbar wird, sind diese teilweise eng miteinander verknüpft (wie etwa politische Machbarkeit und Akzeptanz) oder hängen voneinander ab (wie etwa die Effizienz von der absoluten Wirkung).

## **10.2 Beurteilung der Massnahmen anhand der definierten Kriterien und Erfolgsfaktoren: Übersicht über die Beurteilungsprofile**

Eine exakte quantitative Beurteilung auf Basis der in Kapitel 10.1 aufgezählten Kriterien ist ausgeschlossen, weil sie zu stark auf diverse unbekannte oder sehr unsichere Annahmen angewiesen ist. Die Evaluation der zu vertiefenden Massnahmen soll deshalb auf eine qualitative Beurteilung abstellen, die sich an folgenden qualitativen Bewertungsabstufungen orientiert:

0	: neutral / mittelmässig
+	: gut / gross / positiv
++	: sehr gut / sehr gross / sehr positiv
-	: schlecht / klein / negativ
--	: sehr schlecht / sehr klein / sehr negativ

Die Bewertung +/- bedeutet, dass je nach Ausprägung sich überlagernder Effekte ein „sowohl als auch“-Ergebnis resultieren kann. Die Bewertung +/- wird der Einfachheit halber der Bewertungsstufe 0 (neutral) gleichgesetzt.

Jede der in Kapitel 9.2 beschriebenen Massnahmen wird entlang des in Kapitel 10.1 dargestellten Kriterienrasters und den hier aufgeführten Bewertungsabstufungen beurteilt. Die einzelnen Beurteilungsblätter sowie die zugehörigen Beurteilungsprofile (Nutzwertdiagramme) sind in Beilage C zusammengestellt. Die Ergebnisse der Beurteilung bilden die Basis für die in Kapitel 10.3 folgende Massnahmenevaluation.

### 10.3 Evaluation der Massnahmen

Wie aus den Beurteilungsprofilen in Beilage C ersichtlich wird, existiert keine Einzelmassnahme bzw. Massnahmengruppe, die über alle Kriterien betrachtet positiv abschneidet. Die skizzierten Beurteilungsprofile haben allerdings eine beschränkte Aussagekraft, weil die unterschiedliche Wichtigkeit der Beurteilungskriterien nicht zum Ausdruck kommt (lediglich die Reihenfolge der Kriterien widerspiegelt deren Gewicht). Für die eigentliche Evaluation von geeigneten Massnahmen ist deshalb eine Gewichtung der Beurteilungskriterien angezeigt.

#### 10.3.1 Das Evaluationsprinzip: Punktebewertungssystem mit gewichteten Beurteilungskriterien

Das Bewertungsverfahren soll eine grobe Massnahmen-Rangfolge zulassen. Wir verwenden zu diesem Zweck ein *Punktebewertungs-System*, welches den qualitativen Bewertungsabstufungen einen Zahlenwert (Nutzwertpunkte) und den verschiedenen Beurteilungskriterien einen Gewichtungsfaktor zuweist. Aus der erzielten Punktzahl lässt sich am Schluss eine Massnahmenrangfolge ableiten.

Selbstverständlich ist eine derartige Bewertung nicht wirklich objektiv machbar, da mit der Höhe der zugeordneten Zahlenwerte und den relativen Abständen innerhalb der Bewertungs-Skala das Punkte-Total und damit die Rangfolge der Massnahmen beeinflusst werden kann. Eine derartige Bewertung kann somit zu Verzerrungen führen. Als unabhängige Forschungsstelle haben wir uns jedoch bemüht, die Beurteilung auf verschiedene Expertenmeinungen breit abzustützen.

Die Alternative einer *ungewichteten* Beurteilung erachten wir als den schwächeren Ansatz, da den einzelnen Beurteilungskriterien unbestrittenermassen nicht dasselbe Gewicht zukommen darf.

#### a) *Zahlenwerte der qualitativen Bewertungsabstufungen:*

Die oben aufgeführten Bewertungsabstufungen (zwischen sehr gut bis sehr schlecht) können gemäss Beurteilungsblättern (vgl. Beilage C) neun verschiedene Ausprägungen bzw. Zwischenstufen annehmen. Diesen Ausprägungen werden im Rahmen einer Bewertungs-Skala Punkte zugewiesen. Die Punkte-Skala reicht von -2 bis +2:

Bewertungs- abstufungen	--	-/--	-	-/0	0	0/+	+	+/**	**
Punkte	-2	-1.5	-1	-0.5	0	0.5	1	1.5	2

Tabelle 5: Zahlenwerte der qualitativen Bewertungsabstufungen

Die Bewertungsausprägung +/- wird mit der gleichen Punktzahl wie die Ausprägung 0 bewertet. Durch Zuweisung der Punktzahlen zu den Bewertungsabstufungen der einzelnen Massnahmen-Beurteilungsblätter (Beilage C) ergibt sich folgende ungewichtete Beurteilung<sup>31</sup>:

Beurteilungskriterien		Massnahmen								
		differenz. Parkraum-bewirt-schaftung	differenz. Road pricing	generelle Verteu-erung des MIV	HOV- Spuren	Parkraum- neu- verteilung	Appelle an die Vernunft	Carpooling- Ver- mittlungs- Zentrale	organi- sierter Autostopp	differenz. Zufahrts- und Fahrbe- schränk.
1. Wirksamkeit		0.5	1.5	1	1.5	0	-1	0.5	0.5	1.5
2. Verkehrl. Verän- derungs- potentiale	Vermind. Fzkm	0.5	1.5	1.5	1	0.5	0	0	1	1
	Vermind. Stau-Std.	-0.5	2	1	0.5	-0.5	0	0.5	1	1.5
	Vermind. Mot.grad	0.5	1.5	1	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0.5
	Gesamt (Durchschn.)	0.2	1.7	1.2	0.7	0.2	0	0.3	0.8	1
3. Effizienz		0	2	2	0.5	0	-1.5	-1	0.5	0
4. Machbar- keit	rechtlich	0	-2	-2	1	0	2	0	0	1
	technisch	1	-1.5	1.5	2	1	2	2	1.5	1
	politisch	0	-1.5	-2	0	0	2	0	0	0
	praktisch	-1.5	-2	1	-1	-1.5	1	-0.5	1	-1
	Gesamt (Durchschn.)	-0.1	-1.8	-0.4	0.5	-0.1	1.8	0.4	0.6	0.3
5. Sicherheit		0	0	0	-0.5	0	0.5	0.5	0.5	0.5
6. Akzeptanz		0	-1.5	-2	-0.5	-1	1	0.5	0	-1.5
7. Neben- wirkungen	Konkurr. OeV	1	1.5	2	0	1	0.5	-0.5	-0.5	0.5
	Gener. Neuverkehr	0	2	2	1	0.5	0	0.5	0	1
	Attrakt.steig. LKW	0	-1	-0.5	1	0	0	0.5	-0.5	-0.5
	soz. Diskrimin.	-0.5	0	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-1	-0.5	0
	Gesamt (Durchschn.)	0.1	0.6	1	0.4	0.3	0	-0.1	-0.4	0.3
8. Erreichbarkeit krit. Masse		0	1.5	2	1.5	0	-1	-0.5	0.5	1
9. Unabhängigkeit flank. Massn.		1	-2	0.5	0.5	1	-1.5	-1.5	-0.5	1
10. EU-Kompatibilität		2	0	-1	2	2	2	2	2	0
<b>Bewertungspunkte</b>		<b>3.7</b>	<b>0</b>	<b>2.3</b>	<b>6.0</b>	<b>2.3</b>	<b>1.8</b>	<b>2.1</b>	<b>4.1</b>	<b>4</b>

Tabelle 6: Ungewichtete Beurteilung der Massnahmen mittels Punktbewertungsverfahren<sup>32</sup> (vgl. Beilage C)

<sup>31</sup> Zur Vereinfachung wird auf die in den Beurteilungsblättern in Beilage C teilweise gesetzten Klammern innerhalb der Beurteilungsabstufungen verzichtet. Ein Beispiel: Die Bewertung (+)/0 wird bei der Punkteverteilung als +/0 betrachtet.

<sup>32</sup> Zahlen sind auf eine Nachkommastelle gerundet (gleiches gilt für Tabelle 8)

b) *Gewichtungsfaktoren der Beurteilungskriterien*

Den einzelnen Beurteilungskriterien werden in Abhängigkeit von deren eingeschätzten relativen Bedeutung folgende Gewichtungsfaktoren zugeordnet:

<b>Beurteilungskriterien</b>		<b>Gewichtungsfaktoren</b>
Wirkung		<b>5</b>
Verkehrliche Veränderungspotenziale	Verminderung Fahrleistung und ext. Kosten	<b>4</b>
	Verminderung Stausituationen	
	Verminderung Motorisierungsgrad	
Effizienz		<b>4</b>
Machbarkeit	Rechtlich	<b>5</b>
	Technisch	
	Politisch	
	Praktisch	
Sicherheit		<b>3</b>
Akzeptanz		<b>2</b>
Nebenwirkungen	Konkurrenzierung OeV	<b>2</b>
	Generierter Neuverkehr	
	Attraktivitätssteigerung für LKW-Verkehr	
	Soziale Diskriminierung	
Erreichbarkeit der kritischen Masse		<b>2</b>
Eigenständigkeit		<b>1</b>
EU-Kompatibilität		<b>1</b>

Tabelle 7: Gewichtungsfaktoren der Beurteilungskriterien

Die Multiplikation der in Tabelle 6 ausgewiesenen Punkte mit den Gewichtungsfaktoren der Tabelle 7 ergibt folgende Gesamtbeurteilung und Rangfolge der Massnahmen:

		Massnahmen									
Beurteilungskriterien	Gewichtsfaktoren	differenz. Parkraum-bewirtschaftung	differenz. Road pricing	generelle Verteuerung des MIV	HOV-Spuren	Parkraum-neu-Verteilung	Appelle an die Vernunft	Carpooling-Ver-mittlungs-Zentrale	organi-sierter Auto-stop	differenz. Zufahrts-/ Fahrbeschränkung	
1. Wirksamkeit	5	0.5	1.5	1	1.5	0	-1	0.5	0.5	1.5	
gewichtete Punktzahl		2.5	7.5	5	7.5	0	-5	2.5	2.5	7.5	
2. Verkehl. Veränderungs-potentiale	a	0.5	1.5	1.5	1	0.5	0	0	1	1	
	b	-0.5	2	1	0.5	-0.5	0	0.5	1	1.5	
	c	0.5	1.5	1	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0.5	
Durchschnitt a-c	4	0.2	1.7	1.2	0.7	0.2	0	0.3	0.8	1	
gewichteter Durchschnitt		0.7	6.7	4.7	2.7	0.7	0	1.3	3.3	4	
3. Effizienz	4	0	2	2	0.5	0	-1.5	-1	0.5	0	
gewichtete Punktzahl		0	8	8	2	0	-4	-4	2	0	
4. Machbarkeit	a	0	-2	-2	1	0	2	0	0	1	
	b	1	-1.5	1.5	2	1	2	2	1.5	1	
	c	0	-1.5	-2	0	0	2	0	0	0	
	d	-1.5	-2	1	-1	-1.5	1	-1.5	1	-1	
Durchschnitt a-d	5	-0.1	-1.8	-0.4	0.5	-0.1	1.8	0.1	0.625	0.3	
gewichteter Durchschnitt		-0.6	-8.8	-1.9	2.5	-0.6	8.8	0.6	3.1	1.3	
5. Sicherheit	3	0	0	0	-0.5	0	0.5	0.5	0.5	0.5	
gewichtete Punktzahl		0	0	0	-1.5	0	1.5	1.5	1.5	1.5	
6. Akzeptanz	2	0	-1.5	-2	-0.5	-1	1	0.5	0	-1.5	
gewichtete Punktzahl		0	-3	-4	-1	-2	2	1	0	-3	
7. Neben-wirkungen	a	1	1.5	2	0	1	0.5	-0.5	-0.5	0.5	
	b	0	2	2	1	0.5	0	0.5	0	1	
	c	0	-1	-0.5	1	0	0	0.5	-0.5	-0.5	
	d	-0.5	0	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-1	-0.5	0	
Durchschnitt a-d	2	0.1	0.6	1.0	0.4	0.3	0.0	-0.1	-0.4	0.3	
gewichteter Durchschnitt		0.3	1.3	2.0	0.8	0.5	0	-0.3	-0.8	-0.3	
8. Erreichbarkeit krit. Masse	2	0	1.5	2	1.5	0	-1	-0.5	0.5	1	
gewichtete Punktzahl		0	3	4	3	0	-2	-1	1	2	
9. Unabhängigkeit...	1	1	-2	0.5	0.5	1	-1.5	-1.5	-0.5	1	
gewichtete Punktzahl		1	-2	0.5	0.5	1	-1.5	-1.5	-0.5	1	
10. EU-Kompatibilität	1	2	0	-1	2	2	2	2	2	0	
gewichtete Punktzahl		2	0	-1	2	2	2	2	2	0	
<b>Bewertungspunkte</b>		5.8	12.7	17.3	18.4	1.5	1.8	2.2	14.2	14.0	
<b>Massnahmen-Rangfolge</b>		6	5	2	1	9	8	7	3	4	

Tabelle 8: Gewichtete Beurteilung der Massnahmen mittels Punktbewertungsverfahren

Gemäss vorliegender Evaluation kommen folgende Massnahmen mit einem Bewertungstotal von über 10 Punkten in die engere Auswahl (Rangfolge):

1. **HOV-Streifen**
2. **Generelle Verteuerung MIV**
3. **Organisierter Autostopp**
4. **Differenzierte Zutritts- und Fahrbeschränkungen**
5. **Differenziertes Road pricing**

Es liegen also Massnahmen mit allokativer, preiswirksamer und angebotsorientierter Wirkung vorne. Wie erwartet schneidet die Mehrzahl jener Massnahmen, die lediglich an die Freiwilligkeit appellieren, schlechter ab. Dies deckt sich mit den Resultaten etwa der im Juni 1999 am Baregg-Tunnel durchgeführten „STAUWEG!WOCHE“: Während des Experiments, das sehr gut vorbereitet und „gross angerichtet“ war, konnte der Stau mit einem Bündel von Massnahmen, die auf Freiwilligkeit beruhten, kaum reduziert werden.

Da das hier gewählte Beurteilungssystem Unschärfen aufweist, betrachten wir die resultierende Massnahmenreihenfolge nicht als absolut zwingend. Im weiteren liegt die Vermutung nahe, dass sich - unter Ausnutzung der spezifischen Stärken einzelner Massnahmen - ergänzende und synergiefördernde Massnahmen-Kombinationen bilden lassen. Vor allem jene Massnahmen, die (mit Ausnahme des differenzierten Road pricing) beim Kriterium „Eigenständigkeit“ unterdurchschnittlich bewertet werden, erhalten erst einen „Nährboden“ und damit Entwicklungsperspektiven, wenn flankierende Massnahmen mit konkreter Anreizwirkung zu deren Unterstützung ergriffen werden. Aufgrund dieses Rückkopplungseffektes erhalten auch vermeintlich hoffnungslose Massnahmen eine neue Beurteilungsbasis. Dies bedeutet, dass die oben in die engere Auswahl einbezogenen Massnahmen weiterverfolgt werden sollten, um auf diese Weise das Terrain für den späteren Erfolg anderer Massnahmen zu ebnen.

### 10.3.2 Auswahl der zu vertiefenden Massnahmen

Die Massnahmen, welche aus der vorgenommenen Bewertung als erfolgversprechend hervorgegangen sind, liegen punktemässig relativ nahe beieinander. Sie verdienen es aus diesem Grund alle, weiter vertieft zu werden. Im Rahmen des für diesen Forschungsauftrag zur Verfügung gestandenen Kredits war jedoch eine Beschränkung auf lediglich *eine* Massnahme notwendig.

Bei der Endauswahl liessen wir uns von folgenden Aspekten leiten:

- a) Es macht erst einen Sinn, über Differenzierungsmöglichkeiten beim Road pricing vertiefter nachzudenken, wenn sich eine reelle Chance für die generelle (bzw. lokal begrenzte) Einführung des Road pricing abzeichnet. Zur Zeit ist die Schweiz davon noch weit entfernt, zumal weder eine Verfassungsgrundlage noch ein Verfassungsauftrag für eine allgemeine und flächendeckende Einführung der Gebührenerhebung im Personenverkehr besteht.
- b) Eine allgemeine Verteuerung des MIV müsste stark sein, um den BGP spürbar beeinflussen zu können. Minimale Preiskorrekturen etwa beim Treibstoff oder der Motorfahrzeugsteuer mögen zwar politisch evtl. noch Chancen haben, reichen aber nicht aus. Von der Machbarkeit einer *massiven* Verteuerung des MIV kann allerdings nicht ausgegangen werden.
- c) Im Vordergrund stehen direkte Massnahmen zur Erhöhung des BGP, die während und nach der Fahrt ansetzen und somit einerseits die Verkehrsmittelwahl, andererseits die Fahrzeugauslastung bereits vor Antritt einer (geplanten) Fahrt determinieren.
- d) Der wissenschaftliche Beitrag zur Schliessung einer Lücke innerhalb der bestehenden „mainstream“-Verkehrsforschung in der Schweiz und damit das Forschungsinteresse ist bei den HOV-Massnahmen am grössten. HOV-Massnahmen sind im schweizerischen Raum noch kaum untersucht worden, obwohl im Ausland - insbesondere in den USA - diesbezüglich bereits eine langjährige Tradition besteht.
- e) Bezüglich organisiertem Autostopp läuft derzeit ein konkreter Praxistest in der Region Burgdorf (Kanton Bern). Die entsprechenden Resultate bleiben abzuwarten, um das weitere Vorgehen bei dieser Massnahme bestimmen zu können.

Aus den genannten Gründen und der vorangegangenen Evaluation werden im folgenden **Teil III** der Studie **Einrichtungsmöglichkeiten von HOV-Streifen** konkretisiert, beurteilt und Vorschläge zu deren praktischem Einsatz erarbeitet.

### **Teil III:**

## **Konkretisierung und Beurteilung von reservierten Fahrstreifen für höherbesetzte PW (HOV-Streifen) in der Schweiz anhand zweier Standardsituationen**

Der vorliegende Teil III untersucht die - gemäss erfolgter Massnahmenevaluation – im Hinblick auf eine Erhöhung des BGP aussichtsreichste Einzelmassnahme, die Einrichtung von HOV-Streifen, vertieft. Dabei stehen die technische Machbarkeit, die verkehrlichen Auswirkungen und davon abgeleitet, die Formulierung von Erfolgskriterien für den Einsatz von HOV-Streifen in der Schweiz im Vordergrund.

### **11 Generelle Anwendungsmöglichkeiten von HOV-Streifen in der Schweiz und Auswahl von zwei zu untersuchenden Standardsituationen**

#### **11.1 Ausgangslage**

Die Einrichtung von HOV-Streifen ist – wie im Teil II dargestellt - sowohl eine über die Kapazitätszuteilung allokativ wirksame als auch eine das individuelle Zeitbudget beeinflussende Massnahme: Ein Teil der begrenzt zur Verfügung stehenden Verkehrsfläche wird der allgemeinen Nutzung durch den MIV entzogen und einer spezifischen bzw. ausschliesslichen Nutzung durch höherbesetzte Fahrzeuge zugeführt.

Wie bereits im Kapitel 5.1 gezeigt, ist das schweizerische Strassennetz und primär das Nationalstrassennetz, auf dem sich wegen der mehrstreifigen Verkehrsführung HOV-Massnahmen anbieten würden - von erheblichen Überlastungen betroffen. Ein Ausbau des Nationalstrassennetzes ist mindestens kurzfristig nicht möglich und politisch unerwünscht. Die Überlastungen treten vor allem auf Strecken mit bedeutenden Pendlerströmen auf. Dass gerade der Pendlerverkehr jener Verkehrszweck ist, der für den tiefen BGP hauptverantwortlich ist, geht aus den Mikrozensus-Auswertungen (Kapitel 4.2) hervor.

Es soll nun untersucht werden, ob es möglich ist, mit HOV-Streifen die knappen Strassenkapazitäten besser nutzen und den BGP der tief besetzten Pendlerfahrzeuge erhöhen zu können.

Im Hinblick auf die Festlegung der BGP-Bedingung auf einem HOV-Streifen (2+ oder 3+ Personen pro Fahrzeug) ist entscheidend, welche Anteile die einzelnen Fahrzwecke auf der betrachteten Strecke einnehmen. Im Pendlerverkehr sind ca. 90% der PW nur mit einer Person besetzt sind, im Freizeitverkehr hingegen nur 52%<sup>33</sup>. Je nach überwiegendem Motiv sind daher andere Anforderungen an den für eine Privilegierung massgebenden BGP zu stellen. Ein für den Wochenend- und Ferienverkehr wirksamer HOV-Streifen - beispielsweise vor dem Gotthard-Tunnel - müsste deshalb eine höhere Benutzungsanforderung an den BGP stellen als ein Streifen beispielsweise beim Baregg-Tunnel, um eine vergleichbare Verlagerung zu bewirken.

---

<sup>33</sup> Eigene Auswertungen, basierend auf den Daten gemäss Literaturverzeichnis [4]

## 11.2 Überblick über generelle Anwendungsmöglichkeiten von HOV-Streifen

Die Anwendung HOV-Streifen ist grundsätzlich denkbar bei:

- Autobahnen und anderen mehrstreifigen Strassen mit Kapazitätsengpässen;
- Zufahrts-/Einfahrtsstrassen zu signalgesteuerten Knoten mit Pförtnerwirkung;
- stark belasteten Strassen mit zusätzlichem Streifen für den öffentlichen Verkehr.

### 11.2.1 Autobahnen mit Kapazitätsengpässen

In der Schweiz beträgt die Länge der 4- und 6-spurigen Autobahnen 1'262 km (Stand Ende 1998), wovon allerdings nur 80 km 6-spurig ausgebaut sind<sup>34</sup>. Im Kapitel 5.1 wurde gezeigt, dass verhältnismässig viele Abschnitte des Autobahnnetzes als überlastet taxiert werden müssen. Grundsätzlich fallen diese Abschnitte für die Anordnung von HOV-Streifen in Betracht. Weitere Kapazitätsengpässe treten lokal bei Fahrstreifenreduktionen auf, z.B. auf der A1 in Richtung Bern und Basel vor dem Baregg-Tunnel (Reduktion von 3 auf 2 Fahrstreifen pro Richtung), auf der A2 vor dem Belchen- oder vor dem Gotthard-Tunnel (von 3 auf 2 bzw. von 2 auf 1 Fahrstreifen pro Richtung).

### 11.2.2 Zufahrts-/Einfahrtsstrassen zu lichtsignalgesteuerten Knoten mit Pförtnerwirkung

Pförtneranlagen als Instrument der gezielten Verkehrsregelung bzw. -dosierung sind auf Zufahrtsknoten zu mittels Verkehrsrechnern gesteuerten Gesamtsystemen (z.B. bei City-Einfahrten) oder bei Parkieranlagen bereits seit einiger Zeit in Betrieb. Neuerdings finden sich solche Anlagen auch bei Autobahneinfahrten. Letztere Anwendung wird als sog. „Ramp metering“<sup>35</sup> bezeichnet, wenn nur einzelfahrzeugweise auf die Autobahn eingefahren werden kann. Neben Zürich (Schöneichtunnel)<sup>36</sup> existiert in der Schweiz seit Mitte 2000 nahe dem Baregg-Tunnel beim Autobahnanschluss Baden-West eine ähnliche Anlage, wobei den Fahrzeugen nicht einzeln, sondern in kleineren Pulks von 3-5 Fahrzeugen Einlass gegeben wird, sobald die Stauräume auf den Autobahn-Zufahrten voll sind.

### 11.2.3 Stark belastete Strassen mit zusätzlichem Streifen für den öffentlichen Verkehr (Öffnung reservierter OeV-Spuren für den HOV-Verkehr)

In zahlreichen Städten der Schweiz weisen stark belastete, mehrstreifige Strassen separate Busstreifen oder Sperrflächen für den Tramverkehr auf, um damit den OeV gegenüber dem MIV zu beschleunigen. Der MIV wird dabei auf die restlichen Streifen verwiesen. Gesamtschweizerisch besteht heute eine Länge von einigen Dutzend Kilometern an reservierten Busspuren. Allein die Stadt Zürich weist eine Länge von ca. 20 km an reservierten Busstreifen auf. Es existieren unterschiedliche Typen von Busstreifen, die sich nach der Zulassung des MIV unter-

---

<sup>34</sup> vgl. Literaturverzeichnis [3]

<sup>35</sup> Ramp metering: Rampenbewirtschaftung bzw. -regulierung mittels Einrichten von Verkehrsregelungsmassnahmen bei Einfahrtsrampen (Lichtsignale), um einen unbehinderten Verkehrsfluss auf den durchgehenden Fahrstreifen zu ermöglichen. vgl. Literaturverzeichnis [42].

<sup>36</sup> vgl. Literaturverzeichnis [23]

scheiden (z.B. Rechtsabbiegespur, die für den rechtsabbiegenden MIV zugänglich ist). Denkbar wäre, solche OeV-Streifen zu HOV-Streifen umzuwandeln.

### **11.3 Überblick über Einrichtungs- und Anordnungsmöglichkeiten von HOV-Streifen**

#### 11.3.1 Einrichtungsmöglichkeiten

Die Einrichtung eines HOV-Streifens kann je nach Typ/Funktion und Breite einer Strasse erfolgen durch:

- einfache „Umwidmung“ eines bereits bestehenden Streifens (auf Fahrbahnen mit mindestens 2 Streifen/Richtung);
- Anbau eines zusätzlichen Streifens an die bestehende Fahrbahn (Fahrbahnverbreiterung);
- Umnutzung der verfügbaren Fahrbahnbreite (z.B. mittels Aufhebung von Parkplätzen und Markierung eines zusätzlichen Fahrstreifens).

Ausländische Erfahrungen haben gezeigt, dass ein nachträglicher Anbau eines HOV-Streifens auf höhere Akzeptanz stösst als die Umwidmung eines bestehenden allgemeinen Fahrstreifens. Ebenso dürfte eine ersatzlose Aufhebung von Parkraum auf Akzeptanzprobleme stossen. Auf dieses Thema wird in Kapitel 17 eingegangen.

#### 11.3.2 Anordnungsmöglichkeiten

Grundsätzlich können HOV-Streifen auf mehrspurigen Fahrbahnen links, rechts oder - bei dreistreifigen Autobahnen oder Strassen mit genügender Breite - auch in der Mitte angeordnet werden. HOV-Streifen sind jedoch so anzuordnen, dass der Verkehrsablauf nicht über die Massnahme als solche hinaus behindert wird und keine sekundären Effekte auftreten, welche allfällige Zeitgewinne wieder vernichten. Je weniger Fahrstreifenwechsel in einem hoch belasteten Verkehrsabschnitt auftreten, um so grösser ist die Stabilität und die Sicherheit des Verkehrsablaufs.

Auf Autobahnen sollten die Streifen mit dem höchsten Verkehrsaufkommen, also die Normalstreifen für den tiefbesetzten Verkehr (LOV<sup>37</sup>-Streifen), direkten Zugang zu Ein- und Ausfahrten haben, um die Anzahl der gesamten Fahrstreifenwechsel gering zu halten. Aus sicherheitsrelevanten Gründen ist es sinnvoll, auf Autobahnen den langsamen Verkehr auf der rechten Seite zu behalten und Fahrstreifen für den frei fliessenden Verkehr sowie für höhere Geschwindigkeiten in der Mitte und links anzuordnen. Dies trägt dem Gebot des Rechtsfahrens und des Linksüberholens nach Strassenverkehrsrecht Rechnung.

Auch bei HOV-Streifen an lichtsignalgesteuerten Knoten ist in erster Linie eine Minimierung von ein- und ausfädelnden, kreuzenden oder verflechtenden Verkehrsströmen anzustreben. Die Anordnung (rechts oder links) ist abhängig von der Anzahl der Konfliktbereiche zwischen HOV-Streifen und anderen Verkehrsströmen und entsprechend im Einzelfall festzulegen.

### **11.4 Auswahl zweier Standardsituationen zur vertieften Untersuchung**

---

<sup>37</sup> LOV=Low Occupancy Vehicles

Die Einrichtung von HOV-Streifen ist dort sinnvoll, wo ein hohes Verkehrsaufkommen zu verzeichnen ist und der Verkehrszufluss in eine kapazitätskritische Zone grösser ist als der Abfluss aus dieser Zone. HOV-Streifen können direkt im Engpass, welcher die Kapazität bestimmt, oder auf einer Zulaufstrecke zum Engpass angeordnet werden.

Da HOV-Streifen das Ziel der schweizerischen Verkehrspolitik, den OeV mit seinen Qualitätsmerkmalen Pünktlichkeit, Zuverlässigkeit und attraktiven Geschwindigkeiten zu erhalten und auszubauen, nicht in Frage stellen soll, wird auf die in Kapitel 7.3 beschriebene HOV-Anwendungsmöglichkeit "Öffnung von Busspuren" nicht weiter eingegangen.<sup>38</sup>

Zur Diskussion für die vorgesehene Analyse von HOV-Streifen stehen damit noch die beiden Anwendungsmöglichkeiten von Autobahnen bzw. Hochleistungsstrassen (HLS) mit Kapazitätsengpässen sowie lichtsignalgesteuerter Knoten mit einer Pfortnerwirkung. Auf der Suche nach praktischen Beispielen zu diesen beiden Anwendungsmöglichkeiten wurde rasch ersichtlich, dass jeder Einzelfall ganz spezifische Charakteristiken aufweist in Bezug auf:

*Strasseninfrastruktur und -funktion:*

- Anzahl Streifen pro Fahrbahn;
- Breite der Fahrbahn und damit Möglichkeiten zur Einrichtung und Anordnung eines HOV-Streifens (Spur-Umwidmung, Fahrbahnumnutzung, Spuranbau);
- Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit;
- Vorhandensein und Häufigkeit von Ein- und Ausfahrten.

*Verkehr:*

- Verkehrszusammensetzung (relative Anteile einzelner Fz-Kategorien und Verkehrszwecke)
- Verkehrsbelastungen und deren zeitlicher Verlauf (Ganglinien)

*Verkehrsvorschriften:*

- Geschwindigkeit;
- Überholen.

Die Variationsparameter sind derart zahlreich, dass im Rahmen dieser Arbeit die beiden HOV-Anwendungsfälle nur als generalisierte Standardsituationen – quasi als Schulbeispiele – näher untersucht werden können. Die beiden *Standardsituationen* werden wie folgt definiert:



---

<sup>38</sup> Die Öffnung reservierter Busspuren führt i.d.R. zu einer Zunahme von Problemen bei der Knotengestaltung bzw. -steuerung und bei der Haltestellenanordnung, was in den meisten Fällen mit einer Zunahme der Störungen des OeV und einer Verminderung seiner Attraktivität einhergehen würde (Einschränkung der OeV-Privilegierung, vgl. auch Literaturverzeichnis [22]). Als weiteres Argument gegen die Umwandlung von OeV- zu HOV-Streifen ist die potenzielle Steigerung der Betriebskosten ins Feld zu führen, welche der finanziellen Förderung des OeV zuwiderläuft.

- Standardsituation der Anwendungsmöglichkeit 1: Autobahnabschnitt mit Verengung der Fahrbahn von 3 auf 2 Fahrstreifen pro Richtung (Kapazitätsengpass, Wegfall eines Fahrstreifens z.B. infolge eines Tunnels)

- Standardsituation der Anwendungsmöglichkeit 2: Lichtsignalgesteuerte Pfortneranlage auf einer pro Richtung 1-streifigen Einfallsachse (z.B. Autobahnausfahrt), Einrichtung eines zusätzlichen HOV-Streifens

Während die Standardsituation 1 eine Umwidmung eines heute dem gesamten Verkehr zur Verfügung stehenden Streifens zugunsten des HOV vornimmt, schafft die Standardsituation 2 die Privilegierung mit der Einrichtung eines neuen, zusätzlichen Streifens. Die Situation 1 nimmt dem Verkehr Raum weg und hat damit deutlich repressiveren Charakter als die Situation 2.

## 12 Definition der verkehrlichen Charakteristiken für die zu untersuchenden Standardsituationen

### 12.1 Annahme bezüglich gemeinsamer Charakteristiken der Standardsituationen

Für die zwei ausgewählten Standardsituationen werden – im Hinblick auf die Wirkungsanalyse von HOV-Streifen – zunächst verkehrliche Charakteristiken festgelegt. Dabei wird auf gültige schweizerische Verkehrsnormen (VSS), aktuelle Verkehrszählungen, Daten zum aktuellen Verkehrsverhalten sowie eigene Annahmen abgestellt.

Annahme/Definition:

Für beide Standardsituationen wird *dieselbe Verkehrszusammensetzung* (Anteil der einzelnen Fahrzwecke und Fahrzeugkategorien) unterstellt. Die Wirkungsanalyse bezieht sich zudem für beide Situationen auf *denselben Zeitraum* (Morgenspitzenstunde).

Die Definition der gemeinsamen Charakteristiken bildet Gegenstand des folgenden Kapitels 12.2, während die spezifischen Dispositionen und Kenngrößen der einzelnen Standardsituationen in den Kapiteln 13.2 und 14.2 definiert werden.

### 12.2 Gemeinsame Charakteristiken der Standardsituationen

Als Basis für die Berechnungen der beiden Standardsituationen (Kapitel 13.4 und 14.3) werden folgende gemeinsame verkehrliche Charakteristiken festgelegt:

- Norm-Werktagsganglinie vom Typ „Fernverkehr mit Pendlern“ gemäss VSS-Norm 641 230 a als typische Ganglinie für die Strassentypen der ausgewählten Standardsituationen. Diese Ganglinie weist eine ausgeprägte Abendspitze (16-18 h) und eine weniger hohe und flachere Morgenspitze (7-9 h) aus:

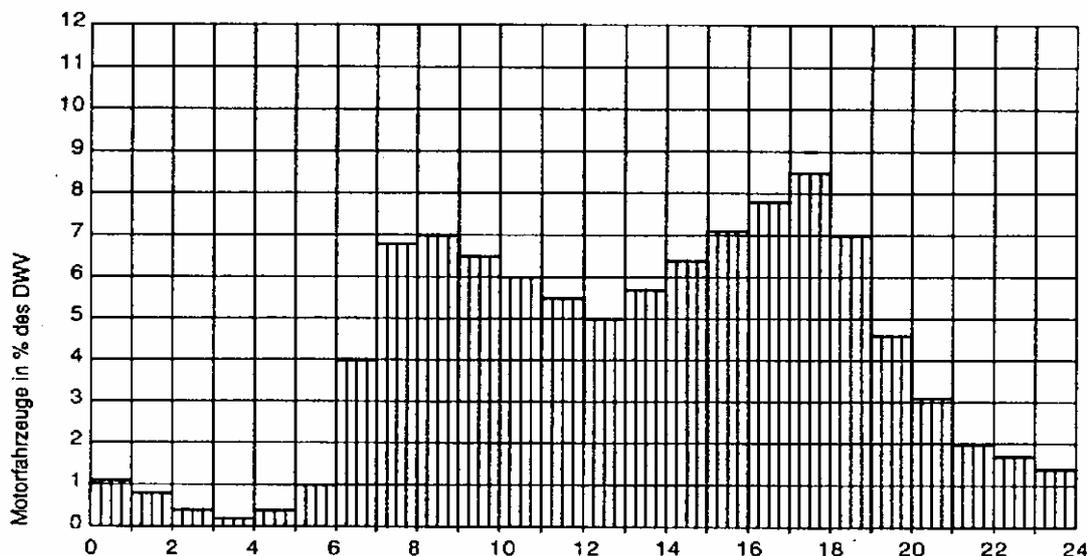


Abbildung 15: Norm-Werktagsganglinie des Typs „Fernverkehr mit Pendlern“ gemäss VSS-Norm 641 230 a (vgl. Literaturverzeichnis [43])

- Betrachtung der verkehrlichen Spitzenbelastung mit maximalem Pendleranteil: Die VSS-Norm 641 230 a weist zwar für alle Verkehrszwecke absolut in der Abendspitze höhere Belastungen aus als in der Morgenspitze, jedoch ist der für den schlechten Besetzungsgrad relevanten Pendlerverkehr in der Morgenspitze anteilmässig viel stärker vertreten. Das Problem der tiefbesetzten Fahrzeuge ist primär ein Problem der Morgenspitze, so dass die Analyse auf die Morgenspitzenstunde abgestellt werden soll.
- Eigene Auswertungen des Mikrozensus 1994 ergeben, dass es sich bei den zwischen 06.00 und 07.00 h startenden MIV-Fahrten bei 83% um Pendlerfahrten handelt. Zwischen 07.00 und 08.00 h beträgt der Anteil Pendlerfahrten noch 64%. Bei den zwischen 17.00 und 18.00 h erhobenen Fahrten beträgt der Pendleranteil dagegen nur knapp 40%. Im Gesamtverkehrsmodell der Region Basel, dem eine umfassende Verkehrserhebung aus dem Jahr 1992 zugrunde liegt, wurden in der Morgenspitzenstunde 80% der MIV-Fahrten als Pendlerfahrten erfasst. Anhand dieser Plausibilitätsbetrachtung legen wir den folgenden Berechnungen anahmegemäss einen Anteil Pendlerverkehr (Arbeit und Ausbildung) von 80% und einen Anteil von 20% für alle übrigen Motive (Einkaufs-, Nutz- und Freizeitverkehr) zugrunde.
- Der durchschnittliche BGP des Personenverkehrs im betrachteten Zeitfenster errechnet sich auf Basis der getroffenen Annahmen auf 1.29 Personen pro Fahrzeug. Dabei sind 83.7% der PW mit einer Person und 16.3% der PW mit zwei und mehr Personen besetzt. Die genannten Werte errechnen sich aus folgender relativen Verteilung der PW-Fahrten:<sup>39</sup>

<sup>39</sup> Berechnung basiert auf den Daten des Mikrozensus '94 (vgl. Literaturverzeichnis [4])

Anzahl Personen pro PW	Prozentuale Verteilung der PW-Fahrten im CH-Durchschnitt		Prozentuale Verteilung der PW-Fahrten bei den untersuchten Standardsituationen				
	Pendler	Nicht-Pendler	Pendler	Nicht-Pendler	Alle	Anteil HOV-Fahrzeuge (< 2 Personen pro Fz)	Anteil LOV-Fahrzeuge (1 Person pro Fz)
1	90.02%	58.30%	72.02%	11.66%	83.68%		<b>83.7%</b>
2	7.49%	27.16%	5.99%	5.43%	11.42%	<b>16.3%</b>	
3	1.70%	7.99%	1.36%	1.60%	2.96%		
4	0.51%	4.42%	0.41%	0.88%	1.29%		
5+	0.27%	2.13%	0.22%	0.43%	0.64%		
Total	100.00%	100.00%	80.00%	20.00%	100.00%	100.0%	
durchschnittl. BGP	1.15	1.83	1.15	1.83	1.29	2.70	1

Tabelle 9: Verteilung der PW-Fahrten nach Anzahl Insassen für die Standardsituationen

Die Verteilung der PW-Fahrten nach Anzahl Insassen präsentiert sich wie folgt:

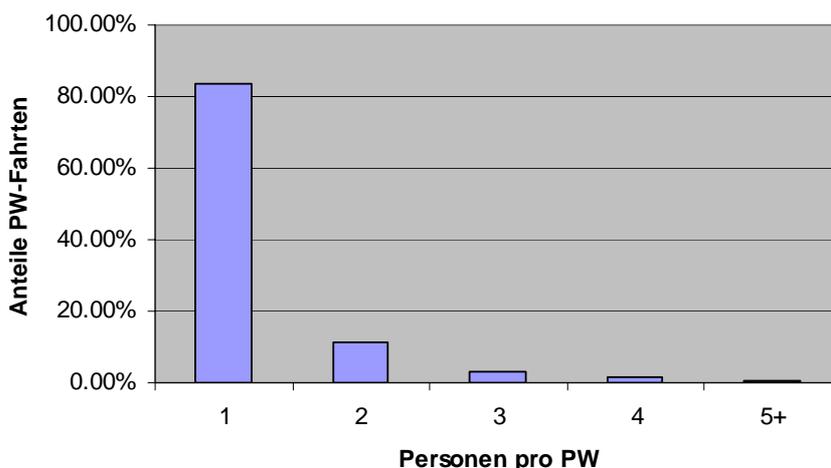


Abbildung 16: Verteilung der PW-Fahrten nach Anzahl Insassen für die Standardsituationen 1 und 2

- Minimaler Besetzungsgrad für die Zulassung auf HOV-Streifen: Da in den betrachteten Standardsituationen der extrem tief besetzte Pendlerverkehr den Löwenanteil einnimmt, sollen die Standardsituationen eine BGP-Anforderung von 2+ Personen pro PW aufweisen.<sup>40</sup>
- Art der zugelassenen Personenfahrzeuge: Zur Gruppe der zugelassenen Fahrzeuge sollen sämtliche Personenwagen und Motorräder mit einem Besetzungsgrad von 2+ Personen pro

<sup>40</sup> Die HOV-Anforderung 3+ würde in den vorliegenden Standardsituationen zu einer schlechten Auslastung des HOV-Streifens führen (sog. „empty lane“-Syndrom), was vor allem aus Sicht der Einzelfahrer auf Unverständnis stossen würde. Erfahrungen in den USA haben ergeben, dass eine HOV-Anforderung 3+ auf Pendlerstrecken im Hinblick auf eine akzeptable Mindestbenutzung als zu hoch anzusehen ist (vgl. Literaturverzeichnis [33]).

Fahrzeug sowie Busse des öffentlichen Verkehrs und Reiseautos gehören (bei Reiseautos wäre allenfalls ein die Transportkapazität berücksichtigender Mindestbesetzungsgrad denkbar, um die nicht erwünschte Bevorzugung von Leerfahrten auszuschliessen). Ein Kriterium für den Ausschluss grosser Personenfahrzeuge wäre eine nicht ausreichende HOV-Fahrbahnbreite.

- Anteil Güterverkehr und Berücksichtigung grosser Personenfahrzeuge: Auf der Basis von Verkehrszählungen nach Fahrzeugklassen, der VSS-Norm 640 018<sup>41</sup> sowie den Annahmen im Rahmen des Transeuropäischen Strassennetzes der Schweiz<sup>42</sup> wird von einem Schwerverkehrsanteil von 10% ausgegangen. Ein LKW über 3.5 Tonnen wird bei der HOV-Auswirkungsanalyse als 2 PW-Einheiten berücksichtigt. Lieferwagen, Motorräder, Busse und Reiseautos werden bei den Berechnungen in den Kapiteln 13.4 und 14.3 vernachlässigt.
- Ein- und Ausfahrten entlang der HOV-Strecke: Zur Vereinfachung der Analyse wird von fehlenden Ein-/Ausfahrten und fehlenden Störungseinflüssen wie z.B. Steigungen entlang des betrachteten HOV-Streckenabschnittes ausgegangen.

Die in diesem Kapitel getroffenen Annahmen und Definitionen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausbau nach VSS-Normen</li> <li>• Keine Ein- und Ausfahrten entlang des HOV-Streifens</li> <li>• Keine Steigungen/Gefälle</li> </ul>
Ganglinie	VSS-Normtyp „Fernverkehr mit Pendlern“
Anteil/Gruppierung der Verkehrszwecke	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 80% Pendlerverkehr (Arbeit + Ausbildung)</li> <li>• 20% übrige Verkehrszwecke Personenverkehr</li> </ul>
Durchschnittlicher BGP	1.29 Personen pro Fahrzeug
HOV-Bedingung (Zulassungsbeschränkung)	Mindestens 2 Personen pro Fahrzeug (2+-Bedingung)
Anteil HOV-Fahrzeuge (2+ Personen) vor Einführung der HOV-Spur	16.3%
Anteil LOV-Fahrzeuge (1 Person) vor Einführung der HOV-Spur	83.7%
Zugelassene Fahrzeuge auf dem HOV-Streifen	PW, OeV-Busse, Reiseautos, Motorräder, wobei für die Berechnungen in Kapitel 13.3 und 14.3 einfachheitshalber nur PW und LKW (in PWE ausgedrückt) berücksichtigt werden.
Schwerverkehrsanteil (LKW)	10%

Tabelle 10: Übersicht über die definierten verkehrlichen Charakteristiken für die beiden Standardsituationen

### 13 Standardsituation 1: Autobahn mit Verengung der Fahrbahn von 3 auf 2 Fahrstreifen

<sup>41</sup> vgl. Literaturverzeichnis [36]

<sup>42</sup> vgl. Literaturverzeichnis [26]

### 13.1 Beschrieb des Basis-Designs und der HOV-Einrichtung

In der Standardsituation 1 verengt sich eine 3-streifige Autobahn vor einem Engpass auf 2 Fahrstreifen. Durch diesen „Flaschenhals“ entstehen bei hohen Belastungen erhebliche Behinderungen. Es handelt sich also um eine Situation, wie sie sich etwa vor dem Baregg-Tunnel (A1) präsentiert. Folgende Abbildung zeigt den Ist-Zustand  $z_0$  der vorliegende Situation:

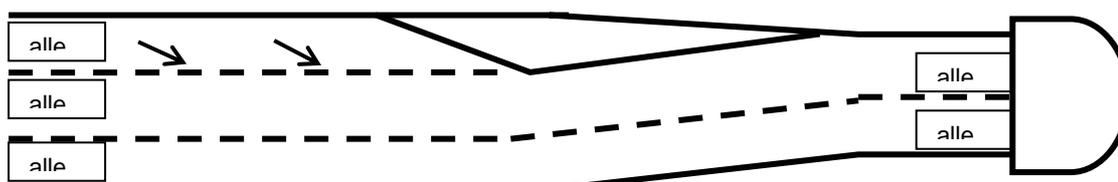


Abbildung 17: Basis-Design der Standardsituation 1 im Ist-Zustand  $z_0$  (ohne HOV-Streifen)

Es bieten sich grundsätzlich zwei HOV-Einrichtungsmöglichkeiten (Varianten A und B), um die in Abbildung 17 dargestellte Verkehrssituation für HOV-Fahrzeuge zu verbessern.

*Variante A: Fahrstreifenreduktion vor dem Engpass unter Aufgabe eines für „alle“ benutzbaren Fahrstreifens*

In Variante A wird der HOV-Streifen über die Verengung hinaus bis zum 2-streifigen Abschnitt der Autobahn geführt und ab dort in einen Fahrstreifen umgewandelt, der von allen Verkehrsteilnehmern benutzt werden darf. Mit der Verengung reduzieren sich die 2 LOV-Streifen zu einem einzigen generellen Fahrstreifen. Folgende Abbildung zeigt das erläuterte Prinzip:

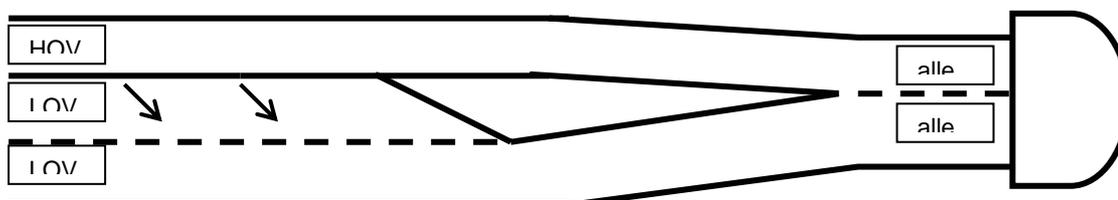


Abbildung 18: Variante A der Standardsituation 1: Fahrstreifenreduktion vor dem Engpass unter Aufgabe eines für „alle“ benutzbaren Fahrstreifens

*Variante B: Fahrstreifenreduktion vor dem Engpass unter Aufgabe des HOV-Streifens*

In Variante B wird der HOV-Streifen vor der Verengung wieder in einen allgemeinen Fahrstreifen umgewandelt. Der HOV-Verkehr bleibt bei der Tunneleinfahrt vortrittsberechtigt, indem der LOV-Verkehr vom wegfallenden LOV-Fahrstreifen auf die beiden verbleibenden allgemeinen Fahrstreifen einfädeln muss. Folgende Abbildung zeigt das erläuterte Prinzip:

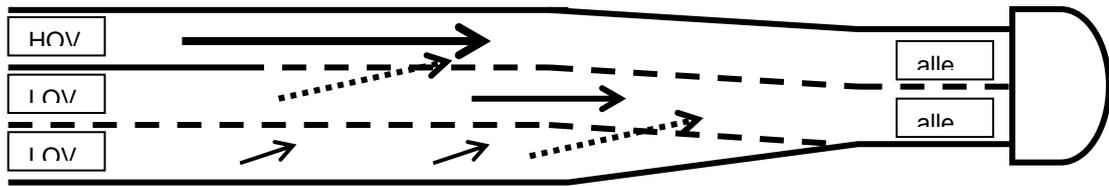


Abbildung 19: Variante B der Standardsituation 1: Fahrstreifenreduktion vor dem Engpass unter Aufgabe des HOV-Streifens

### 13.2 Festlegung der technischen Disposition und der Berechnungsparameter der Standardsituation 1

#### 13.2.1 Verkehrsstärke

Auf Basis der VSS-Norm 640 018 (Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit) wird auf dem dreistreifigen Abschnitt, auf welchem der Verkehr auf den Flaschenhals zufließt, von einer Verkehrsqualitätsstufe D ausgegangen. Die folgenden zwei Abbildungen charakterisieren diese Stufe:

Qualitätsstufe	Verkehrsfluss	Verkehrsqualität	Bewegungsspielraum des Fahrers
<b>Stufe A</b>	vollkommen frei	ausgezeichnet	in vollem Umfang
<b>Stufe B</b>	nahezu frei, stetig (oberer Geschwindigkeitsbereich)	gut	geringfügige Einflüsse durch übrige Verkehrsteilnehmer
<b>Stufe C</b>	teilweise gebunden, stabil (unterer Geschwindigkeitsbereich)	befriedigend	bemerkbar eingeschränkt (v. a. bei Fahrstreifenwechsel)
<b>Stufe D</b>	gebunden, annähernd stabil	ausreichend	stark eingeschränkt (ständige Behinderungen)
<b>Stufe E</b>	stark gebunden, teilweise instabil	mangelhaft	extrem eingeschränkt kleinere Inhomogenitäten führen rasch zu Stillstand
<b>Stufe F</b>	Unterbrechung, Stillstand («Stop-and-go-Verkehr»); dauernd instabil	überlastet	stockender oder stillstehender Kolonnenverkehr (Überlastung)

Tabelle 11: Auszug aus VSS SN 640 018 (Tabelle 5): Verkehrsqualitätsstufen für freie Strecken auf Autobahnen (vgl. Literaturverzeichnis [36])

Autobahntypen Schwerverkehrsanteil [%] <i>Types d'autoroutes et pourcentage [%] de trafic de véhicules lourds</i>	Max. Verkehrsdichte (Mfz/km, Richtung) je Verkehrsqualitätsstufe <i>Densité maximale de circulation (vhc/km, direction) par niveau de service</i>						Max. Verkehrsstärke (Mfz/h, Richtung) je Verkehrsqualitätsstufe (zugeordnete Verkehrsstärke) <i>Débit max. de circulation (vhc/h, direction) par niveau de service (débit de circulation correspondant)</i>						
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	
Typ 2x3-N ≤ 5% 10% ≥ 15%	20	35	50	60	75	*	2400	4100	4900	5300	5500	*	
							2400	4100	4800	5100	5300	*	
							2400	4100	4700	4900	5100	*	
Typ 2x3-R** ≤ 5% 10% ≥ 15%	15	30	45	60	85	*	1500	2700	4000	4900	5300	*	
							1500	2700	4000	4900	5100	*	
							1500	2700	3900	4700	5000	*	
Typ 2x3-SR**	-	15	30	45	65	90	*	1200	2400	3500	4500	4900	*
Typ 2x2-N ≤ 5% 10% ≥ 15%	10	20	30	40	50	*	1200	2300	2900	3400	3600	*	
							1200	2300	2900	3300	3400	*	
							1200	2300	2800	3200	3300	*	
Typ 2x2-R ≤ 5% 10% ≥ 15%	10	20	30	40	60	*	1000	1800	2600	3200	3400	*	
							1000	1800	2600	3100	3300	*	
							1000	1800	2500	3000	3200	*	
Typ 2x2-SR	-	10	20	30	45	70	*	800	1500	2100	2900	3200	*

\* Keine Angabe von Richtwerten für Verkehrsqualitätsstufe F möglich  
\*\* Richtwerte basieren auf Schätzungen (Herleitung aus ausländischen Quellen)

\* Aucune valeur indicative possible pour le niveau de service  
\*\* Les valeurs indicatives se basent sur des estimations (tirées de sources étrangères)

Tabelle 12: Auszug aus VSS SN 640 018 (Tabelle 6): Richtwerte für Verkehrsdichten und zugeordnete Verkehrsstärken für die jeweiligen Autobahntypen und Verkehrsqualitätsstufen, in Abhängigkeit vom Ausbaugrad und Schwerverkehrsanteil (vgl. Literaturverzeichnis [36])

Der Ausbaugrad des dreistreifigen Abschnittes wird als normal „N“ betrachtet und gehört damit zum Autobahntyp 2x3-N. Mit einem Schwerverkehrsanteil von 10% ergäbe sich auf dem betrachteten Querschnitt eine max. Verkehrsstärke von 5100 Motorfahrzeugen pro Stunde (Mfz/h). Da aber in der vorliegenden Standardsituation nicht die Abend- sondern die Morgenspitzenstunde betrachtet wird, wird dieser Wert auf 4200 Mfz/h oder ca. 4700 PWE/h reduziert<sup>43</sup>.

### 13.2.2 Anordnung des HOV-Streifens

Der HOV-Streifen wird für die Standardsituation 1 auf der linken Fahrbahnseite angeordnet (vgl. Kapitel 11.3.2).

### 13.2.3 Breite des HOV-Streifens

Die Breite des HOV-Streifens und dessen Markierung soll den Schweizer Normen für Hochleistungs-Strassenquerschnitte<sup>44</sup> entsprechen. Sie hängt von der signalisierten Richtgeschwindigkeit ab. Da z.B. bei Baustellen auf dem Autobahnnetz auch mit geringeren Fahrstreifenbreiten (unter 3.75 m) operiert wird, sind derartige Breiten grundsätzlich auch für HOV-Streifen denkbar.

<sup>43</sup> vgl. Abbildung 15: Norm-Werktagsganglinie des Typs „Fernverkehr mit Pendlern“

<sup>44</sup> vgl. Literaturverzeichnis [8], [38] und [40]

Reduzierte Fahrstreifenbreiten verringern allerdings die Sicherheit und bedingen eine beschränkte Richtgeschwindigkeit.

Zur Illustration sind nachfolgend mögliche Fahrspuraufteilungen mit HOV-Normal- und HOV-Minimal-Spurbreiten (bei ausschliesslicher Benutzung durch PW) dargestellt.

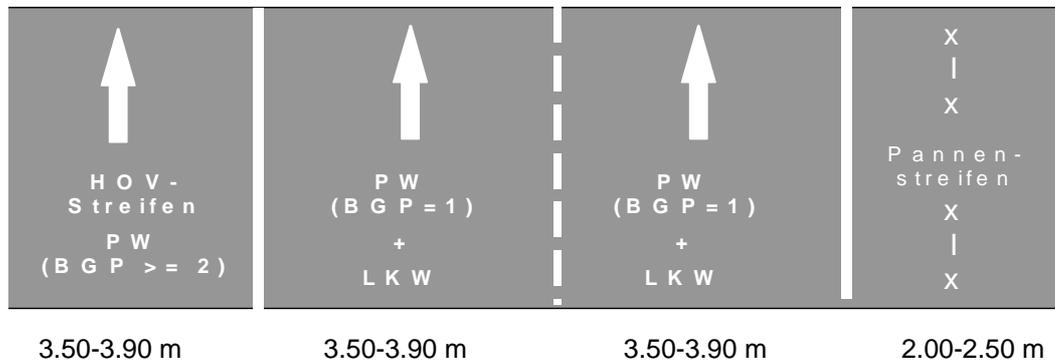


Abbildung 20: 3-streifige Aufteilung mit Beibehaltung der Normalbreiten (entspricht der Standardsituation 1)

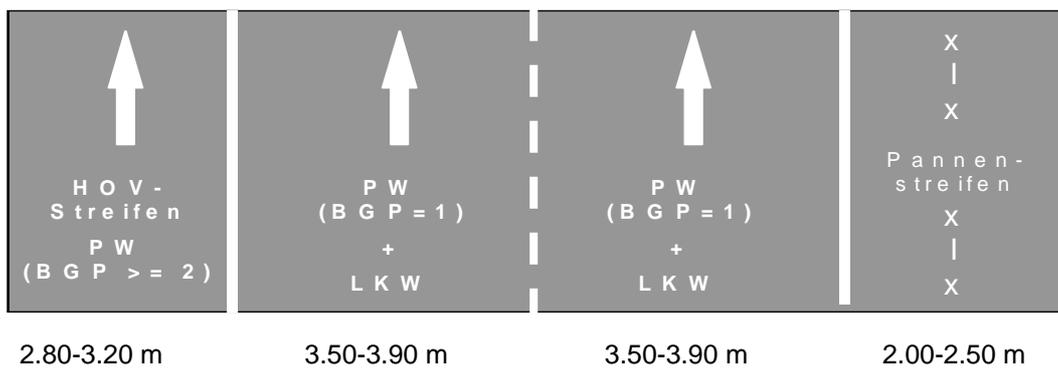


Abbildung 21: 3-streifige Aufteilung mit reduzierten Breiten

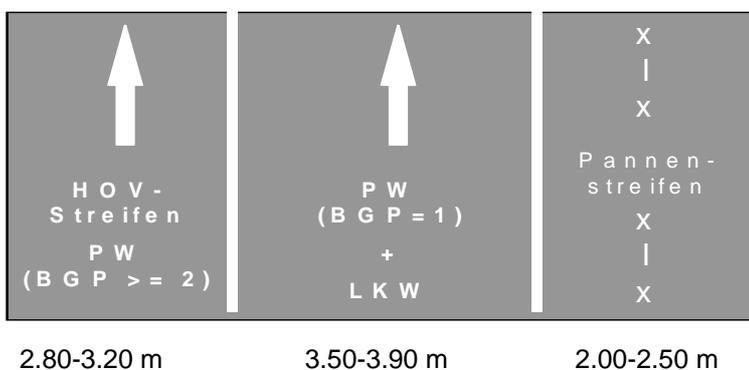


Abbildung 22: 2-streifige Aufteilung mit reduzierten Breiten

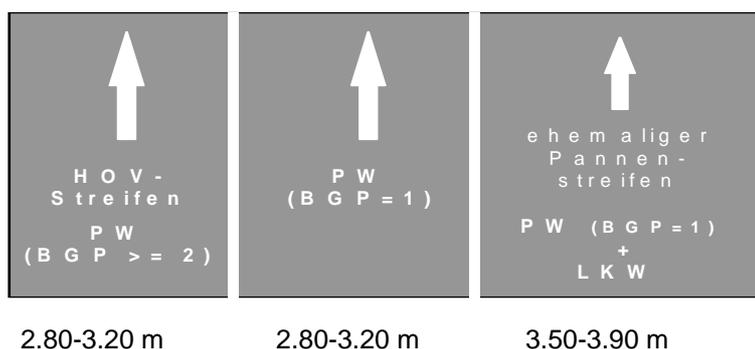


Abbildung 23: 3-streifige Aufteilung unter Verwendung des Pannestreifens

Da Pannestreifen bzw. Standstreifen<sup>45</sup> für Pannenfahrzeuge, als Ausweichraum bei unvorhergesehenen Ereignissen oder als Fahrstreifen zur Bildung von Gassen für Rettungsdienste dienen, kann deren Umwidmung in HOV-Fahrstreifen – wenn überhaupt - nur unter streng begrenzten Bedingungen durchgeführt werden. Auf diese Problematik kann im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter eingegangen werden (siehe zu diesem Thema auch Literaturverzeichnis [28]).

#### 13.2.4 Überholvorschriften

Das Ausscheren von LOV-Fahrzeugen vom LOV- auf den HOV-Streifen zum Überholen langsamer LOV-Fahrzeuge kann bei hohem Verkehrsaufkommen und dem Geschwindigkeitsgefälle zwischen LOV- und HOV-Streifen zu gefährlichen Verkehrssituationen führen und den stetigen Verkehrsfluss auf dem HOV-Streifen erheblich stören. Die Fahrstreifenwechsel verhindern zudem die Kontrolle über die Einhaltung der vorgegebenen HOV-Signalisation. Es wird deshalb stipuliert, dass der HOV-Streifen in der Standardsituation 1 von LOV-Fahrzeugen nicht als Überholspur benutzt werden darf. Gleichzeitig dürfen sich aber auch HOV-Fahrzeuge nicht gegenseitig durch Manöver nach rechts auf dem LOV-Streifen überholen (kein Rechts-Überholen). HOV-Fahrzeuge müssen aus diesem Grund eine Mindestgeschwindigkeit einhalten können. Zwischen HOV- und LOV-Streifen ist somit eine Sicherheitslinie markiert, es gilt ein generelles Überholverbot.

#### 13.2.5 Einfluss von Ein-/Ausfahrten auf der Strecke

Bei der Wirkungsanalyse der HOV-Standsituationen soll von Ein- und Ausfahrten abgesehen werden. Trotzdem sei an dieser Stelle kurz auf die Problematik von Ein- und Ausfahrten hingewiesen:

Ein- und Ausfahrten führen zu Streifenwechsellvorgängen, welche die Stabilität des Verkehrsablaufes und somit die Verkehrsqualität reduzieren. Gerade auf Abschnitten mit HOV-Streifen ist von ungünstigen Verkehrsverhältnissen auszugehen, bei denen Kolonnenverkehr und „stop and go“-Verkehr auftreten. Zusätzliche Streifenwechsel würden zu weiteren Behinderungen führen und die Verkehrsqualität würde nur noch die Stufe E oder F erreichen<sup>46</sup>.

<sup>45</sup> vgl. Literaturverzeichnis [39]

<sup>46</sup> vgl. Literaturverzeichnis [36]

Im Falle einer Autobahn mit einer Fahrstreifenanordnung von 2 LOV und 1 HOV-Streifen (von rechts nach links) sind für höherbesetzte Fahrzeuge 3 Streifenwechsel erforderlich, um den HOV-Streifen zu erreichen:

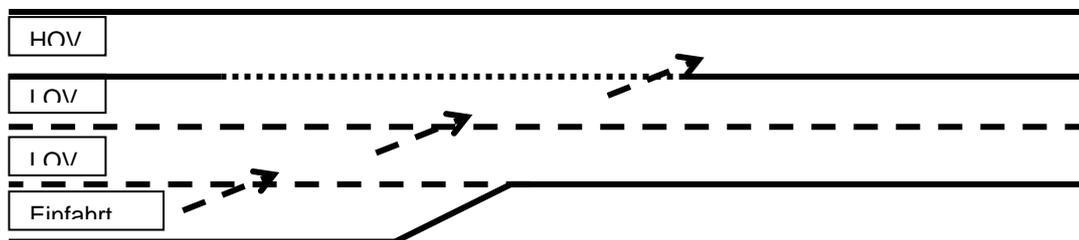


Abbildung 24: Darstellung von Streifenwechseln zur Erreichung des HOV-Streifens

Zur Vermeidung solcher Verkehrsabläufe, welche die Leistungsfähigkeit vermindern und die Verkehrssicherheit beeinträchtigen, sind folgende Verkehrsführungen denkbar:

- separate Einfahrts- und Ausfahrtsrampen zu den HOV-Streifen mit dem Vorteil der räumlichen Trennung von Verkehrsströmen. Vom Platzbedarf und den Erstellungskosten her dürfte diese Möglichkeit von vornherein ausscheiden;
- Den Benutzern von HOV-Streifen wird ein Streifenwechsel nicht gestattet mit der Konsequenz, dass HOV-Fahrzeuge einzelne Ausfahrten nicht mehr nutzen könnten bzw. die HOV-Spur von einzelnen Einfahrten her nicht mehr erreicht werden könnte.

#### 13.2.6 Länge des HOV-Streifens

Wenn HOV-Streifen zum Zweck eingerichtet werden, Fahrgemeinschaften zu initiieren und damit den Besetzungsgrad zu erhöhen, müssen sie zu fühlbaren Zeitgewinnen führen. Grundsätzlich sind die Längen der HOV-Streifen so anzulegen, dass ein Verkehrsstau „umfahren“ werden kann. Das bedeutet, dass die Länge des HOV-Streifens unter Hinzunahme der Entflechtungs- und Sortierstreifen grösser als die maximal mögliche Staulänge auf dem LOV-Streifen sein sollte. Im Kapitel 13.3.3 wird neben der Staubildung auf die entsprechenden Staulängen eingegangen.

#### 13.2.7 Zulässige Geschwindigkeiten

Strassenabschnitte mit hohem Verkehrsaufkommen sollten idealerweise eine hohe Leistungsfähigkeit und einen homogenen Verkehrsfluss bei gleichzeitig hoher Sicherheit gewährleisten. Grosse Verkehrsdichten verringern in einer ersten Phase die Fahrzeugabstände und die Geschwindigkeiten und bewirken ein gleichförmiges Geschwindigkeitsniveau, welches dann aber mit weiterer Verkehrszunahme unstetig wird<sup>47</sup>. In der Schweiz wird an solchen neuralgischen Punkten mit Geschwindigkeitsbeschränkungen von 80 - 100 km/h operiert. Dieser Wert soll auch auf die Standardsituation 1 übertragen werden und für alle Fahrstreifen gleich gelten. Die nachfolgenden Berechnungen beruhen auf einer Richtgeschwindigkeit von 90 km/h.

### 13.3 Verkehrliche Beurteilung mit und ohne HOV-Streifen

<sup>47</sup> vgl. Literaturverzeichnis [8] und [30]

### 13.3.1 Berechnungen

Zur Beurteilung der Wirkung eines HOV-Streifens in der Standardsituation 1 werden die Staulängen und Wartezeiten anhand vereinfachter Berechnungen ermittelt. Es wird dabei von einer gleichmässigen Auslastung der einzelnen Streifen auf dem Zu-/Abfluss ausgegangen. Der Zeitraum der verkehrstechnischen Betrachtung beträgt 1 Stunde. Der Berechnungsablauf<sup>48</sup> ist in Beilage D im Detail erläutert und beruht auf den im Kapitel 12 behandelten verkehrlichen Charakteristiken sowie den in den vorangegangenen Abschnitten entwickelten technischen Dispositionen.

### 13.3.2 Belastung der verschiedenen Fahrstreifen

*Verkehrsbelastung des Ist-Zustandes  $z_0$ :*

- Stärke des zufließenden Verkehrsstromes:  $q_1 = 4700$  PWE/h
- Stärke des durch den Engpass abfließenden Verkehrsstromes:  $q_2 = 4500$  PWE/h
- Leistungsdefizit = 200 PWE/h

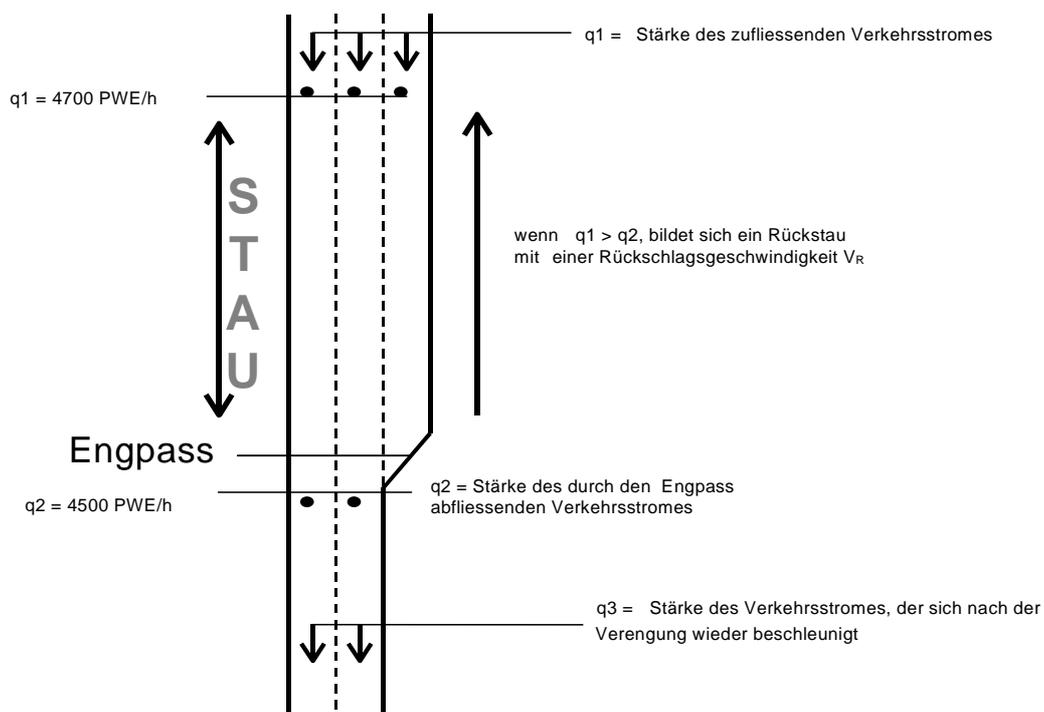


Abbildung 25: Verkehrsbelastung des Ist-Zustandes  $z_0$

*Verkehrsbelastung der Variante A:*

<sup>48</sup> Anmerkung: Die Berechnungen basieren auf Formeln von Stauentstehung, -ausbreitung und Zeitverlust von I. Hansen und D. Westland (vgl. Literaturverzeichnis [12]).

- Stärke des zufließenden HOV-Verkehrstromes:  $q_{1\text{ HOV}} = 766 \text{ PWE/h}$  (=16.3% von 4700 PWE/h)
- Stärke des durch den Engpass abfließenden HOV-Verkehrstromes:  $q_{2\text{ HOV}} = 2250 \text{ PWE/h}$
- Leistungsüberschuss für HOV = 1484 PWE/h
- Stärke des zufließenden LOV-Verkehrstromes:  $q_{1\text{ LOV}} = 3934 \text{ PWE/h}$
- Stärke des durch den Engpass abfließenden LOV-Verkehrstromes:  $q_{2\text{ LOV}} = 2250 \text{ PWE/h}$
- Leistungsdefizit für LOV = 1684 PWE/h

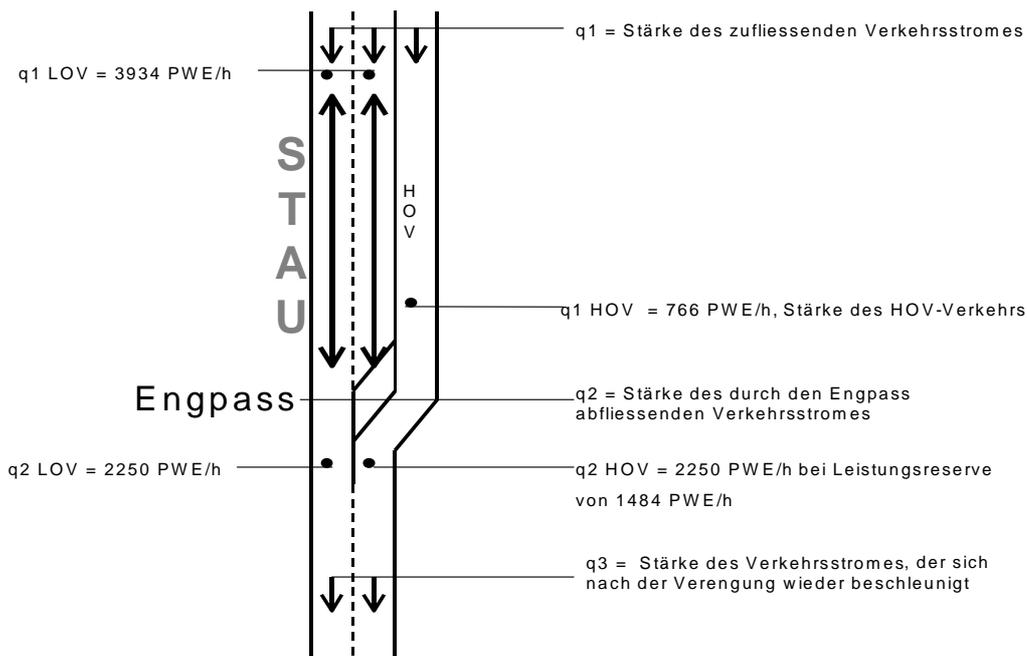


Abbildung 26: Verkehrsbelastung der Variante A

*Verkehrsbelastung der Variante B:*

- Stärke des zufließenden HOV-Verkehrstromes:  $q_{1\text{ HOV}} = 766 \text{ PWE/h}$
- Stärke des durch den Engpass abfließenden HOV-Verkehrstromes:  $q_{2\text{ HOV}} = 2250 \text{ PWE/h}$
- Leistungsüberschuss für HOV = 1024 PWE/h ( $=q_{2\text{ HOV}} - q_{1\text{ HOV}} - q_{1\text{ Streifenwechsel}}$ ).
- Stärke des zufließenden LOV-Verkehrstromes:  $q_{1\text{ LOV}} = 3934 \text{ PWE/h}$
- Stärke des durch den Engpass abfließenden LOV-Verkehrstromes:  $q_{2\text{ LOV}} = 2250 \text{ PWE/h}$  + Fz, die zum auslaufenden HOV-Fahrstreifen wechseln:  $q_{2\text{ LOV zusätzl.}} = q_{1\text{ Streifenwechsel}} = 460 \text{ PWE/h}$ <sup>49</sup>
- Leistungsdefizit für LOV = 1224 PWE/h

<sup>49</sup> Annahme: Die 766 PWE/h des HOV-Verkehrs fließen mit durchschnittlichen Zeitlücke  $\Delta t = 3600/766 = 4.7 \text{ sek.}$ ; Davon ausgehend dass 60% der Zeitlücken zum Fahrstreifenwechsel genutzt werden können, ergibt sich:  $0.6 \times 766 \text{ PWE} = 460 \text{ PWE}$  [ $q_{1\text{ Streifenwechsel}}$ ]. Die Stärke des abfließenden Verkehrs  $q_2$  wird nicht voll ausgenutzt. Anstatt  $q_2=2250 \text{ PWE/h}$  nutzen nur  $766 \text{ PWE/h}$  [ $q_{1\text{ HOV}}$ ] +  $460 \text{ PWE/h}$  [ $q_{1\text{ Streifenwechsel}}$ ] =  $1226 \text{ PWE/h}$ ,  $1024 \text{ PWE/h}$  bleiben ungenutzt. Zeitlückenbestimmung nach W. Schnabel, D. Lohse (vgl. Literaturverzeichnis [30]).

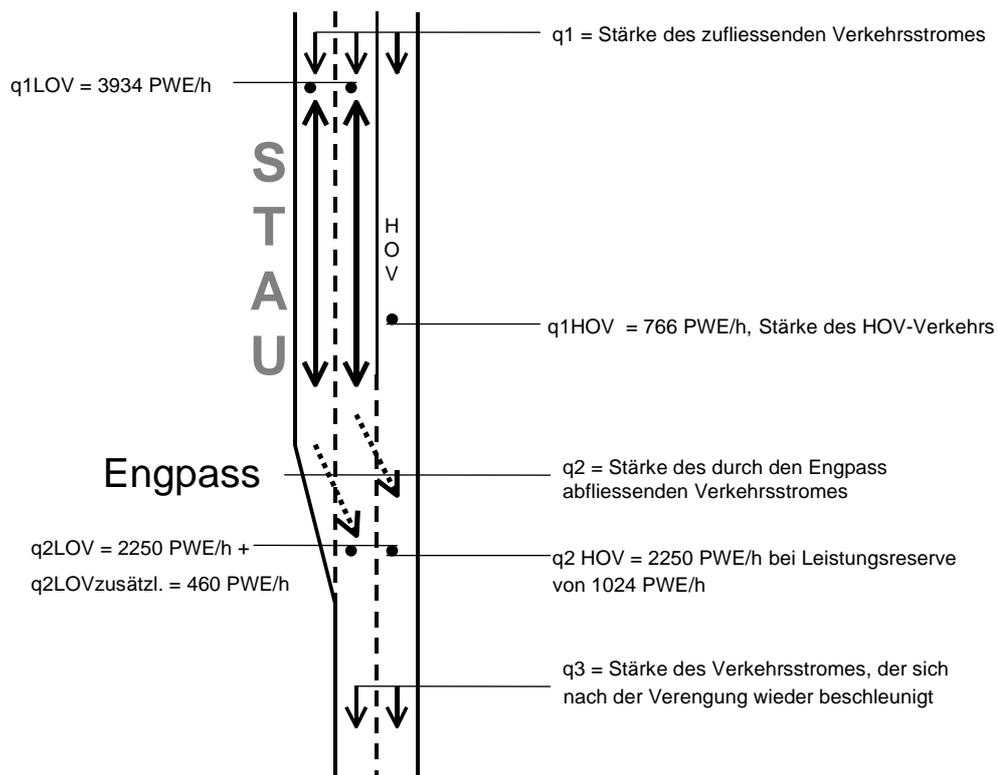


Abbildung 27: Verkehrsbelastung der Variante B

### 13.3.3 Staulängen

Für die Standardsituation 1 ergeben sich folgende Staulängen (vgl. Berechnungen in Beilage D):

- Ist-Zustand  $z_0$ : Staulänge von 1.3 km
- Variante A: Staulänge von 22.5 km
- Variante B: Staulänge von 13.6 km

### 13.3.4 Zeitverlust und Wartezeiten

Die Zeitverluste beziehen sich zunächst auf die Fahrzeuge ohne Berücksichtigung des Besetzungsgrades und entsprechen den Fahrzeugwartezeiten.

*Ist-Zustand  $z_0$ :*

- mittlere individuelle Zeitverluste: 1.3 min.
- maximale individuelle Zeitverluste 2.7 min.

*Variante A:*

- mittlere individuelle Zeitverluste: 22.5 min.
- maximale individuelle Zeitverluste 45 min.

*Variante B:*

- mittlere individuelle Zeitverluste: 13.5 min.
- maximale individuelle Zeitverluste 27 min.

Für eine differenzierte Beurteilung müssen die HOV- und LOV-Wartezeiten separat ausgewiesen und die Personenwartezeiten (unter Berücksichtigung des BGP) dargestellt werden:

<b>Ist-Zustand (Z 0)</b>	HOV	LOV	total
Anteil HOV - LOV	16.3%	83.7%	100.0%
mittl. Zeitverlust [min.]	1.30	1.30	<b>1.3</b>
Anzahl PW	766	3934	4700
PW-Besetzungsgrad	2.70	1.00	1.28
Anzahl Personen	2068	3934	6002
Personenwartezeit [min.]	2700	5100	7800

<b>Variante A</b>	HOV	LOV	total
Anteil HOV - LOV	16.3%	83.7%	100.0%
mittl. Zeitverlust [min.]	0	22.5	<b>14.8</b>
Anzahl PW	766	3934	4700
PW-Besetzungsgrad	2.70	1.00	1.29
Anzahl Personen	2068	3934	6002
Personenwartezeit [min.]	0	88500	88500

<b>Variante B</b>	HOV	LOV	total
Anteil HOV - LOV	16.3%	83.7%	100.0%
mittl. Zeitverlust [min.]	0	13.5	<b>8.8</b>
Anzahl PW	766	3934	4700
PW-Besetzungsgrad	2.70	1.00	1.29
Anzahl Personen	2068	3934	6002
Personenwartezeit [min.]	0	53100	53100

Tabelle 13: Vergleich der Personenwartezeiten für verschiedene Anordnungen bei einem Anteil der HOV-Fahrzeuge von 16.3%

*Vorläufiges Fazit:*

- Die Varianten A und B mit HOV-Bevorzugung führen zu erheblich grösseren Staulängen und massiv höheren Gesamtzeitverlusten gegenüber dem Ist-Zustand. Dabei schneidet die Variante B besser ab als Variante A.
- Unter der Annahme, dass der HOV-Verkehr den gesamten Stau umfahren kann, dass die Länge der HOV-Spur somit der Staulänge entspricht, gewinnt der HOV-Verkehr gegenüber dem Zustand  $z_0$  Zeit. Die Einrichtung einer HOV-Spur auf dieser Länge scheint - auch wegen der Dichte der Anschlüsse - höchst unrealistisch.
- Einzelfahrer erfahren demgegenüber erhebliche Zeitverluste.
- In der Gesamtbilanz wiegen die Zeitgewinne des HOV-Verkehrs die zusätzlichen Zeitverluste des LOV-Verkehrs bei weitem nicht auf.

Der HOV-Verkehr erfährt eine massive Privilegierung, von der ein Anreiz zur Bildung neuer Fahrgemeinschaften (und damit zur Erhöhung des Besetzungsgrades) ausgehen könnte. Es stellt

sich daher die Frage, wie rasch eine Zunahme des HOV-Verkehrs die unannehmbare Verschlechterung für den LOV-Verkehr rückgängig machen könnte. Zur Beantwortung dieser Frage wird im Folgenden eine Sensitivitätsrechnung durchgeführt. Dabei wird allerdings die Variante A mit ihren extrem hohen Personenwartezeiten nicht mehr weiter berücksichtigt.

### 13.3.5 Sensitivität: 10% der LOV-Fahrer bilden neue Fahrgemeinschaften (Variante B+)

Die ebenfalls in der Beilage D im Detail erläuterte Sensitivitätsrechnung geht von folgenden Grundannahmen aus:

- Aufgrund der langen Staus und hohen Zeitverluste reduziert sich der zufließende LOV-Verkehrsstrom  $q_{1LOV} = 3934$  PWE/h um 10% auf  $q_{1LOVneu} = 3540$  PWE/h.
- Die 10% auf der LOV-Spur wegfallenden Lenker wechseln zu Fahrgemeinschaften mit einem durchschnittlichen Besetzungsgrad von 2.70 (wie in 11.2 ausgewiesen). Aus den bisherigen 394 LOV-Fahrzeugen entstehen somit zusätzliche 146 HOV-Fahrzeuge.<sup>50</sup>

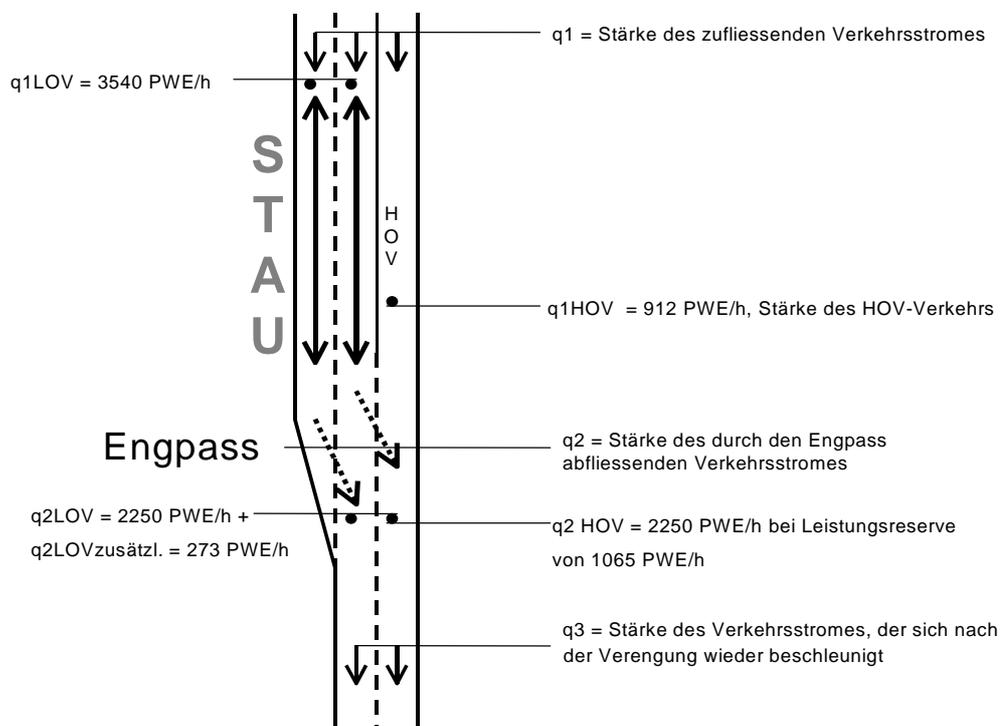


Abbildung 28: Verkehrsbelastung der Variante B+

Anhand der Berechnungen (Beilage D) ergeben sich für die Variante B+:

- Staulänge von 12 km
- mittlere individuelle Zeitverluste 12.0 min.
- maximale individuelle Zeitverluste 24 min.

<sup>50</sup> Mit zunehmendem HOV-Verkehr reduziert sich die Zeitlücke und erschwert dem LOV-Verkehr den Fahrstreifenwechsel im Bereich des auslaufenden HOV-Streifens. Es wird davon ausgegangen, dass nur noch 30% der 912 Zeitlücken zum Wechseln des Streifens genutzt werden können.

<b>Variante B+</b>	HOV	LOV	total
Anteil HOV-LOV	20.5%	79.5%	100.0%
mittl. Zeitverlust [min.]	0.0	12.0	7.1
Anzahl PW	912	3540	4452
Personenbesetzungsgrad	2.70	1.00	1.35
Anzahl Personen	2462	3540	6002
Personenwartezeit [min.]	0	42500	42500

Tabelle 14: Personenwartezeiten Variante B+

*Vorläufiges Fazit:*

- Variante B+ führt gegenüber Variante B zu einer Reduktion der Staulängen und Zeitverlusten, die jedoch bei weitem nicht die Werte des Ist-Zustandes erreichen.
- Die Zeitgewinne der HOV-Fahrer gleichen die Zeitverluste der Einzelfahrer noch längst nicht aus.

### 13.3.6 Beurteilung der Verkehrssicherheit

Die in der Standardsituation vorgestellten Massnahmen bewirken keine Erhöhung der Verkehrssicherheit, im Gegenteil: In Variante A und B ist aus folgenden Gründen mit einer Abnahme der Sicherheit zu rechnen:

- Nicht-Respektieren der vorgegebenen Signalisation, beispielsweise durch vom LOV- auf den HOV-Streifen ausscherende Fahrzeuge. Bei Stau mit hohen Zeitverlusten ist vermehrt mit solchen Situationen zu rechnen;
- Streifenwechsel im Engpassbereich: Sowohl in Variante A als auch in Variante B ist voraussehbar, dass es am Ende des HOV-Streifens beim Einfädeln des LOV-Verkehrs zu kritischen Situationen kommt;
- in Variante B werden LOV-Fahrzeuge im Bereich des Engpasses in den auslaufenden HOV-Streifen einfädeln. Aufgrund der hohen LOV-Belastungen wird der HOV-Verkehr trotz Vortritts stark abgebremst.

### 13.4 Gesamtbeurteilung der Standardsituation 1

Die HOV-Bevorzugung für die Standardsituation 1 schafft gegenüber dem Ist-Zustand deutlich grössere Staulängen und höhere Gesamtzeitverluste. Die Zeitverluste der Fahrzeuge mit niedrigem Besetzungsgrad werden von Zeitgewinnen der höherbesetzten Fahrzeuge bei weitem nicht aufgewogen. Auch eine Zunahme des HOV-Anteils um 10 % bewirkt noch keine grundlegende Veränderung dieser Bilanz. Aufgrund der kleinen Veränderung vermuten wir, dass erst ein unrealistisch hoher HOV-Anteil die für den LOV unzumutbaren Verhältnisse zum Verschwinden brächte. *Volkswirtschaftlich betrachtet, wirkt sich diese Massnahme somit negativ aus!*

Die Berechnungsergebnisse zeigen ferner, dass sich bei verhältnismässig kleinen Überlastungen bzw. Leistungsdefiziten sehr rasch Staulängen aufbauen, zu deren Umfahrung wiederum unrealistisch lange HOV-Streifen nötig wären. Die Längen übersteigen die Abstände zwischen den Autobahnanschlüssen sehr rasch, was abgesehen vom ungelösten Problem der HOV-Strei-

fen im Bereich der Anschlüsse (opportunerweise müssten sie dort unterbrochen werden) zu Auswirkungen auf dem anschliessenden Verkehrsnetz führen würde. HOV-Streifen in der skizzierten Art (Variante A und B) stellen ferner in Bezug auf die Verkehrssicherheit ein gewisses systemimmanentes Risiko dar. *Es zeigt sich aus diesen Gründen, dass eine Umwidmung einer Spur vor einem Engpass zu einer HOV-Spur nicht zu empfehlen ist.*

Die auf die Standardsituation 1 beschränkten Betrachtungen lassen indessen keine Aussage zu, ob von *zusätzlich* angebrachten HOV-Streifen (zusätzlicher Streifen mit Fahrbahnverbreiterung oder Umwidmung des Pannestreifens) eine positive Wirkung ausgeht. Es können dazu lediglich einige Hinweise gegeben werden:

- Neu hinzugebaute oder mittels Umwidmung eingerichtete HOV-Streifen vermögen dem HOV- gegenüber dem LOV-Verkehr Zeitgewinne zu vermitteln, von denen Impulse zu einer Erhöhung des BGP ausgehen können, wenn sie in der Grössenordnung ausfallen wie in Standardsituation 1.
- Ob in der Gesamtbilanz positive Auswirkungen zu erwarten sind, hängt von der konkreten Ausgestaltung ab. Wenn der LOV-Verkehr am Anfang oder am Ende solcher Streifen „über Gebühr“ beeinträchtigt wird, sind sehr rasch Effekte zu erwarten, welche die Zeitgewinne des HOV überkompensieren. Auch werden sich Überlastungs- und Stauprobleme auf dem HLS-Netz nicht gänzlich eliminieren, sondern lediglich örtlich verschieben lassen.

*Der Einsatz von HOV-Streifen auf Autobahnen kann aufgrund der Beschränkung auf die hier betrachtete Situation (Streifenabbau) jedenfalls nicht generell abgelehnt werden. Eine gewisse Innovation und Bereitschaft, dieses Thema pragmatisch anzugehen tut not, denn der teure Strassenraum der HLS ist eigentlich viel zu wertvoll, um darauf vorwiegend nur 1-Personen-PW verkehren zu lassen!*

## **14 Standardsituation 2: Lichtsignalgesteuerter Knoten (Pförtner) auf einer (pro Richtung) einstreifigen Einfallsachse mit HOV-Streifen**

### **14.1 Beschrieb des Basis-Designs (inkl. Prinzipskizze)**

Die Standardsituation stellt einen typischen (wenn auch vereinfachten) Fall dar: Eine pro Richtung einstreifig markierte Einfallsachse vom Typ Hauptverkehrsstrasse (HVS) läuft – beispielsweise von einem HLS-Anschluss her - auf einen lichtsignalgesteuerten Knoten zu, von dem eine Pförtnerwirkung ausgeht. Die Steuerung des Knotens ist koordiniert mit einem Gesamtsystem (Verkehrsrechner Stadt A) und drosselt die Zufahrt zu diesem System derart, dass dieses nicht überlastet wird und der über seine Leistungsfähigkeit hinausgehende Verkehr ausserhalb des Systems zurückgehalten wird. Längs der Einfallsachse tritt demnach Stau auf.

Im Folgenden werden die Zustände ohne und mit HOV-Spur analysiert.

*Fall 1: Ist-Zustand - Einfallsachse ohne HOV-Streifen*

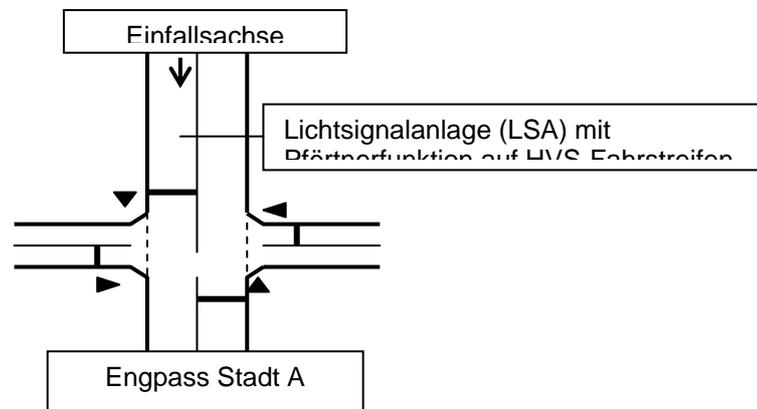


Abbildung 29: Einfallsachse ohne HOV-Streifen

*Fall 2: Einfallsachse mit HOV-Streifen*

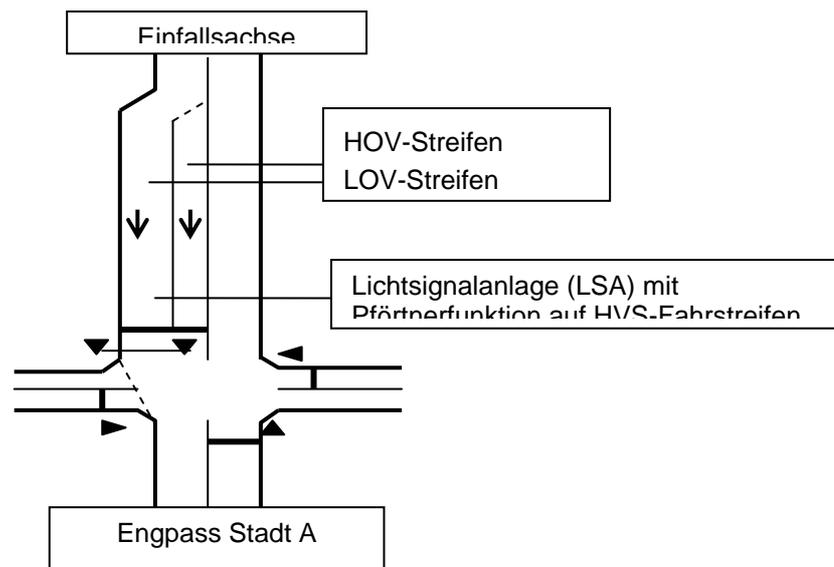


Abbildung 30: Einfallsachse mit HOV-Streifen

## 14.2 Festlegung der technischen Disposition und der Berechnungsparameter der Standardsituation 2

### 14.2.1 Verkehrsstärke

Wir unterstellen, dass die Einfallsachse vom Verkehrsaufkommen einer HVS entspricht und dieses in der (Morgen-)Spitzenstunde 1'080 PWE/h beträgt. Wir unterstellen ferner, dass die Verkehrssteuerung am Knoten nur 1'000 PWE/h in die Stadt A einlässt, so dass ein Leistungsdefizit von 80 PWE resultiert.

### 14.2.2 Annahmen zur Steuerung der Pfortneranlage

Wir gehen von folgenden vereinfachenden Grundannahmen aus:

- Die Anlage ist auf einen bestimmten Verkehrsablauf innerhalb der Stadt A ausgelegt, sie steht in Abhängigkeit zu einem Knoten mit einer niedrigeren Leistungsfähigkeit (Pfortnerwirkung)
- Die Anlage operiert mit festen Umläufen von 90 sek. (40 Umläufe pro h). Sie stellt dem von der Einfallachse herkommenden Verkehr insgesamt 50 sek. Grünzeit zur Verfügung<sup>51</sup>, was den Abfluss der oben angenommenen 1'000 PWE/h erlaubt.
- Bei der Anlage mit einem HOV-Streifen wird der HOV-Verkehr privilegiert. Zu Beginn jeder Grünphase werden soviel HOV-Fahrzeuge verarbeitet, wie auf dem HOV-Streifen vor der Anlage warten (Schlaufendetektion). Der Rest der Grünzeit wird den LOV-Fahrzeugen zur Verfügung gestellt. Die Verkehrsströme von HOV und LOV erhalten je eine eigene Signalgruppe, die untereinander verriegelt sind. Die totale Grünzeit beträgt weiterhin 50 sek. pro Umlauf.

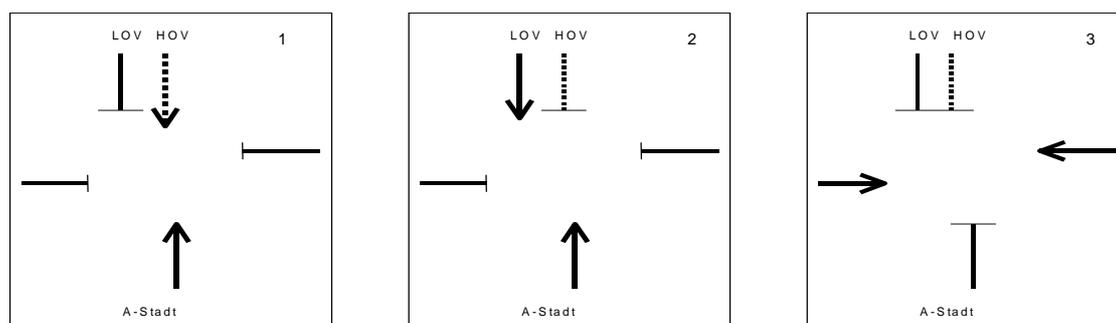


Abbildung 31: Verkehrsregelung mit drei Phasenbildern

### 14.2.3 Weitere Dispositionen zum HOV-Streifen

Aus den in Kapitel 11.3.2 bereits genannten Gründen wird der HOV-Streifen für die Standard-situation 2 auf der Fahrbahnmittle (=linker Fahrstreifen) angeordnet. Die allfällige Erschliessung von Parzellen längs der Einfallachse mit HOV-Streifen ist somit gewährleistet. Ob der HOV-Streifen eine reduzierte Breite aufweist und damit nur für PW zugelassen ist oder ob seine Breite auch Linien- und Reisebusse zulässt, ist hier nicht von Belang. Zwischen dem LOV- und dem HOV-Streifen wird eine Sicherheitslinie markiert. Auf dem Zulauf zum Knoten finden keine mit Spurwechsel verbundenen Überholmanöver statt. Die Anlage befindet sich in oder am Rand von überbautem Gebiet, es wird von der innerorts üblicherweise signalisierten Geschwindigkeit von 50 km/h ausgegangen.

<sup>51</sup> Die restlichen zur Verfügung stehenden 40 sek. pro Umlauf beinhalten die Grünzeit der Querphase sowie die Zwischenzeiten einschliesslich der Signalbilder Rot und Gelb.

#### 14.2.4 Länge des HOV-Streifens

Der HOV-Streifen soll die Umfahrung des maximal möglichen LOV-Staus ermöglichen. Er ist demnach länger als die maximale Staulänge auf dem LOV-Streifen.

### 14.3 Verkehrliche Beurteilung mit und ohne HOV-Privilegierung

#### 14.3.1 Berechnungen

Die Staulängen und Wartezeiten werden anhand vereinfachter Berechnungen ermittelt. Der Zeitraum der Betrachtung beträgt eine Stunde. Es wird unterstellt, dass nach dieser Stunde das Leistungsdefizit wieder abgebaut wird. Die Berechnungen finden sich in Beilage D. Sie beruhen auf den bereits für die Standardsituation 1 verwendeten und im Kapitel 13.2 dargestellten verkehrlichen Charakteristiken (insbesondere Aufteilung HOV/LOV und Besetzungsgrade).

#### 14.3.2 Belastung der Fahrstreifen

*Verkehrsbelastung des Ist-Zustandes (Einfallsachse ohne HOV-Streifen)*

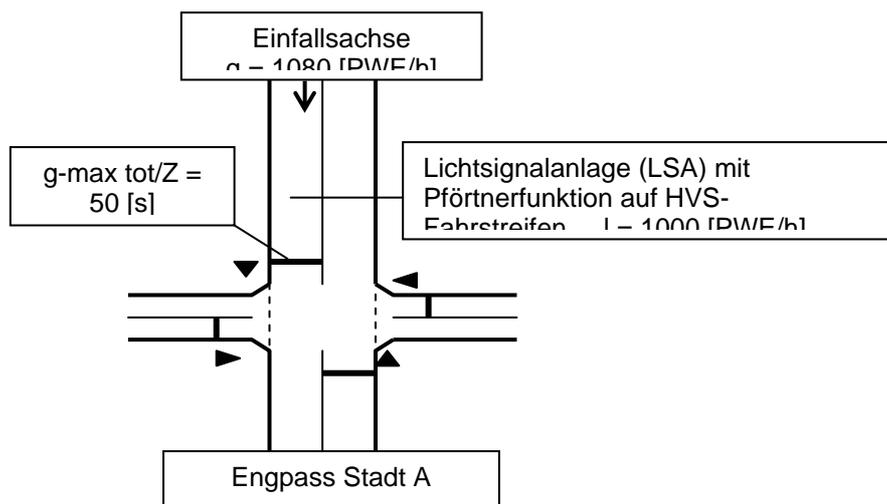


Abbildung 32: Verkehrsbelastung des Ist-Zustandes – Einfallsachse ohne HOV-Streifen

*Verkehrsbelastung der Einfallsachse mit HOV-Streifen:*

- Umlauf  $Z =$  90 sek.
- Auslastungsgrad  $x =$  0.88 für HOV, 1.13 für LOV
- mittlere Eintreffenzahl  $m =$  4.4 PWE/Z für HOV, 22.6 PWE/Z für LOV
- Rotzeit  $t_R =$  80 sek. für HOV, 50 sek. für LOV
- Anteil HOV – LOV: 16.3% zu 84.7%

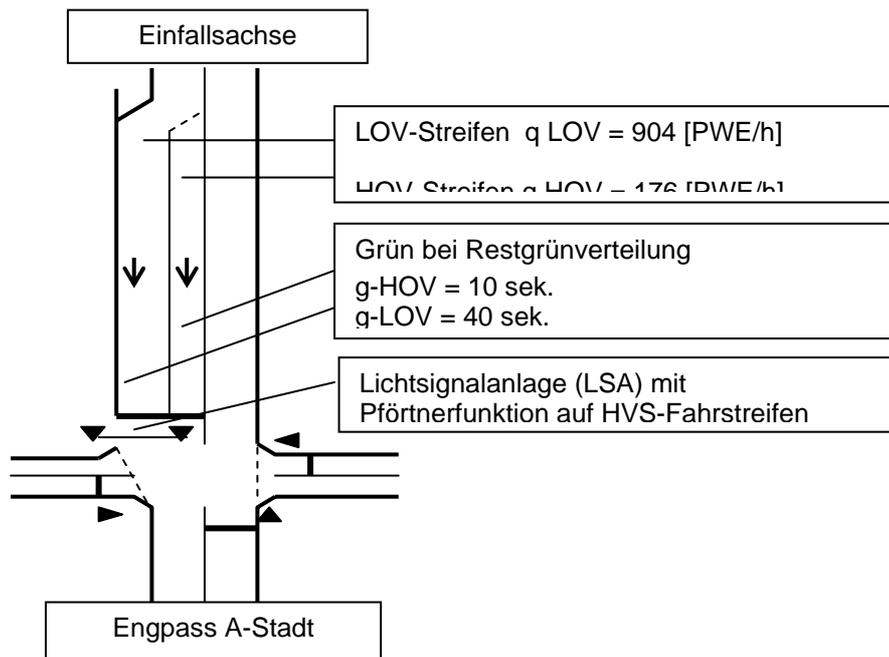


Abbildung 33: Einfallsachse mit vorgelagertem HOV-Streifen

### 14.3.3 Staulängen

#### Staulänge beim Ist-Zustand:

Die Staulänge setzt sich zusammen aus dem Stau, der sich bei Belastungen bis zur Leistungsfähigkeit infolge der Rot-Zeit bei jedem Zyklus ergibt und dem Stau, der aus dem Leistungsdefizit resultiert:

- $L_{\text{Stau pro Z}} = q / t \cdot t_R \cdot L_{Fz} = 1000 / 3600 \text{ sek.} \cdot 40 \text{ sek.} \cdot 6 \text{ m} = 66.6 \text{ m}$
- $L_{\text{Stau Defizit.}} = N_{\text{Defizit}} \cdot L_{Fz} = 80 \text{ PWE/h} \cdot 6 \text{ m} = 480 \text{ m}$

Die Rückstaulänge erreicht nach 1 Stunde:

$$L_{\text{Stau}} = L_{\text{Stau pro Z}} + L_{\text{Stau Defizit.}} = 66.6 \text{ m} + 480 \text{ m} = 546.6 \text{ m}$$

#### Staulänge mit HOV-Streifen:

Für den Stau pro Umlaufzyklus ergibt sich:

- für HOV:  $L_{\text{Stau pro Z}} = 176 / 3600 \text{ sek.} \cdot 80 \text{ sek.} \cdot 6 \text{ m} = 23.5 \text{ m}$
- für LOV:  $L_{\text{Stau pro Z}} = 800 / 3600 \text{ sek.} \cdot 50 \text{ sek.} \cdot 6 \text{ m} = 66.7 \text{ m}$

Es besteht ein Leistungsdefizit N von 104 PWE:

$$L_{\text{Stau Defizit.}} = N_{\text{Defizit}} \cdot L_{Fz} = 104 \text{ PWE/h} \cdot 6 \text{ m} = 624 \text{ m}$$

Die Rückstaulänge erreicht auf der LOV-Spur somit nach 1 Stunde:

$L_{\text{Stau}} = L_{\text{Stau pro Z}} + L_{\text{Stau zusätzl.}} = 66.7 \text{ m} + 624 \text{ m} = 690.7 \text{ m}$ , nimmt also aufgrund der HOV-Privilegierung zu.

#### 14.3.4 Zeitverlust und Wartezeiten

Die Berechnung der Wartezeiten, die sich aus einer Grundwartezeit (zyklusbedingte Wartezeit) und einer sich aus dem Leistungsdefizit ergebenden Stauzeit zusammensetzt, ist in der Beilage D hergeleitet. Es resultieren folgende Fahrzeugwartezeiten:

##### *Ist-Zustand:*

- mittlere individuelle Zeitverluste: 2.8 min.
- maximale individuelle Zeitverluste: 5.1 min.

##### *Variante mit HOV-Streifen:*

- mittlere individuelle Zeitverluste für HOV: 0.7 min.
- maximale individuelle Zeitverluste für HOV: 1.3 min.
- mittlere individuelle Zeitverluste für LOV: 4.4 min.
- maximale individuelle Zeitverluste für LOV: 8.2 min.

Unter Berücksichtigung des BGP ergeben sich daraus folgende Personenwartezeiten:

<b>Ist-Zustand (Z0)</b>	HOV	LOV	total
Anteil HOV - LOV	16.3%	83.7%	100.0%
mittl. Zeitverlust [min.]	2.8	2.8	<b>2.8</b>
Anzahl PW	176	904	1080
PW-Besetzungsgrad	2.70	1.00	1.28
Anzahl Personen	475	904	1379
Personenwartezeit [min.]	1330	2530	3860

<b>Z0 mit vorgelagertem HOV-Streifen</b>	HOV	LOV	total
Anteil HOV - LOV	16.3%	83.7%	100.0%
mittl. Zeitverlust [min.]	0.7	4.4	<b>3.1</b>
Anzahl PW	176	904	1080
PW-Besetzungsgrad	2.70	1.0	1.28
Anzahl Personen	475	904	1379
Personenwartezeit [min.]	330	3980	4310

Tabelle 15: Personenwartezeiten mit und ohne HOV-Streifen

##### *Vorläufiges Fazit:*

- Die HOV-Fahrzeuge gewinnen gegenüber den LOV-Fahrzeugen im Mittel 3.7 min. (am Ende der Stauzeit bereits 7.5 min.). Die Privilegierung ist fühlbar.
- Gegenüber dem Ist-Zustand gewinnen die HOV-Fahrzeuge durch die Anlage eines HOV-Streifens im Mittel 2.1 min., während die LOV-Fahrzeuge im Mittel 1.6 min. länger im Stau stehen.

- In der Gesamtbilanz bewirkt der HOV-Streifen eine Zunahme von 450 Personenwarte-Minuten (d.h. total 7.5 Stunden, im Mittel 0.3 min. pro Person), hervorgerufen durch die längeren Wartezeiten auf dem LOV-Streifen.

#### 14.3.5 Sensitivität: 10% der LOV-Fahrer bilden neue Fahrgemeinschaften

Wie für die Standardsituation 1 wird auch hier die Wirkung eines 10% „Umsteige-Effektes“ geprüft. Die 10% wegfallenden LOV-Fahrzeuge treten in der Form von Fahrgemeinschaften (mit einem durchschnittlichen Besetzungsgrad von 2.70) als HOV-Fahrzeuge auf. Der neue Verkehrsablauf präsentiert sich wie folgt<sup>52</sup>:

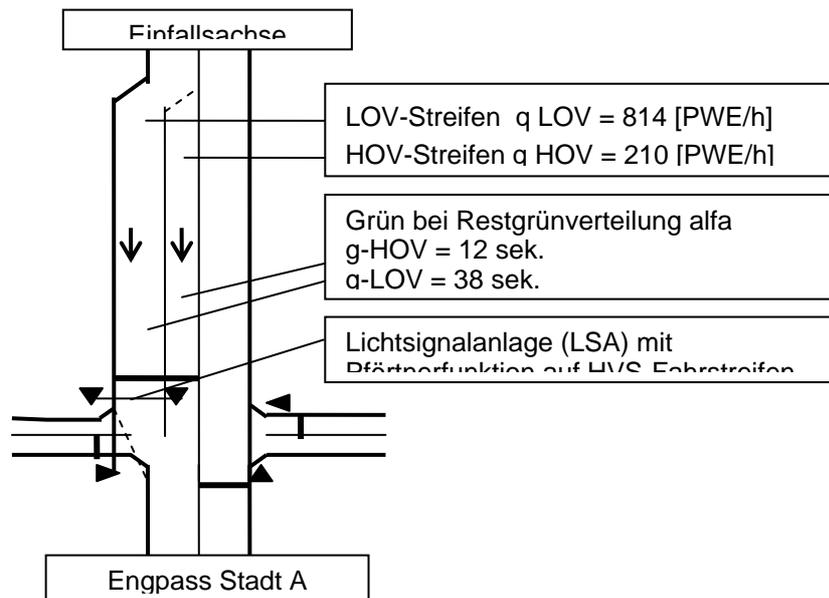


Abbildung 34: Einfallsachse mit HOV-Streifen: 10% LOV-Verkehr mutiert zu HOV-Verkehr

Aufgrund des verminderten Leistungsdefizits nimmt die Staulänge auf dem LOV-Streifen und gleichzeitig die für den HOV-Streifen erforderliche Länge um beinahe die Hälfte auf 395 m ab.

Auch die Fahrzeugwartezeiten vermindern sich. Sie betragen neu:

- mittlere individuelle Zeitverluste für den HOV: 0.6 min.
- maximale individuelle Zeitverluste für den HOV: 1.3 min.
- mittlere individuelle Zeitverluste für den LOV: 2.3 min.
- maximale individuelle Zeitverluste für den LOV: 4.1 min.

In der Bilanz der Personenwartezeiten ergibt sich neu:

<sup>52</sup> Die Berechnungen befinden sich in Beilage D

<b>10% LOV mutieren zu HOV</b>	HOV	LOV	total
Anteil HOV - LOV	20.5%	79.5%	100.0%
mittl. Zeitverlust [min.]	0.6	2.3	<b>1.6</b>
Anzahl PW	210	814	1024
PW-Besetzungsgrad	2.70	1.0	1.35
Anzahl Personen	567	814	1381
Personenwartezeit [min.]	340	1870	2210

Tabelle 16: Personenwartezeiten bei Zunahme des HOV-Anteils

*Vorläufiges Fazit:*

- Die HOV-Fahrzeuge gewinnen gegenüber den LOV-Fahrzeugen im Mittel immer noch 1.7 min. (etwas über eine Phasenlänge). Die Privilegierung bleibt fühlbar.
- Infolge der Erhöhung des Besetzungsgrades (Bildung von Fahrgemeinschaften) nimmt das Leistungsdefizit der Anlage so stark ab, dass auch die LOV-Fahrer zu den Gewinnern gehören: ihre durchschnittliche Wartezeit nimmt gegenüber dem Ist-Zustand um 0.5 Min. ab. Die Differenz zwischen LOV und HOV beträgt nur noch 1.7 Min. (statt 3.7 Min wie vorher). Die Privilegierung der HOV-Fahrer ist damit bei weitem nicht mehr gleich stark.
- In der Gesamtbilanz gehen die Personenwartezeiten gegenüber dem Ist-Zustand um 1'650 min. (um 43% oder um 27.5 Personenstunden) zurück, gegenüber dem Zustand mit HOV-Spur und ursprünglicher Belastung gar um 2'100 Min. (beinahe 50%).
- Es zeigt sich, dass bereits relativ kleine Umlagerungseffekte (Bildung von Fahrgemeinschaften) genügen, in der Gesamtbilanz einen Negativ-Saldo auszugleichen oder diesen gar in einen positiven Saldo umzuwandeln.

#### 14.3.6 Beurteilung der Verkehrssicherheit

Der skizzierte HOV-Streifen führt zu keiner Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit. Er kommt diesbezüglich einem Vorsortierstreifen vor Knoten gleich. Zu lösen sind selbstverständlich die Fragen der Signalisation und der Markierung. Zudem werden an die Lichtsignalanlagen zusätzliche Probleme gestellt, die aber technisch lösbar sind.

#### 14.4 Gesamtbeurteilung der Standardsituation 2

Die Standardsituation 2 entspricht einem gängigen Fall in der Schweiz: Ein lichtsignalgesteuerter Knoten weist für bestimmte Ströme zu bestimmten Zeiten ein Leistungsdefizit von etwa 10% aus.

Es zeigt sich, dass das Anbringen eines zusätzlichen, für den HOV reservierten Streifens für die HOV-Fahrzeuge rasch eine fühlbare Privilegierung bewirkt, indem eine beschränkte Anzahl von Lichtsignalzyklen übersprungen, d.h. Zeit gewonnen werden kann. Die Privilegierung führt für den LOV-Verkehr zu zusätzlichen Zeitverlusten, die sich innerhalb eines unseres Erachtens tolerierbaren Rahmens bewegen, solange die Verkehrsregelungsanlage nicht zu stark überlastet ist.

In der hier untersuchten Situation hat sich gesamthaft ein negativer Personenwartezeitsaldo ergeben. Aus der Sensitivitätsbetrachtung kann allerdings geschlossen werden, dass sich bereits

bei einer geringen Erhöhung des Besetzungsgrades die Gesamtbilanz der Wartezeiten verbessert und positiv ausfällt. Es steht bei der Einführung dieser Massnahme also zunächst die verkehrspolitische Begründung im Vordergrund, also das Ziel, Anreize zu Bildung von Fahrgemeinschaften zu vermitteln. Wird dieses Ziel erreicht, dann stellt sich auch ein volkswirtschaftlicher Nutzen ein.

Die Massnahme einer Privilegierung von HOV-Fahrzeugen an Knoten ist unseres Erachtens aus diesem Grund ernsthaft in Erwägung zu ziehen, wo:

- Knoten oder Anlagen mit einer Pfortnerwirkung vorhanden sind;
- Raum zum Anbringen zusätzlicher Streifen zur Verfügung steht oder Streifen dem HOV-Verkehr zugänglich gemacht werden können (z.B. Rechtsabbiegespuren).

Wir gehen davon aus, dass entsprechende Anwendungsfälle zahlreich wären.

## 15 Rechtliche Machbarkeit von HOV-Streifen in der Schweiz

### 15.1 Bestehende Rechtsgrundlagen und deren Beurteilung im Hinblick auf die Einführung von HOV-Streifen

#### 15.1.1 Erlass von Teilfahrverboten<sup>53</sup>

Gemäss Art. 3 Abs. 4 des Strassenverkehrsgesetzes (SVG) können Beschränkungen und Anordnungen, die nicht allgemeine oder zeitlich beschränkte Fahrverbote, sondern sogenannte *funktionelle Verkehrsbeschränkungen* (z.B. Teilfahrverbote) darstellen, erlassen werden, „...soweit der Schutz der Bewohner oder gleichermassen Betroffener vor Lärm und Luftverschmutzung die Sicherheit, die Erleichterung oder die Regelung des Verkehrs, der Schutz der Strasse oder andere in den örtlichen Verhältnissen liegende Gründe dies erfordern“.

Nach dem Wortlaut dieser Bestimmung können HOV-Massnahmen nicht nur aus verkehrstechnischen Gründen (Erleichterung oder Regelung des Verkehrs), sondern auch aus Gründen des Umweltschutzes ins Auge gefasst werden (in Verbindung mit Art. 12 Abs. 1 Bst. c des Umweltschutzgesetzes, USG). Bei funktionellen Verkehrsbeschränkungen nach Art 3 Abs. 4 SVG handelt es sich um *längerfristige* Massnahmen.<sup>54</sup> Gemäss Artikel 110 Abs. 2 der Signalisationsverordnung ist unter längerfristig die Dauer von mehr als einem Jahr zu verstehen.

Liegen Gründe zur Beseitigung übermässiger Immissionen nach Art. 19 der Luftreinhalteverordnung (LRV) vor und erweist sich die beabsichtigte HOV-Massnahme aufgrund des in Art. 31 LRV verlangten Massnahmenplans als wirksam, kann diese aufgrund des oben zitierten Art. 3 Abs. 4 SVG und unter Beachtung des Grundsatzes der *Verhältnismässigkeit* (Art. 107 Abs. 5 Signalisationsverordnung, SSV) und der Rechtsgleichheit (Art. 4 BV) angeordnet werden. Der Grundsatz

<sup>53</sup> Die Ausführungen basieren auf den geltenden Rechtsvorschriften sowie auf dem Bundesgerichtsentscheid 121 I 334

<sup>54</sup> Kurzfristige Sofortmassnahmen zur Entschärfung einer kurzfristig auftretenden „Alarmsituation“ (z.B. Überschreitung von Smog-Alarmwerten) könnten nicht gestützt auf diesen Artikel erlassen, sondern nach Art. 3 Abs. 6 SVG durch die Polizei für eine Dauer von max. 8 Tagen angeordnet werden.

der Verhältnismässigkeit verlangt, dass durch Rechtssatz vorgesehene oder durch Verfügung angeordnete HOV-Massnahmen zwecktauglich (ökonomisch ausgedrückt: effektiv und effizient) sind. Die Massnahme soll also im Verhältnis zur Schwere der damit verbundenen Eingriffe einen ausweisbaren Erfolg zur Verbesserung der Verkehrssituation erbringen können. Dabei gilt es u.a. die aus der vorgesehenen HOV-Massnahme resultierenden Vor- und Nachteile (Nutzen vs. negative Nebenwirkungen) abzuwägen.

Aus diesen Ausführungen kann geschlossen werden, dass HOV-Streifen in der Schweiz rechtlich gesehen grundsätzlich machbar sind und deren Einführung keine Anpassung der rechtlichen Grundlagen weder auf Verfassungs- noch auf Gesetzesstufe voraussetzt. Allerdings lassen die massgebenden Gesetzesartikel viel Spielraum für juristische Interpretationen offen.

#### 15.1.2 Zuständigkeit für den Erlass von Teilfahrverboten

Ob aus verkehrspolitischen oder ökologischen Gründen eine HOV-Massnahme notwendig bzw. zweckmässig ist, entscheiden die gemäss rechtlicher Kategorisierung des schweizerischen Strassennetzes zuständigen Hoheiten: Für den Erlass von funktionellen Verkehrsbeschränkungen auf *Nationalstrassen der 1. und 2. Klasse ist der Bund zuständig, für alle übrigen Strassen die Kantone bzw. deren zuständige Departemente.*

Bezogen auf die in Kapitel 13 und 14 untersuchten Standardsituationen läge die Kompetenz bei der Standardsituation 1 beim Bund, bei der Situation 2 im Allgemeinen bei einem Kanton.

#### 15.1.3 Signalisationsvorschriften und -möglichkeiten

Eine Verkehrsanordnung in der in den Kapiteln 13.2 und 14.2 vorgeschlagenen Art erfordert eine besondere Signalisation. Ein zur Signalisation einer LOV- oder HOV-Spur wirklich geeignetes Verkehrsschild existiert in der Signalisationsverordnung (SSV – SR 741.21) noch nicht. Offiziell dürfen in der Schweiz nur die in der SSV bezeichneten Signale und Symbole zur Anwendung gelangen (vgl. Art. 101 Abs. 1 SSV).

Auf der Basis der heutigen Signalisationsverordnung könnten HOV-Streifen als *Verbot* (Ausnahmeregelung eines Teilfahrverbots) signalisiert werden. Innerhalb der Vorschriftssignale kann ein HOV-Streifen z.B. mit dem Signal „Verbot für Motorwagen“ (2.03, SSV) und der Zusatztafel „Ausgenommen Fahrzeuge mit mindestens ... Insassen“ angezeigt werden.

Eine andere Möglichkeit wäre die Schaffung eines neuen Vorschriftssignals für besondere Wege bzw. Fahrbahnen im Stile der Radweg- oder Busfahrbahn-Signale. Sinnvoll könnte auch die Verwendung des Signals „Anzeige von Fahrstreifen mit Beschränkungen“ (4.77.1, SSV) in geeigneter Ausgestaltung, d.h. mit integriertem neuem HOV-Signal (Piktogramm) sein. Die Signalisation muss vernünftigerweise im EU-Kontext festgesetzt oder zumindest auf die Nachbarstaaten abgestimmt werden.

## 15.2 Rechtlicher Anpassungsbedarf

### 15.2.1 Signalisationsverordnung: Dauer der HOV-Massnahme

Art. 107 Abs. 2<sup>bis</sup> SSV hält fest, dass Versuche mit Verkehrsmassnahmen für höchstens ein Jahr angeordnet werden dürfen. Würden HOV-Streifen als Versuche deklariert und die Dauer eines Jahres für die Auswertung dieser Versuche nicht reichen, so müsste der Bundesrat bezüglich einer Änderung der erwähnten Verordnung angegangen werden.

### 15.2.2 Signalisationsverordnung: Schaffung eines neuen Verkehrsschildes und/oder einer neuen Fahrbahnbeschriftung

Wir erachten eine Signalisation und Fahrbahnmarkierung in Form eines Gebotes/Hinweises (Streifenbenutzungsbeschilderung ähnlich wie z.B. Velostreifen) als sinnvoller und leichter verständlich als eine Verbotsform. Aus der Optik der leichten Verständlichkeit scheint ein Handlungsbedarf zur Schaffung eines einfachen, international verständlichen und möglichst selbsterklärenden Verkehrssignales/Piktogrammes gegeben. Gleiches gilt für die Fahrbahnmarkierung/-beschriftung, wobei diese den in der Schweiz gängigen Markierungen für Autobahnen und Autostrassen entsprechen sollte<sup>55</sup>. Zusätzliche HOV-Markierungen auf der Fahrbahn sind nur dann sinnvoll, wenn HOV-Streifen als feste Einrichtungen angelegt werden. In solchen Fällen sind neue Markierungszeichen auf der Fahrbahn erforderlich, z.B. „HOV 2+“ oder die Abbildung eines (neu zu schaffenden) Strassensignals auf der Fahrbahn.

Beispiele gelungener Piktogramme bestehen bereits verschiedentlich (z.B. in Leeds/GB, Salzburg/Ö). Die folgende Abbildung zeigt die Signalisationstafel für den HOV-Streifen in Leeds:



Abbildung 35: Signalisation eines HOV-Fahrestreifens in Leeds (GB)<sup>56</sup>

<sup>55</sup> Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute: Markierungen SN 640 854, VSS Zürich 1993

<sup>56</sup> Quelle aus Literaturverzeichnis [29]

Neue Verkehrsschilder müssen in der Schweiz gemäss Art. 115 SSV durch den Bund (EJPD) bewilligt werden. Die Schaffung neuer Piktogramme bedingt damit eine Anpassung der Signalisationsverordnung, was *theoretisch* innert weniger Monate nach Einreichung eines Bewilligungsgesuches mit entsprechenden Vorschlägen machbar sein sollte.

### 15.3 Normierung von HOV-Streifen

Spezifische Normen für HOV-Streifen existieren bis heute in der Schweiz nicht. Sie müssten im Rahmen der VSS-Normierung allenfalls noch entwickelt und festgeschrieben werden. Sinnvollerweise müsste eine Normierung erst im Nachgang zu (breit abgestützten und begleiteten) Versuchen in Angriff genommen werden.

### 15.4 Fixe oder variable Verkehrsbeeinflussung

Grundsätzlich bieten sich die Möglichkeiten an, den HOV-Streifen als fixe oder variable Verkehrsbeeinflussung mit entsprechenden Signalisationen einzurichten.

#### *Fixe HOV-Signalisation:*

Bei einer fixen Signalisation wird das HOV-System ausschliesslich Fahrzeugen mit einem bestimmten und konstanten Besetzungsgrad zur Verfügung gestellt. Der Vorteil des fixen Systems liegt darin, dass die Einrichtungs- und Unterhaltskosten des Streifens relativ tief ausfallen. Der Nachteil besteht allerdings darin, dass die zur Verfügung stehenden knappen Strassenkapazitäten ineffizient genutzt werden, weil ausserhalb der Verkehrsspitzen der Bedarf einer Privilegierung nicht besteht. Eine fixe Signalisation würde demnach dem Gebot der Verhältnismässigkeit zuwiderlaufen.

#### *Variable HOV-Signalisation:*

Eine zeitlich differenzierte Verkehrslenkung bzw. -beeinflussung, welche die vorhandenen Strassenkapazitäten nach Verkehrsaufkommen und Besetzungsgrad bewirtschaftet, um eine verbesserte Ausnutzung des Verkehrssystems in Zeiten mit hohem Verkehrsaufkommen sicherzustellen, setzt eine variable bzw. dynamische Signalisation voraus.

Dynamische Verkehrsbeeinflussungssysteme mit integrierter HOV-Steuerung sind geeignete Instrumente, um auf die tatsächliche Verkehrssituation zu reagieren und das Mittel von HOV-Streifen bedarfsgerecht einzusetzen. Diese Form der Verkehrsbeeinflussung würde zudem eine flexible Festlegung des Besetzungsgrades ermöglichen, indem die BGP-Anforderung während bestimmten Zeitfenstern beispielsweise von „2+“ auf „3+“ Personen erhöht werden könnte.

Eine variable Signalisation steht dort im Vordergrund, wo:

- HOV-Streifen Teil eines integralen Verkehrsmanagementsystems bilden;
- die Fahrstreifen nach Verkehrsaufkommen bewirtschaftet werden;
- grössere Schwankungen des Besetzungsgrades aufgrund der jeweils dominierenden Fahrtzwecke (z.B. Pendler-, Freizeitverkehr) ausgeglichen werden.

Die Frage nach fixer oder variabler Signalisation muss für den konkreten Anwendungsfall unter Beachtung einer dynamischen Kosten-/Nutzenanalyse entschieden werden. Unseres Erachtens steht bei HOV-Streifen der Aspekt des Verkehrsmanagements im Vordergrund. Für die Bewirtschaftung eines knappen Verkehrsraumes scheinen variable Signalisationen ein geeignetes Mittel. Es ist anzunehmen, dass ihre Verbreitung im Rahmen mehr oder weniger umfassender Verkehrsbeeinflussungs- und -leitsysteme in naher Zukunft stark zunehmen wird.

## 16 Vollzugsseitige Beurteilung von HOV-Streifen in der Schweiz

Bei der Beschreibung der HOV-Massnahmen im Kapitel 9 ist die Frage der technischen Feststellbarkeit des BGP ansatzweise gestreift worden. Das vorliegende Kapitel soll etwas näher auf die Thematik des Vollzugs einer HOV-Privilegierung eingehen.

Die Benutzung eines HOV-Streifens beruht prinzipiell auf dem Grundsatz der „Selbstdeklaration“ durch den Fahrzeuglenker. Diese Deklaration kann entweder passiv (äusserlich neutral) oder aktiv (äusserlich erkennbar)<sup>57</sup> erfolgen. Unabhängig davon, wie diese Selbstdeklaration erfolgt, kann nicht a priori davon ausgegangen werden, dass diese in allen Fällen der Wahrheit entspricht. Der Vollzug bzw. das Enforcement<sup>58</sup> der HOV-Fahrbeschränkung erfordert deshalb eine Kontrolle des BGP der einzelnen PW, welche den Sonderstreifen benutzen.

Ziel des Vollzugs muss sein, bei minimalem Aufwand eine akzeptable Regelbeachtung zu erreichen. Ähnlich wie beim Problem der Schwarzfahrer im OeV muss von den Vollzugsbehörden definiert werden, welchen Grad der Regelmissachtung sie in Abhängigkeit der Kontroll- und Enforcement-Kosten für tolerierbar halten (Verhältnismässigkeitsprinzip). Wünschbar wäre es, durch eine hohe abschreckende Wirkung von Sanktionsmöglichkeiten (Bussenhöhe oder Dauer des Fahrausweisentzugs) den Anreiz zum Missbrauch möglichst tief zu halten.

Zur Einführung von HOV-Streifen ist eine gewisse „Grundakzeptanz“ Voraussetzung (siehe Kapitel 17). Unser Rechtsempfinden beruht auf Geboten der Rechtsgleichheit und –sicherheit beim Vollzug. Gerade auch im Hinblick auf diese Akzeptanz kommt der Durchsetzung der Benutzungsbeschränkung bzw. der Garantie des Benutzungsprivilegs eine grosse Bedeutung zu.

### 16.1 Funktionelle Elemente des Vollzugs

Der Vollzug umfasst - funktional betrachtet - folgende Elemente bzw. Teilprozesse, die - je nach gewählter Überwachungs-/Kontrolltechnologie - in unterschiedlichem Ausmass und Detaillierungsgrad umzusetzen sind:

---

<sup>57</sup> Der Fahrer gibt z.B. in ein sich im Fahrzeuginnern befindlichen Gerät die Anzahl Personen bzw. den BGP 1 oder > 1 ein. Diese Deklaration erscheint von Aussen sichtbar (z.B. an der Front- oder Heckscheibe mittels kleiner Lampen). Ähnliche Systeme werden für den Vollzug der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA) zur Deklaration der Anhänger in Lastwagen eingerichtet.

<sup>58</sup> Unter „Enforcement“ ist die Durchsetzung von Regeln und Vorschriften - in diesem Fall die Durchsetzung einer nach BGP-differenzierten Fahrbeschränkung - inkl. Feststellung und Sanktionierung des Fehlverhaltens zu verstehen

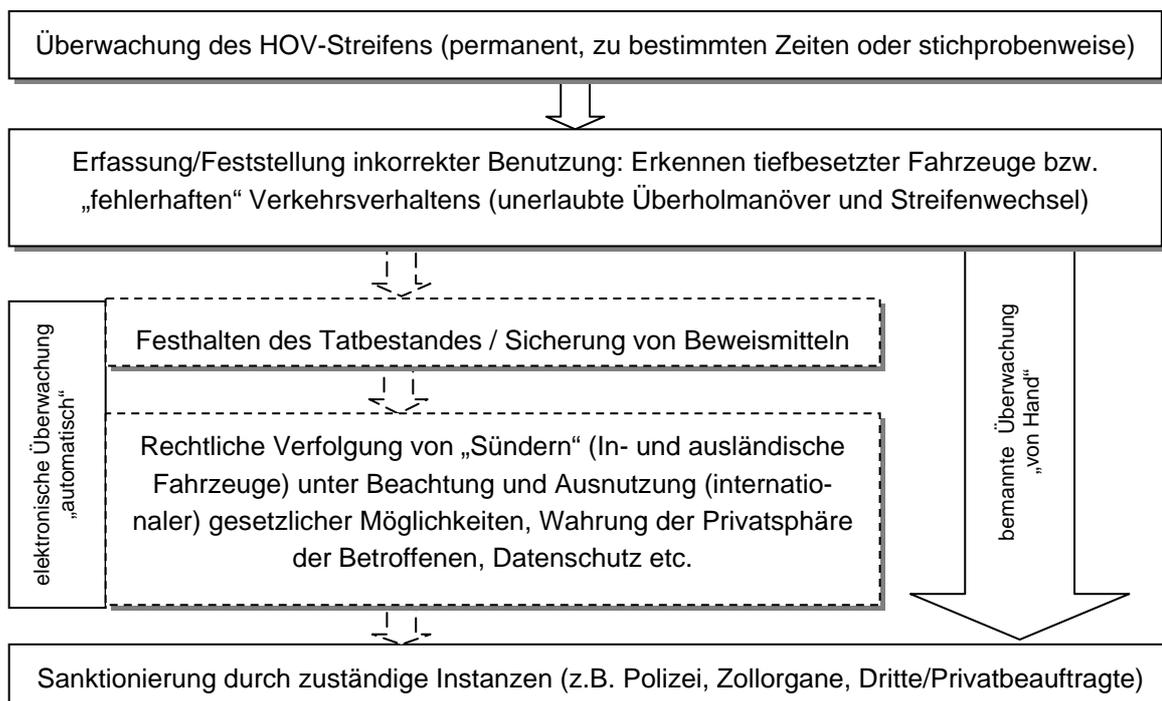


Abbildung 36: Funktionales „Modell“ des HOV-Vollzugs

Bei einer Überwachung konventioneller Art (Polizeikontrolle) wird nach der Feststellung der Regelverletzung die Sanktionierung unmittelbar und direkt vor Ort durch Anhalten und Ausstellen des Fahrzeuges und Verhängung der Strafe vorgenommen. Im Falle einer automatischen bzw. elektronischen Überwachung des HOV-Streifens (unbemannt) muss jedoch zuerst der Beweis der Regelverletzung erbracht werden, bevor der Täter (bzw. das Fz) ausfindig gemacht und die Sanktion eingeleitet werden kann.

## 16.2 Möglichkeiten und Techniken zur Kontrolle/Überwachung des PW-Besetzungsgrades auf HOV-Streifen

Bei der Überwachung eines HOV-Streifens stellt sich u.a. das Problem der *optischen Erkennbarkeit der Anzahl Personen* im Fahrzeuginnern. Umstände wie abgedunkelte/verdeckte Fensterscheiben, Lichtreflexionen, Witterungsbedingungen, Dunkelheit etc. erschweren die optische Erkennbarkeit sowohl für das menschliche wie auch das elektronische Auge.

Es bieten sich - nebst der z.T. in den USA praktizierten Nullkontrolle (=“laisser faire“) - folgende grundsätzliche Techniken zur Feststellung des BGP auf HOV-Streifen:

- *Selbstkontrolle durch die Verkehrsteilnehmer (soziale Kontrolle)*

HOV-benutzungsberechtigte Fahrzeuglenker haben ein Interesse, dass „ihr“ gut fließender Streifen nur von den Fahrzeugen mit höherem Besetzungsgrad benutzt wird. Auf der anderen Seite verurteilen die sich auf dem LOV-Streifen regelkonform verhaltenden Fahrzeuglenker ein „Ausscheren“ nichtberechtigter Fahrzeuge. Nicht-benutzungsberechtigte Fahrzeuglenker unterstehen deshalb einer doppelten sozialen Kontrolle durch die Verkehrsteilnehmer.

Abschreckend wirkt dabei die mögliche negative Reaktion anderer Verkehrsteilnehmer und der Respekt vor möglichen Konsequenzen (persönlicher „Image-Schaden“, Eintrag auf einer „grauen Liste“ der Vollzugsbehörden).<sup>59</sup>

- *Persönliche optische Kontrolle auf/an der Fahrbahn durch die Vollzugsorgane (Polizei)*

Denkbar sind sowohl Sichtkontrollen während der Fahrt (mobile Polizei-Patrouillen) oder Stichprobenkontrollen der Polizei entlang der Fahrbahn durch Anhalten einzelner Fahrzeuge.

- *Elektronische optische Überwachung (fahrbahnseitig)*

Fahrbahnseitig installierte Überwachungskameras (Video) oder andere optische Einrichtungen können die Anzahl Personen optisch erfassen (einfaches „Foto“ oder Wärmebild des Fahrzeugs). Bei der Auswertung der Bilder im Hintergrundsystem durch die Vollzugsorgane können unberechtigte Fahrzeuge mittels zusätzlicher Nummernschilderfassung identifiziert und zur Rechenschaft gezogen werden.

- *Überwachung interaktiv kommunizierender Systeme (fahrzeug- und infrastrukturseitig)*

Es existieren bereits technisch erprobte Systeme, die mittels an Sicherheitsgurten angebrachten Sensoren feststellen können, ob sich auf einem Fahrzeugsitz ein Mensch befindet: Der durch die menschliche Atmung verursachte Bewegungsrhythmus wird von einem im Fahrzeuginnern befindlichen Detektor („human body detector“) identifiziert und mittels drahtlosem Datenaustausch an infrastrukturseitig installierte Einrichtungen (an Pfortner- bzw. Signalanlagen, Fahrbahnmarkierungen etc.) kommuniziert.

### **16.3 Durchsetzung des Vollzugs bei Zuwiderhandlung/Missachtung: Enforcement**

Nebst den Möglichkeiten und Technologien zur Erkennung des BGP sind für die Durchsetzbarkeit und den Erfolg der Massnahme auch folgende Punkte entscheidend:

- Kontrolldichte, -häufigkeit und -dauer;
- Ausschluss bzw. Minimierung von Regelmisssachtungen oder -unterwanderungen wie z.B. Mitnahme von Menschenattrappen, „Austricksen“ automatischer Enforcement-Systeme, Entstehen von sicherheitsgefährdendem Fahrverhalten etc.;
- Anforderungen an das Beweismittel im Falle elektronischer Überwachungssysteme;
- Sanktionsmöglichkeiten (insbesondere bei ausländischen Fahrzeuglenkern);
- Zuständigkeiten/Verantwortlichkeiten im Vollzug.

Bei allen genannten Punkten – ebenso wie bei den Investitions- und Betriebskosten sowie der Wahl der Kontrolltechnologie - gilt es unter Wahrung der Verkehrssicherheit ein den Geboten der Verhältnismässigkeit entsprechendes Optimum zu finden. Ähnlich wie bei Fahrausweiskontrollen im OeV lässt sich dieses theoretische Optimum in der Praxis nur durch ein „trial and error“-Verfahren ermitteln.

---

<sup>59</sup> In den USA gibt es z.B. HOV-Enforcements, bei welchem eine spezielle Telefonnummer (Hotline) eingerichtet wurde, auf der Falschfahrer der Polizei gemeldet werden können.

### 16.4 Beurteilung möglicher HOV-Überwachungssysteme

Die genannten Möglichkeiten zur Feststellung und Überwachung des BGP auf HOV-Streifen sollen anhand der folgenden Kriterien qualitativ grob beurteilt werden:

- Eignung zur BGP-Feststellbarkeit;
- Wirkung bezüglich Durchsetzung der korrekten Spurbenutzung;
- Kosten der Umsetzung (Investitionen / langfristiger Betrieb);
- Effizienz (Verhältnis zwischen Wirkung und Kosten);
- Machbarkeit / Realisierungszeit.

Die Beurteilung erfolgt qualitativ anhand der folgenden Abstufungen bezüglich Erfüllung der Kriterien:

- ++ = sehr gut
- + = befriedigend
- = ungenügend
- = schlecht

	Eignung zur BGP-Feststellbarkeit bzw. Erkennbarkeit	Wirkung bezügl. Durchsetzbarkeit (Enforcement)	Kosten der Umsetzung (Investition / Betrieb)	Effizienz		Machbarkeit / Realisierungszeit
				kurzfristig	langfristig	
<b>Soziale Kontrolle</b>	- BGP kann im fließenden Verkehr durch die Verkehrsteilnehmer nicht zuverlässig und nicht in allen Fällen festgestellt werden (eingeschränkte Sichtbarkeit des Fahrzeuginnern!)	-/-- wirkt nur beschränkt abschreckend; Vergehen/Regelmässigung nicht kann sofort geahndet werden	++ stellt quasi eine Gratis-Dienstleistung für die Vollzugsbehörden dar. Diese müssen nur eine „graue Liste“ (nach-)führen	+/-	+	+/- „Hotline“ und Datenerfassungssystem müsste eingerichtet werden (Problem der Akzeptanz / Datenschutz)
<b>Persönliche optische Kontrolle</b>	+ BGP kann im fließenden Verkehr nur punktuell / stichprobenweise durch Anhalten der Fahrzeuge zuverlässig festgestellt werden (diverse Sünder „schlüpfen“ durch die Maschen des Kontrollnetzes); Diese Art von Kontrolle eignet sich besser beim stehenden (Pfortneranlagen) als im fließenden Verkehr	+ / ++ abhängig von Kontrolldichte / Häufigkeit und Sanktionsmöglichkeiten; Vergehen / Regelmässigung kann im Einzelfall sofort geahndet werden	- / + Je nach Umfang/Häufigkeit und Dauer der benötigten Kontrollen, Personalintensität und -kosten unterschiedlich hoch	+ / -	+	++ Polizeikontrollen sind fast jederzeit durchführbar; und können sich auf Erfahrungen / Know how im Zusammenhang mit anderen Verkehrskontrollen abstützen

<b>Automatisierte optische Überwachung</b>	<p>+</p> <p>kontinuierliche, umfassende Überwachung eines Strassenabschnittes / Pfortneranlage möglich; Je nach Technologie / Qualität des Systems kann BGP aber nicht absolut zuverlässig festgestellt werden (Abhängigkeit von Licht- und Witterungsverhältnissen)</p> <p>Auf Beweisbild ist Erkennbarkeit des Fahrzeuginnern nicht unbedingt besser als bei optischer Kontrolle.</p>	<p>+/-</p> <p>je nach Dichte der Infrastrukturseitigen Ausrüstung kann das System umgangen werden;</p> <p>Vergehen / Regelmisssachung kann erst im Nachhinein gehandelt werden</p> <p>Abschreckende Wirkung (wie bei „Blechpolizisten“!)</p>	<p>- / +</p> <p>erfordert infrastrukturseitige Investitionen (elektronische Kameras), ist im längerfristigen Betrieb aber kostengünstig (stichprobenweise Auswertung der Kamerabilder)</p>	<p>-</p>	<p>+ / ++</p>	<p>- / +</p> <p>Ein System mit Überwachungskameras inkl. System zur Verarbeitung / Auswertung der Bilder ist nicht innert Jahresfrist betriebsbereit</p>
<b>Interaktiv kommunizierende Systeme</b>	<p>++</p> <p>Kontinuierliche, umfassende Überwachung eines Strassenabschnittes / Pfortneranlage unabhängig von Sicht- und Witterungsverhältnissen möglich; Jedoch nur sinnvoll und machbar bei „geschlossenen“ HOV-Systemen mit Pfortneranlagen;</p> <p>Das System könnte ziemlich betrugssicher sein (evtl. technische Deklarations- sowie Daten-/Persönlichkeitsschutzprobleme)</p>	<p>+</p> <p>zuverlässiges System; nur offene HOV-Systeme (ohne Pfortneranlagen) können je nach Dichte der Infrastrukturseitigen Ausrüstung umgangen werden;</p> <p>Vergehen / Regelmisssachung auf offenen HOV-Systemen kann nicht sofort gehandelt werden</p>	<p>--</p> <p>Jedes Fahrzeug, welches das HOV-System benutzen will, müsste mit einem Sensor und Detektor ausgerüstet werden; Zudem fallen infrastrukturseitige Investitionen an; die Betriebskosten sind vergleichsweise billig</p>	<p>-</p>	<p>- / +</p>	<p>--</p> <p>Einrichtung eines derartigen Systems beansprucht Jahre und wird aufgrund der hohen Kosten kaum akzeptiert</p>

Tabelle 17: Beurteilung denkbarer Möglichkeiten/Technologien zur Feststellung des BGP

Je nachdem, wie die einzelnen Beurteilungskriterien gewichtet werden, fällt das Resultat bezüglich der zu favorisierenden Variante unterschiedlich aus. Wenn eine HOV-Spur als längerfristige Massnahme vorgesehen ist, sollte der langfristigen Vollzugssicherheit (BGP-Feststellbarkeit und Enforcement) sowie der Effizienz am meisten Beachtung geschenkt werden. Unter diesem Blickwinkel schneiden folgende beiden Varianten am besten ab:

- persönliche optische Kontrolle und
- automatisierte optische Überwachung, insbesondere auch wegen der von ihnen ausgehenden Abschreckungswirkung (Prävention).

Für einen befristeten HOV-Versuch (Pilotprojekt) kommt eigentlich nur eine persönliche optische Kontrolle in Frage. Sobald aber HOV-Streifen dauerhaft oder flächendeckend eingerichtet werden sollen, ist eine automatisierte optische Überwachung anzustreben.

*Fazit zum Vollzug der HOV-Spurüberwachung:*

Es kann nicht Sinn und Zweck sein, zur Durchsetzung der HOV-Vorschrift innerhalb eines geografisch beschränkten Gebietes ein hochtechnologisches, kostspieliges Überwachungssystem einzurichten. Umsomehr, als dass ein noch so ausgeklügeltes elektronisches System das Problem der Nicht-Verfolgbarkeit eines Grossteils ausländischer Fahrzeuge nicht lösen kann, solange eine international harmonisierte Gesetzgebung bzw. eine europaweit geregelte Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Strassenverkehrsrechtes fehlt.<sup>60</sup>

## **16.5 HOV-Überwachung und Enforcement im Ausland**

Die heute im Ausland betriebenen HOV-Streifen werden – wenn überhaupt - praktisch durchwegs auf konventionelle Weise mittels „manueller“ Stichproben innerhalb der periodischen Präsenz der Vollzugsorgane (Polizei) kontrolliert. Die Einhaltung der Benutzungsvorschriften und deren Durchsetzung hängt auch ab von der Mentalität eines Landes und der Ausprägung der Rechtsstaatlichkeit. Vereinzelt existieren aber auch automatisierte optische Überwachungen (z.B. Georgia/USA).

Entscheidend für die Wahl des Kontrollsystems und dessen Qualität und Dichte ist u.a. auch die Akzeptanz der HOV-Spur durch die Verkehrsteilnehmer. Je höher die allgemeine Akzeptanz, desto weniger Verkehrsteilnehmer werden die HOV-Regelung unterlaufen.

Die meisten der heute im Ausland betriebenen HOV-Streifen scheinen mittels konventioneller Überwachungsmethoden befriedigend zu funktionieren, allerdings ist das Enforcement lückenhaft. So wird beispielsweise auf der für HOV-Fahrzeuge geöffneten Busspur auf der Strasse B 127 bei Linz (Ö) der regelmässig betriebene Missbrauch von der Mehrzahl der Verkehrsteilnehmer als Ärgernis empfunden. Entsprechend haben die sich korrekt verhaltenden Automobilisten bereits eine intensivere Überwachung durch die Exekutive gefordert.

## **17 Akzeptanz von HOV-Streifen durch die PW-Benutzer**

### **17.1 Ergebnisse bisheriger Befragungen in der Schweiz**

---

<sup>60</sup> Im Rahmen der internationalen Forschungsprogramme VERA und ADVICE, welche die Machbarkeit und Harmonisierung elektronischer Strassengebühren-Erhebungssysteme in Europa untersuchen, wird das Problem des Enforcement vertiefter untersucht. vgl. Literaturverzeichnis [27]

Befragungen, die im Zusammenhang mit der Förderung von Carpooling in der Schweiz durchgeführt worden sind, lassen darauf schliessen, dass HOV-Streifen als Massnahme zur Erhöhung des BGP bzw. des Verkehrsmanagements bei der Schweizer Bevölkerung noch weitgehend unbekannt sind.

Befragungen im Rahmen des ICARO-Projektes aus dem Jahr 1998 zeigt sich die kritische Haltung gegenüber HOV-Streifen deutlich: Nur 22% aus einer Stichprobe von 250 befragten Personen befürworteten diese Massnahme zur Förderung des Carpoolings. Die Akzeptanz für HOV-Streifen auf Autobahnen lag dabei mit ca. 17% tiefer als für solche auf Hauptstrassen (29%). Speziell negativ fällt das Urteil bei den Berufspendlern aus, die ja gerade in Bezug auf den BGP einen gewissen „Rückstand“ aufweisen: unter ihnen stimmen lediglich 9% der Einrichtung von HOV-Streifen auf Autobahnen zu und 18% einer HOV-Einrichtung auf Hauptstrassen.<sup>61</sup>

Mangelnde Information und Vorurteile dürften für die kritische Haltung hauptverantwortlich sein. An eine Einführung ohne eine vorgängige Aufklärungsarbeit, welche die Vorurteile abzubauen vermag, ist nicht zu denken.

Die mangelhafte Information ist selbst bei Kreisen zu erkennen, die tagtäglich mit der Stauproblematik konfrontiert werden und dafür in einem gewissen Mass sensibilisiert sein sollten. Dies lässt sich z.B. auch anhand einer Befragung auf der A1 am Baregg durch die Universität Zürich im Auftrag des Kantons Aargau zeigen. Mittels indirekter Fragestellung wurde u.a. gefragt, was der einzelne am Stau beteiligte Verkehrsteilnehmer zur Verhinderung des Staus unternehmen könnte<sup>62</sup>. Die Ergebnisse zeigten, dass der Unterschied zwischen Absichtserklärung und tatsächlichem Handeln bei der Massnahme „Teilnahme an einem Carpool“ am ausgeprägtesten war (Verhältnis 20:1).

## **17.2 Bedingungen und Ansätze zur Erreichung der Akzeptanz und der politischen Machbarkeit**

Grundsätzlich wird die Einrichtung eines HOV-Streifens – sei dieser nun neu hinzugebaut oder umgewidmet – nur dann von einer Mehrheit gutgeheissen, wenn der Saldo der von allen Beteiligten subjektiv empfundenen positiven und negativen Auswirkungen positiv ausfällt. Dazu müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Für höherbesetzte Fahrzeuge müssen mit dem HOV-Streifen spürbare Fahrzeitgewinne resultieren. Je nach Fahrzweck, Distanz des Weges und benötigter Gesamtfahrzeit zwischen Quelle und Ziel müssen vermutlich mindestens 5-15 Minuten eingespart werden können.
- Die gesamten Zeitersparnisse auf dem HOV-Streifen müssen die zusätzlich entstehenden Wartezeiten auf dem LOV-Streifen überkompensieren (positiver Saldo).
- Es darf keine Erhöhung des Unfallrisikos entstehen.
- In der Schweiz ist das Verständnis für die Belange des Umweltschutzes immer noch verhältnismässig ausgeprägt. Gelingt es, die positiven Wirkungen von HOV-Streifen auf die Umwelt (Rückgang der Emissionen und der Lärmbelastung) nachzuweisen, so wird dies auch die Akzeptanz der Massnahme erhöhen.

---

<sup>61</sup> vgl. Literaturverzeichnis [16], S. 16 und [17]

<sup>62</sup> „STAUWEG!WOCHE“ Sozialwissenschaftliche Auswertung“ von GUTSCHER H., Zürich 2000

- Das in der Schweiz hoch entwickelte und vom Souverän ausdrücklich bestellte OeV-System darf nicht „kannibalisiert“ werden (keine Zeitgewinne auf Kosten des OeV).

Es ist anzunehmen, dass die Einrichtung neuer Busstreifen, auf denen auch höherbesetzte PW zugelassen sind, auf eine höhere Akzeptanz stossen würden. Bezogen auf den Ist-Zustand träfe man damit zwei Fliegen auf einen Schlag: Fahrzeitgewinne für den OeV und ein Benutzungsprivileg für HOV-Fahrzeuge.

Auf die Bedeutung der Aufklärungsarbeit und Information im Hinblick auf die Erreichung von Akzeptanz wurde bereits hingewiesen. Wichtig bei der Informationsarbeit ist die Ausrichtung auf die betroffenen Zielgruppen, ferner der frühe Einbezug der Medien, wobei eine neutrale, auf Fakten und wissenschaftlichen Ergebnissen beruhende Berichterstattung anzustreben ist. Beispiele aus dem Ausland zeigen, dass eine negative Presse im Vorfeld der Einrichtung eines HOV-Streifens das Projekt zum Scheitern verurteilen kann.

Gerade weil sich in verschiedenen Befragungen immer wieder die krasse Diskrepanz zwischen dem von Vernunft geprägten Denken und effektivem Verhalten zeigt, setzen verlässliche Aussagen zur längerfristigen Akzeptanz von HOV-Streifen Versuche solcher Einrichtungen voraus.

Die „Risiken und Nebenwirkungen“ eines konkret geplanten HOV-Streifens müssen - bevor es zu einer unkontrollierten Polemik kommt - wissenschaftlich fundiert abgesichert und beurteilt werden. Wenn diese Ergebnisse vorliegen, ist weiter zu untersuchen, welche Anspruchsgruppen in welchem Ausmass von der Massnahme negativ und positiv betroffen werden. Die dabei resultierende Bilanz gibt letztlich Hinweise auf die politische Machbarkeit der Einrichtung eines HOV-Streifens. Eine „win-win“-Situation im strengen Sinn ist jedoch systembedingt nicht erreichbar, da der *absoluten* Besserstellung einer Gruppe (HOV-Fahrer) zumindest eine *relative* Schlechterstellung einer anderen Gruppe (LOV-Fahrer) gegenübersteht.

---

## **Teil IV:     Synthese, Schlussfolgerungen und Empfehlungen**

### **18 Review der Berichtsteile I bis III**

#### **18.1 Tiefer BGP und tägliche Verkehrsspitzen als Hauptverursacher von Kapazitätsengpässen**

Der durchschnittliche fahrlängengewichtete Besetzungsgrad von Personenwagen (BGP) ist heute in der Schweiz mit ca. 1.6 Personen pro PW sehr tief. Insbesondere im Pendlerverkehr sind die PW mit durchschnittlich knapp 1.2 Personen stark unterbelegt. Im Pendlerverkehr treten auch die regelmässigsten und häufigsten Verkehrsspitzen und -überlastungen auf. Zu den Pendlerverkehrszeiten treffen somit zwei sich verstärkende Faktoren zusammen, die zu einer Überlastung der vorhandenen Infrastrukturkapazität führen.

#### **18.2 Ineffiziente und unökologische Produktion des Gutes „Privater motorisierter Personentransport“**

Die unbelegten PW-Sitzplätze bedeuten - nebst dem zunehmendem Motorisierungsgrad - zum einen ein grosses unausgeschöpftes Personen-Transportpotenzial (vorgehaltene Kapazitätsreserve), zum andern eine Verschwendung knapper Ressourcen (Rohstoffe, Energie, saubere Luft etc.). Um eine Analogie zum OeV zu ziehen, wäre der heutige BGP im MIV-Pendlerverkehr gleichbedeutend mit Zügen oder Bussen, die selbst zur Spitzenzeit nur zu einem Viertel ausgelastet verkehren würden. Ein solcher OeV könnte sich unter dem heutigen verkehrspolitischen Regime und dem Spardruck der öffentlichen Hand kaum behaupten.

#### **18.3 Trend des anhaltenden Verkehrswachstums und sinkenden BGP ungebrochen**

Es sind heute keinerlei Anzeichen dafür sichtbar, dass der Verkehr (in Personen-, Tonnen- und Fahrzeug-km) nicht weiter wachsen wird. Möglicherweise wird sich dabei – trotz „Smart-Effekt“ - auch der Trend zu grösseren Fahrzeugen fortsetzen und damit den BGP im Verhältnis zu den zur Verfügung stehenden PW-Sitzplätzen noch weiter senken ("Van-Effekt").

Auf dem schweizerischen Autobahnnetz, welches teilweise bereits an seinen Belastungsgrenzen angelangt ist, wird gemäss Annahmen des Bundes und aktueller Verkehrsstudien von ca. 1.5% jährlichem Wachstum während den nächsten 15 Jahren ausgegangen. Die Überlastung von Verkehrsanlagen und die Stauzeiten werden also weiter zunehmen.

Von Seiten der Wirtschaft und der Politik fehlen Impulse zu einer Trendumkehr. Die Mobilitätszunahme wird von einer Mehrheit wenn auch nicht als wünschenswert, so doch als scheinbar unumstössliches Naturgesetz akzeptiert. Der Ruf nach leistungsstärkeren Infrastrukturen wird zunehmen, weil sich die Kapazitätsengpässe häufen und sich die Stauzeiten weiter verlängern. Der Einsatz intelligenter Kapazitätsmanagementsysteme kann die Situation nur befristet lösen. Die Beseitigung der Infrastrukturengpässe ist wegen der vielfältigen Ansprüche (Technik, Sicherheit, Ökologie, Ästhetik) extrem teuer.

#### **18.4 Wünschbarkeit einer Erhöhung des BGP aus Sicht der (offiziellen) Verkehrspolitik**

Eine BGP-Erhöhung ist kein Selbstzweck. Sie darf nicht zu einer Erhöhung der Mobilität (zunehmende Pkm pro Fzkm) führen, sondern muss eine Abnahme der Fahrleistungen (abnehmende Fzkm pro Pkm) bewirken. Dies ist nur durch die Förderung von Fahrgemeinschaften und dem damit verbundenen Teilverzicht auf individuelle Fahrzeugnutzung möglich.

Die Erhöhung des BGP ist kein explizites Ziel der schweizerischen Verkehrspolitik, ist aber absolut kompatibel mit den Zielen und Grundsätzen des UVEK, wenn gewisse Nebenbedingungen bezüglich Auswirkungen auf den OeV eingehalten werden.

#### **18.5 Wünschbarkeit einer Erhöhung des BGP aus Sicht der Betroffenen**

Zahlreiche verkehrspolitische Zielsetzungen werden von der Allgemeinheit in einer Art Grundkonsens solange bejaht, als sie nicht das persönliche Verhalten einschränken bzw. spezifische Interessen tangieren. Massnahmen, welche eine Effizienzsteigerung des MIV in Form einer Erhöhung des BGP anstreben, kommen jedoch nicht darum herum, die Grundangebotsmerkmale des MIV anzutasten und werden deshalb als Beeinträchtigung der individuellen Mobilität oder als Angriff auf die freie Verkehrsmittelwahl und die Privatsphäre aufgefasst, solange die bestehenden Rahmenbedingungen andere Optimallösungen zulassen.

In der *persönlichen Beurteilung jedes Individuums* überwiegen vermutlich die abschätzbaren Nachteile von Fahrgemeinschaften die entsprechenden Vorteile, weil mit der Praktizierung solcher Gemeinschaften die eigene Freizeitgestaltung und Ungebundenheit eingeschränkt wird.

Aus der Sicht *gewinnorientierter Unternehmen* sind positive und negative Folgen gegeneinander abzuwägen: Einerseits könnte der mit der Praktizierung von Fahrgemeinschaften nötige Informations- und Koordinationsaufwand der Angestellten die Betriebsproduktivität und –flexibilität beeinträchtigen. Auf der anderen Seite könnte mit der Förderung von Fahrgemeinschaften die Parkraumknappheit der Unternehmen reduziert werden. Diese Vor- und Nachteilen dürften von den einzelnen Unternehmensführungen unterschiedlich eingeschätzt bzw. gewichtet werden.

#### **18.6 Massnahmen zur Erhöhung des Besetzungsgrades**

Massnahmen zur Erhöhung des BGP müssen auf Massnahmen zur Förderung von Fahrgemeinschaften hinauslaufen und stehen deshalb als Synonym zueinander. Die Erkenntnis und Absicht, mit einer Förderung von Fahrgemeinschaften den BGP zu erhöhen und damit die Umweltauswirkungen des MIV einzudämmen, ist denn auch nicht neu. Die bisherigen Anläufe in der Schweiz blieben allerdings in den Ansätzen stecken, weil sie nur als kleinräumige Versuche ansetzten und ökonomisch zu uninteressant waren. Damit konnten keine günstigen Voraussetzungen für Verhaltensänderungen geschaffen werden.

Im vorliegenden Forschungsbericht wurden (zunächst qualitativ) auf verschiedenen „Anreiz“-Ebenen ansetzende Massnahmen evaluiert, die sich zur Erhöhung des BGP eignen könnten. In einer gewichteten qualitativen Bewertung haben folgende Einzelmassnahmen gut abgeschnitten:

- Privilegierung höherbesetzter PW auf speziell einzurichtenden Fahrstreifen (HOV-Streifen);
- generelle Verteuerung des MIV;
- organisierter Autostopp;
- nach BGP differenziertes Road Pricing.

Als besonders erfolgversprechend wurde die Einrichtung von HOV-Streifen gewertet, weil die anderen genannten Massnahmen entweder politisch/rechtlich schwer umsetzbar sind oder aber zu einseitig auf der Bereitschaft zu Verhaltensänderungen beruhen.

Die technischen und rechtlichen Voraussetzungen für HOV-Streifen in der Schweiz sind weitgehend gegeben. Ausserdem stand am Anfang der vertiefteren Untersuchung von HOV-Streifen die These oder Vermutung, dass diese einen Beitrag zur Verbesserung des Staumanagements liefern und die Summe der Personen-Fahrzeiten reduzieren könnten.

### **18.7 Beurteilung von HOV-Streifen als erfolgversprechendste Einzelmassnahme**

HOV-Streifen als Einzelmassnahme zur Erhöhung des BGP können auf der Basis einer Analyse zweier schematisierter, in der Schweiz aber weit verbreiteter und damit übertragbarer Standard-situationen wie folgt beurteilt werden:

#### **18.7.1 Standardsituation 1: HOV-Streifen auf 2-streifiger Hochleistungsstrasse (Autobahn) mittels Streifen-Umwidmung**

Die Standardsituation mit einem HOV-Streifen auf einem sich von 3 auf 2 Fahrstreifen verengenden Autobahnabschnitt unter Beanspruchung eines bisher dem Gesamtverkehr zur Verfügung gestellten Fahrstreifens (*Spur-Umwidmung*) muss unter den heutigen Rahmenbedingungen und Voraussetzungen<sup>63</sup> aus folgenden Gründen eindeutig negativ beurteilt und als undurchführbar verworfen werden:

- Der HOV-Streifen liefert keinen Beitrag zur Staubekämpfung;
- volkswirtschaftlich negative Effekte: die Gesamtfahrzeiten nehmen zu (womit auch keine Akzeptanz bei den Verkehrsteilnehmern gegeben ist);
- Eine Wirkung entfaltet sich nur in der Spitzenzeit bei hoher Kapazitätsauslastung (HOV-Streifen liefert ansonsten keine Anreize zur Bildung von Fahrgemeinschaften);
- Der Anteil des HOV-Verkehrs ist im Vergleich zum LOV-Verkehr zu klein (selbst wenn Fahrgemeinschaften stark zunehmen), der HOV-Streifen schafft unwirtschaftlich ausgenützten Verkehrsraum. Die schlechte Auslastung des HOV-Streifens rechtfertigt eine ausschliessliche Reservation von einem Drittel oder der Hälfte der zur Verfügung stehenden Kapazität nicht;<sup>64</sup>

---

<sup>63</sup> Die Anwendung neuer Technologien zur Förderung von Fahrgemeinschaften könnte helfen, die Härte der Rahmenbedingungen abzuschwächen!

<sup>64</sup> Die Situation unterscheidet sich damit etwa von jener in den USA, wo breitere, mehrspurige HLS-Systeme nichts Ungewöhnliches darstellen.

- zu negative Auswirkungen auf LOV- und Gesamtverkehr: Die Staulängen reichen über die Anschlüsse hinaus, so dass auch der HOV-Verkehr vom Stau betroffen und behindert wird;
- Erhöhtes Sicherheitsrisiko (mehr Spurwechsel, Ein- und Ausfädeln).

Auf bereits stark ausgelasteten schweizerischen Autobahnen sind HOV-Streifen mittels Umwidmung bestehender Fahrstreifen zur Beseitigung von punktuellen Kapazitätsengpässen somit weder verkehrstechnisch noch ökonomisch oder ökologisch begründbar. Dies liegt u.a. daran, dass es einen markanten Unterschied darstellt, ob man einen Streifen von insgesamt 3 oder von 4-6 Richtungstreifen – wie etwa in den USA – für den HOV-Verkehr reserviert.

Der Erfolg des HOV-Streifens in Leeds (GB) lässt sich u.a. damit begründen, dass die Ursache der Verkehrsüberlastung nicht eine Verengung (Flaschenhals) bildete und dass der Ausgangszustand bezüglich durchschnittlichem BGP zur Morgenspitze bereits über 1.3 Personen/Fz betrug. Im weiteren war die Bereitschaft zur Bildung von Fahrgemeinschaften mit 3 und mehr Personen oder zum Umsteigen auf den OeV vorhanden, sodass im Endeffekt punkto absoluten Fahrzeiten kaum Verlierer zu verzeichnen waren.

Ein Grund, der hierzulande eine Spurumwidmung auf Autobahnen rechtfertigen kann, wäre ein verkehrspolitisches Willensbekenntnis, dem Trend des sinkenden BGP entgegenzutreten und mittels HOV-Spur einen Anreiz zur Bildung von Fahrgemeinschaften zu vermitteln. In diesem Fall können aber HOV-Streifen auf Autobahnen nur Bestandteil eines tiefgreifenden und umfassenden Massnahmenpakets sein, welches auch die Ursachen des sinkenden BGP angehen muss und die Erfolgsaussichten an HOV-Streifen positiv beeinflusst.

#### 18.7.2 Standardsituation 2: HOV-Streifen auf städtischer Einfallsachse vor Knotenpunkt

Die Standardsituation mit einem zusätzlich angefügten HOV-Streifen vor einem signalgesteuerten Knoten auf einer Hauptstrasse (städtische Einfallsachse) kann tendenziell positiv beurteilt werden, weil eine effektive Privilegierung des HOV-Verkehrs erreicht werden kann und volkswirtschaftlich neutrale bis positive Auswirkungen resultieren.

Bei der zweiten Standardsituation können punktuelle oder räumlich begrenzte Kapazitätsprobleme entschärft und gleichzeitig Anreize zu einer Erhöhung des BGP vermittelt werden. Der erzielbare Nutzen (Zeitgewinn) bleibt allerdings isoliert und bescheiden im Vergleich zu den „inconveniences“<sup>65</sup> und den derzeit noch hohen Zeitverlusten und -kosten, die bei der Praktizierung von Carpooling entstehen.

#### 18.7.3 Wichtigste Erkenntnisse aus der Untersuchung der beiden Standardsituationen im Hinblick auf weitere HOV-Anwendungen

Um positive Effekte bei der Einrichtung von HOV-Streifen auf schweizerischen Autobahnen zu erreichen, müssten folgende Bedingungen erfüllt sein:

---

<sup>65</sup> Unannehmlichkeiten/Schwierigkeiten wie die Bindung an einen (unbekannten) Mitfahrer, das Ausgeliefertsein an unerwünschte Konversationen, die zeitliche Bindung usw. „Inconveniences“ ertragen sich schlecht mit unserer Individualität und es steht ihnen kein sichtbarer Gegenwert oder ökonomischer Anreiz gegenüber (ein solcher Anreiz wäre jedoch zu schaffen).

- höherer „Ausgangszustand“ bezüglich Anteil HOV-Fahrzeugen zu Spitzenzeiten;
- HOV-Streifenlängen, die mindestens der durchschnittlich auftretenden Staulänge entsprechen, ohne dass dabei der Bereich von Anschlüssen oder Verzweigungen berührt wird;
- Belastungen und Kapazitäten, die ausreichen, um auch den LOV-Verkehr in einer akzeptablen Qualität zu bewältigen (wobei dann die Anreizwirkung einer HOV-Privilegierung wieder schwindet);
- Verkehrssteuerungssysteme, welche die am Ende eines HOV-Streifens entstehenden Zeitlücken besser nutzen;
- evtl. zusätzliche OeV-Linien (Buslinien), welche den HOV-Streifen benutzen.

In der Schweiz sind die genannten Voraussetzungen nicht vollständig gegeben/realisierbar, weil:

- Die Anschlussdichte an das HLS-Netz sehr gross ist (Ein- und Ausfahrten in kurzen Abständen, v.a. in staugefährdeten Agglomerationen) und keine überbreiten HLS-Systeme (4-5 Spuren pro Fahrtrichtung) vorhanden sind;
- Das Netz im Bereich von Agglomerationen bereits mehrheitlich an seinen Kapazitätsgrenzen angelangt ist;
- Verkehrssteuerungen nicht kompatibel mit dem der schweizerischen Auffassung entsprechenden Strassentyp HLS sind;
- Der zur Ausnützung einer reservierten Spur benötigte HOV-Anteil (mindestens vorläufig noch) unrealistisch ist.

Der erstgenannte Faktor scheint nicht korrigierbar zu sein, während aber die drei letztgenannten Faktoren grundsätzlich veränderbar bzw. gestaltbar sind.

HOV-Privilegierungen an bzw. vor Knotenpunkten oder Engpässen (z.B. auf städtischen Einfallachsen) schaffen unter der Voraussetzung, dass sich eine zusätzliche Spur vor der Lichtsignal- bzw. Pfortneranlage anfügen lässt, eine „win-win“-Situation und lösen zwar kleine, gesamtwirtschaftlich aber dennoch positive Effekte aus. Die Standardsituation 2 lässt sich auf verschiedene Situationen übertragen, wo die zuströmende Verkehrsnachfrage das räumliche Verkehrsangebot übersteigt (Parkhauseinfahrten, Zufahrten auf HLS-Netz, sog. Ramp metering, Zufahrten in ein Stadtzentrum etc.). In allen Fällen ist der Problematik des Rückstaus von tiefbesetzten PW und dessen Auswirkungen auf den fließenden Verkehr im Umfeld solcher Pfortneranlagen besondere Beachtung zu schenken.

#### 18.7.4 Anreizwirkung von HOV-Streifen zur Bildung von Fahrgemeinschaften

Unter Berücksichtigung verschiedener HOV-Versuche ist es mehr als fraglich, ob der von einer HOV-Privilegierung ausgehende Anreiz (Wartezeitverkürzungen, Verkürzung der gesamten Fahrzeit) ausreicht, damit tatsächlich neue Fahrgemeinschaften gebildet werden. Wir schätzen, dass mindestens 10% Zeitersparnis erforderlich sind, damit ein Einzelfahrer die Option des Gemeinsamfahrens überhaupt in Betracht zieht. Amerikanische Untersuchungen setzen einen erforderlichen absoluten Mindestwert bei 10 Minuten fest. Im Rahmen des Projektes ICARO wird davon ausgegangen, dass sich Fahrgemeinschaften nur dann langfristig etablieren, wenn sie mit monatlichen Einsparungen in der Höhe von ca. 100 Fr. verbunden sind. Dies bedeutet, dass Carpooling nur dann interessant ist, wenn von zwei Parteien die eine Partei auf einen PW (z.B.

den Zweitwagen) verzichten kann, weil ein Familienmitglied das Auto nicht mehr oder nur noch an einzelnen Tagen benötigt.

Erfahrungen bei der Bildung freiwilliger oder von einzelnen Unternehmen geförderter Fahrgemeinschaften zeigen ausserdem, dass die gebildeten Gemeinschaften, selbst bei nur 2 Beteiligten, störungsanfällige und zerbrechliche Gebilde sind. Damit eine Fahrgemeinschaft längerfristigen Bestand hat, müssen die auf der Strecke erzielbaren Zeitersparnisse noch deutlich grösser sein (schätzungsweise 20%) oder der Nutzen der Gemeinschaft muss in anderen Werten (z.B. in Form eines sozialen Erlebnisses) anfallen. Bei dem so entstehenden „Gewinn“ würden auch gewisse Zeitverluste für das Sammeln, Verteilen und Abwarten von Fahrgemeinschafts-Teilnehmern in Kauf genommen.

Im schweizerischen Pendlerverkehr liegt die durchschnittliche Fahrzeit heute noch bei 20 Minuten. Es müssten also durchschnittlich 4 Minuten pro Personenfahrt (aufgrund des absoluten Mindestwert wohl aber 10 Minuten) eingespart werden könnten, was als ausserordentlich ambiziös zu bewerten ist. Eine HOV-Privilegierung mittels HOV-Streifen müsste somit praktisch flächendeckend (unterwegs und vor Knoten) stattfinden und auch Massnahmen bei der Parkierung einschliessen.

### **18.8 Review der qualitativ beurteilten Massnahmen zur Erhöhung des BGP**

Da die quantitative Analyse von HOV-Streifen bei den ausgewählten Standardsituationen teilweise zu ernüchternden Ergebnissen geführt hat, drängt sich die Frage auf, ob die qualitative Beurteilung und Evaluation der Massnahmen im Teil II des Berichts nicht revidiert werden müsste.

Einzelne, sich auf den verwendeten Kriterienkatalog stützende Beurteilungen (vgl. Beilage C) wären im nachhinein vermutlich negativer ausgefallen, wenn HOV-Streifen bei der Beschreibung des Massnahmendesigns nicht pauschal, sondern auf den konkreten Einzelfall bezogen unter ganz bestimmten Randbedingungen betrachtet worden wären. Die im Teil II des Berichts als „Zufahrts- und Fahrbeschränkungen mit Bevorzugung höherbesetzter PW“ definierte HOV-Massnahme wurde jedoch – im Gegensatz zur Vertiefung im Teil III - bewusst allgemein gehalten.

Eine grundsätzliche Revision der qualitativen Beurteilung der einzelnen Massnahmen ist im Rahmen dieser Forschungsarbeit weder zweckdienlich noch zielführend, weil damit die latente Diskrepanz zwischen der Beurteilung eines allgemeinen, mit einer gewissen Unschärfe behafteten Massnahmendesigns und jener eines konkreten Einzelfalls nicht aus der Welt geschafft werden kann. Solange nicht alle in einen Vergleich einbezogenen Massnahmen denselben Konkretisierungsgrad aufweisen, wird es zwangsweise bei einem „Äpfel mit Birnen-Vergleich“ bleiben.

Allein aufgrund der (unter den heutigen Rahmenbedingungen) negativen Beurteilung von HOV-Streifen auf HLS rücken somit aus unserer Sicht keine alternative Einzelmassnahmen in den Vordergrund, welche besser geeignet wären, den BGP im Sinne des unterstellten Zielsystems innert nützlicher Frist zu erhöhen. Es ist anzunehmen, dass auch andere Einzelmassnahmen bei einer isolierten Umsetzung „Schiffbruch“ erleiden würden.

Sinnvoller als eine Vertiefung der theoretischen Beurteilung möglicher Einzelmassnahmen erachten wir die praktische Untersuchung von konkreten Einzelmassnahmen oder noch besser, von einem Paket aufeinander abgestimmter Massnahmen, möglicherweise unter Variation von Rahmenbedingungen (z.B. Fokussierung auf die Zielsegmente Pendler- und/oder Freizeitverkehr).

## 19 Schlussfolgerungen

Aufgrund der vorliegenden Analyse gelangen wir aus schweizerischer Sicht zu folgenden Schlussfolgerungen:

### *Übergeordnetes Verkehrsproblem*

- Der von der Verkehrsentwicklung und den damit verbundenen Problemen ausgehende „Leidensdruck“ ist - verglichen mit dem Ausland - noch verhältnismässig gering. Nur wenige Strassenabschnitte sind regelmässig und über längere Zeitdauer überlastet. Allerdings deuten die Perspektiven darauf hin, dass der Verkehr weiter zunimmt und das Autobahnnetz im schweizerischen Mittelland als langfristige Erscheinung überlastet sein wird. Auch in Bezug auf Autobahnstau wird sich die „heile Schweiz“ an das Ausland annähern.
- An der generellen Einsicht der Gesellschaft, wonach eine Verminderung des MIV wünschenswert und vom Staat bis zu einem gewissen Grad aktiv herbeizuführen sei, fehlt es nicht. Solange diese Einsicht aber nicht zu Verhaltensänderungen bei der Mobilität des Einzelnen führt, ändert sich an der übergeordneten Verkehrsproblematik nichts.

### *Bedürfnis und Akzeptanz einer BGP-Erhöhung*

- Im Rahmen von Umfragen in der Schweiz stösst die Bildung von Fahrgemeinschaften auf Akzeptanz. Auch gegen eine Bewilligung von finanziellen Mitteln zur Förderung von Fahrgemeinschaften regt sich wenig politische Opposition. Zwischen der genereller Befürwortung von Fahrgemeinschaften und dem tatsächlichem Handeln klafft jedoch eine grosse Lücke.
- Die einzelne Person will mobil sein und über die Erfüllung ihrer Mobilitätsbedürfnisse zu jeder Zeit möglichst frei und uneingeschränkt entscheiden können. Dieses Bedürfnis kann mit einem eigenen PW optimal erfüllt werden. Der Einzelne ist bereit, sich diese Freiheit etwas kosten zu lassen.
- Die Schnellebigkeit der heutigen Zeit und die von der heutigen Arbeitswelt verlangte Flexibilität jedes Einzelnen begünstigt den hohen Motorisierungs- und den tiefen Besetzungsgrad.
- Die Suche nach Mitfahrern oder nach Mitfahrgelegenheiten wird bei Fahrgemeinschaften als sehr mühsam empfunden. Generell werden der Eingriff in die Individualität und die verschiedenen Unannehmlichkeiten bei der Bildung von Fahrgemeinschaften stärker empfunden als bei jenen MIV-Angebotsformen, die lediglich in Richtung einer Entmaterialisierung des Fahrzeugbesitzes zielen (Carsharing, Mietwagen)<sup>66</sup>. Der Verzicht auf ein eigenes Auto ist nur halb so einschneidend, wenn im Bedarfsfalle die individuelle Mobilität erhalten bleibt.

---

<sup>66</sup> Zur Begriffserläuterung Carsharing: Siehe Beilage A

### *Informationskampagnen*

- Durch Information allein ist dem tiefen BGP nicht beizukommen. Kampagnen für Programme, die keine konkreten nutzenstiftende Anreize in Aussicht stellen und nicht rasch einen messbaren Erfolg vorzuweisen haben, üben einen negativen Werbeeffekt aus: Sie leisten den weitverbreiteten Vorurteilen Vorschub, dass Fahrgemeinschaften nicht funktionieren und eine entsprechende Förderung nichts bringt. Selbst gross angelegte Kampagnen haben nur Erfolg, wenn den Fahrgemeinschaften handfeste Vorteile angeboten werden und wenn gegenüber Einzelfahrern restriktive Massnahmen zur Anwendung kommen.
- HOV-Privilegierungen (HOV-Streifen, HOV-Parkraumverteilung und HOV-Parkgebührendifferenzierungen) sind in der Schweiz noch unbekannte Massnahmen zur Förderung von Fahrgemeinschaften. Ohne breite Informationskampagnen werden sie von der Bevölkerung nicht oder falsch verstanden.

### *Vermittlung von Fahrgemeinschaften (Carpooling-Vermittlungszentralen)*

- In der Schweiz fehlt eine ökonomische Not, welche den Markt für die Vermittlung von Mitfahrgelegenheiten ankurbeln würde.
- Mitfahrzentralen decken in Gebieten mit gut funktionierendem, dichtem und attraktivem OeV-Angebot kein Bedürfnis ab. Sie konkurrenzieren vielmehr dieses Angebot und sprechen ein falsches Zielpublikum an.
- Einer Mitfahrzentrale stellt sich folgendes Dilemma: Entweder werden potenzielle Mitglieder intensiv betreut und ein Maximum von routenspezifischen Spezialwünschen berücksichtigt (wobei der Betrieb der Zentrale teuer wird), oder man beschränkt sich auf ein einfacheres und billigeres Vermittlungs- und Betreuungskonzept (wobei die Gefahr wächst, dass die Vermittlung und Erhaltung von Fahrgemeinschaften an vermeintlich lösbaren Details scheitert). Die Rahmenbedingungen in der Schweiz (hoher Motorisierungsgrad, disperse Verkehrsströme) verlangen nach einem hohen und damit teuren Betreuungsniveau.
- Fahrgemeinschaften kommen nur dann dauerhaft zustande, wenn sie mit substantiellen Anreizen finanzieller, zeitlicher oder gesellschaftlicher Art verbunden sind, welche die mit der Teilnahme an einer Fahrgemeinschaft entstehenden Unannehmlichkeiten überkompensieren. Ein kohärentes Programm, welches die notwendigen handfesten Anreize abdeckt, wäre vermutlich so teuer, dass man umsteigewilligen Personen ebensogut OeV-Abonnemente gratis anbieten könnte.
- Alle bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, dass der potenzielle Benützer einer Fahrgemeinschaft Anreize erwartet, die in der Realität nicht gegeben werden können.
- Verschiedene Zukunftstrends erschweren die Bildung von Fahrgemeinschaften:
  - veränderte Arbeitswelt (Flexibilisierung der Arbeitszeiten, mehr Teilzeitarbeitsplätze);
  - soziologische Bedingungen (zunehmende Durchmischung zwischen Freizeit und Arbeitszeit, veränderte Arbeitsteilung in Lebensgemeinschaften);
  - Fahrzeugmarkt (Aufkommen von kostengünstigen Kleinst-Fahrzeugen).

### *HOV-Privilegierungen*

- Die substanziellen zeitlichen Anreize, auf welche ein erfolgreiches Carpooling angewiesen wäre, lassen sich mittels Einrichtung von HOV-Privilegierungen im schweizerischen Pendlerverkehr mindestens vorderhand nicht erzielen. Verschiedene Untersuchungen gehen von einem erforderlichen Fahrzeitgewinn von absolut 10 Minuten oder relativ 10 bis 20% der Fahrzeit aus. Die Anforderungen sind als zu ambiziös zu bewerten.
- HOV-Privilegierungen an Verkehrsknoten, auf Staustrecken bei (Parkhaus-)Einfahrten oder HOV-Rampenbewirtschaftungen versprechen mehr Erfolg als HOV-Streifen auf HLS, für welche der derzeitige Ausgangswert des BGP noch viel zu tief ist.

### *Massnahmen-Gesamtkonzept*

- Eine Erhöhung des durchschnittlichen BGP der Schweiz kann nicht mit isolierten und flächenmässig begrenzten Einzelmassnahmen auf lokaler Ebene herbeigeführt werden, weil von einer solchen „Pflasterlipolitik“ keine genügend grosse Wirkung ausgeht.
- Nur ein Mix aus sich gegenseitig ergänzenden und verstärkenden Massnahmen innerhalb eines Gesamtkonzeptes, das ausserdem das übergeordnete verkehrspolitische Zielsystem erfüllt, kann Fahrgemeinschaften stimulieren und damit eine Erhöhung des BGP bewirken.
- Die gewünschte Verhaltensänderung kann nicht ohne marktwirtschaftliches Anreizsystem erreicht werden. Ein solches System führt das gesellschaftlich erwünschte Ziel auf die effizienteste - wenn auch nicht unbedingt auf die sozial gerechteste - Weise herbei.
- Solange das übergeordnete Verkehrsproblem ungelöst bleibt, die externen Kosten nicht internalisiert werden und keine politisch gewollte Gegensteuerung erfolgt, wird es nicht gelingen, den BGP spürbar zu erhöhen. Es sind eine entsprechend handelnde Politik und aktive Unternehmen gefragt, welche die Rahmenbedingungen verbessern und Anreizmechanismen entwickeln. Zur Erhöhung des BGP ist letztlich eine Zahlungsbereitschaft der öffentlichen Hand und der Privatwirtschaft nötig.

## **20 Empfehlungen an die Verkehrspolitik**

### **20.1 Gesamtheitliches, angebotsorientiertes Mobilitätsmanagement**

Massnahmen zur Erhöhung des BGP müssen Teil eines langfristigen, in sich konsistenten und politisch abgestützten Mobilitätsmanagements bilden, welches die verschiedenen Seiten unseres Mobilitätsverhaltens berührt und dabei – unter anderem - auch die Ursachen des tiefen BGP angeht. Ein solches Management wird einen Konsens darüber voraussetzen, dass die bisherige, primär nachfrageorientierte MIV-(Infrastruktur-)Politik gemäss den Zielvorstellungen des UVEK

sukzessive von einer *angebotsorientierten* und *betrieboptimierten* Politik<sup>67</sup> abgelöst werden muss. Nur so kann das Verkehrswachstum (Fzkm) auf einem langfristig nachhaltigen, d.h. auch ökologisch tragbaren Niveau stabilisiert werden.<sup>68</sup>

Bezogen auf die Erhöhung des durchschnittlichen BGP müssen dabei folgende, aufeinander abgestimmte *Massnahmen* zum Tragen kommen:

- Flächendeckende Verkehrssteuerung auf Hauptverkehrsachsen mittels Verkehrstelematik/Leitsystemen, abgeleitet aus dem Leitbild Verkehrstelematik des UVEK;
- Nachfragedifferenziertes Road Pricing in Agglomerationen (mit Privilegierung von HOV-Fahrzeugen);
- Privilegierung von HOV-Fahrzeugen auf Sonderstreifen bei Knoten, auf Ein- bzw. Zufahrten zu HLS oder Engpässen (Ramp oder Access-Metering) und im Rahmen der öffentlichen Parkraumbewirtschaftung;
- Ausdehnung der Parkraumbewirtschaftung auf den privaten Parkraum (Firmenparkplätze);<sup>69</sup>
- Synergetisch wirkende „soft policies“ (z.B. Förderung von überregional betriebenen Vermittlungszentralen, Öffentlichkeitsarbeit, Propagierung eines neuen Mobilitäts-„Lifestyle“);
- Förderung und Privilegierung des OeV sowie Schaffung geeigneter Auffanglösungen und Rückfahrgarantien bei Versagen von Fahrgemeinschaften (z.B. Ruf- und Sammeltaxis).

Auch innerhalb einer angebotsorientierten Verkehrspolitik muss es möglich bleiben, eklatante Kapazitätsengpässe gezielt mittels Infrastrukturausbauten zu beseitigen.

*HOV-Streifen* müssen Bestandteil von Verkehrsleitsystemen bilden. Das Leitbild Strassenverkehrstelematik des UVEK zeigt im Leitsatz 4 erste Ansätze dazu auf, indem z.B. Fahrstreifen-Benutzungsbeschränkungen als mögliche Ergänzungsfunktion von Verkehrsleitsystemen erwähnt werden.<sup>70</sup> Umweltpolitisch und ökonomisch sinnvoll wäre es, vor allem dort, wo starke Verkehrsströme gebündelt auftreten (Pendlerverkehr), den *MIV gezielt zu regulieren*.

## 20.2 Voraussetzungen für die Bereitschaft zu einer neuen Verkehrspolitik

Soll sich im Rahmen eines angebotsorientierten nachhaltigen Verkehrswachstums der politische Wille zur Erhöhung des BGP durchsetzen, so muss zunächst der *Zielkonflikt* zwischen indivi-

---

<sup>67</sup> Es wird in der MIV-Verkehrsplanung und -politik zwar schon seit Jahren von Angebotsorientierung gesprochen, in der Realität wird jedoch - insbesondere auf dem HLS-Netz - nach wie vor nachfrageorientiert gehandelt (z.B. bei Unterhalts- und Sanierungsarbeiten).

<sup>68</sup> Der langfristige Verlauf der Wachstumskurve und das entsprechende Stabilisierungsniveau sind nicht scharf prognostizierbar. Ob ein grundsätzlicher Wertewandel, ein ökonomischer Zwang oder ökologische Auflagen am Anfang einer solchen Entwicklung stehen, bleibt zudem dahingestellt.

<sup>69</sup> Die Bewirtschaftung des privaten Parkraums kann auf Basis der bestehenden gesetzlichen Grundlagen vorderhand weitgehend nur auf freiwilliger bzw. selbstverpflichtender Basis der Eigentümer umgesetzt werden.

<sup>70</sup> UVEK: Strassenverkehrstelematik (SVT-CH 2010), Leitbild für die Schweiz im Jahre 2010, Juli 1999

duellen bzw. unternehmerischen Bedürfnissen (Mikro-Ebene) und den übergeordneten umweltpolitischen Erfordernissen (Makro-Ebene) ausgetragen werden.

Der Grund, weshalb jemand den Aufwand zum Finden eines Carpooling-Partners auf sich nimmt, muss bei einer *mit konkreten Vorteilen verknüpften Motivation* liegen. Nur die Aussicht, mit einer persönlichen Verhaltensänderung einen Beitrag zur Verminderung eines Verkehrsstaus zu leisten, ist dafür eine zu schmale Basis, zumindest solange der Verkehrsstau als vorübergehender Störfaktor oder als ein mit der Zeit reparabler Planungsfehler angesehen wird.

Zudem muss „mobilitätsgerechtes“ Handeln als *zukunftsweisend* und *beispielhaft* erkannt werden. Eine Politik zugunsten höherbesetzter PW muss deshalb *langfristig* ausgelegt sein. Die Grundvoraussetzungen für eine Trendwende bezüglich Mobilitätsverhalten, emotionaler Einstellung zum PW-Besitz und neuem „Lifestyle“ müssen mittels „soft policies“, vorbildhaftem Verhalten von „opinion leaders“ sowie Bildung/Erziehung in den Köpfen verankert werden können.

Wie weit sich eine angebotsorientierte Politik ohne Zwangsmassnahmen - welche unserem liberalen Individualismus zuwiderlaufen - durchsetzen kann, bleibt fraglich. Es bestehen noch kaum Anzeichen für tiefgreifende Verhaltensänderungen, da die „Vernunft“ noch grossenteils hinter die individuelle Bedürfnisbefriedigung gestellt wird. Die *Technik (Informationstechnologie)* und die *Ökonomie* werden jedoch Massnahmen im Bereich der „Freiwilligkeit“ fördern, welche in die richtige Richtung weisen. Damit dürfte der persönliche Einschnitt im Zusammenhang mit der einzuleitenden Trendwende weniger schmerzlich ausfallen.<sup>71</sup>

Nicht zuletzt darf die Diskussion über die Erhöhung des BGP auch nicht an den Landesgrenzen Halt machen, sondern muss zumindest die *grenzüberschreitenden Einzugsgebiete* sowie Überlegungen zu möglichen Nachteilen im Standortwettbewerb mit einschliessen.

### 20.3 Mögliche Keimzellen einer neuen Verkehrspolitik

Im Rahmen der mit der EU koordinierten schweizerischen Verkehrspolitik (bilaterales Landverkehrsabkommen) - und damit auch im Zusammenhang mit der LSVA – wurde primär über die Nord-Süd-Transitachse und den Güterverkehr diskutiert. Ein Blick auf die Belastungsdiagramme der Nationalstrassen zeigt jedoch, dass auch die Ost-West-Achse der Schweiz (Mittellandbogen) einem starken, wenn auch kleinräumigeren Transitverkehr ausgesetzt ist.

Wenn man auf den leicht zunehmenden Leidensdruck in der Schweiz abstellt, könnte in erster Linie der *Kanton Aargau* zu einer *Keimzelle oder Pilotregion einer neuen Autokultur* werden. Die Perspektiven der verkehrlich-raumplanerischen Trendentwicklung sehen für diesen „Transitkanton“ nicht sehr positiv aus: Immer mehr Personen pendeln auf immer längeren Wegen von ihrem Wohn- zum Arbeitsort, in erster Linie in die Ziel-Agglomerationen Basel, Bern oder Zürich. Als zwischen diesen Räumen gelegener Kanton wird der Aargau zunehmend als langfristig--

---

<sup>71</sup> Die Bereitschaft zu neuen Mobilitätsformen kann gemäss der NFP 41-Studie „Neue integrierte Mobilitätsdienstleistungen“ vorderhand nur bei jenen Führerausweisbesitzern gefördert werden, die:

- eine eingeschränkte PW-Verfügbarkeit besitzen;
- dem Autobesitz keinen emotionalen Wert, sondern primär Zweckcharakter beimessen;
- ihre Verkehrsmittelwahl rational treffen und für verschiedene Verkehrszwecke wesensgerecht unterschiedliche Verkehrsmittel benutzen.

strategischer Wohnsitz gewählt. Der Binnen- und Transitverkehr könnte als Folge dieser Entwicklung derart zunehmen, dass die Kapazitäten auf den Aargauer Autobahnen - nicht nur beim Baregg-Tunnel – in absehbarer Zeit nicht mehr genügen.

Auf die Beseitigung eines einzelnen Engpasses (wie z.B. der Baregg-Tunnel) folgt bei wachsendem Verkehrsaufkommen eine Verschiebung des Flaschenhalses an einen vor- oder nachgelagerten Punkt im Strassennetz. Staus werden bei einem Ausbau der Infrastruktur eher verschoben als eliminiert, weil die entstehenden Fahrzeitgewinne als Sekundäreffekt die durchschnittlichen Wege verlängern und Neuverkehre induzieren.

Es könnte somit schon bald eine *Notwendigkeit* werden und nicht nur eine intellektuelle Übung bleiben, ein *wirksames Mobilitätsmanagement* aufzuziehen. Das gesamte *zentrale Mittelland* würde sich dazu anbieten, eine angebotsorientierte und betriebsoptimierte Verkehrspolitik zu verfolgen und sich in diesem Rahmen um Massnahmen zur Erhöhung des BGP zu bemühen.

#### **20.4 Empfehlungen bezüglich Einrichtung von HOV-Streifen**

HOV-Streifen müssen zuerst dort ansetzen, wo Staus *regelmässig* und in *bedeutendem Ausmass* auftreten. Sie müssen vor „*Verkehrshindernissen*“ wie Lichtsignal- und Pfortneranlagen, Parkhauseinfahrten usw. angebracht werden. Wenn von solchen Streifen effektive Impulse zur Bildung von Fahrgemeinschaften ausgehen sollen, so dürfen diese nicht nur als isolierte Einzelmassnahmen, sondern sollten innerhalb grosser Gebiete möglichst *flächendeckend* (nach abgewandeltem Muster der Standardsituation 2 in Kapitel 14) angeordnet sein.

Die Bevorzugung von Fahrzeugen mit hohem BGP muss jedoch nicht unbedingt dort erfolgen, wo der Stau heute stattfindet. Denkbar sind auch der eigentlichen Stausituation *vorgelagerte HOV-Massnahmen*. Entscheidend ist einzig, dass der Grossteil der Fahrzeuge, die den neuralgischen Stauort passieren wollen, von der Massnahme *betroffen* sind.

Anstatt HOV-Streifen direkt auf Hochleistungsstrassen (HLS) anzuordnen, erscheint es vorteilhafter, diese Privilegierung mittels *Ramp metering* zu erreichen. Solche Dosierungsanlagen längs der Einfahrten können so eingerichtet werden, dass sie die Fahrzeuge mit hohem BGP bevorzugen und gleichzeitig die Anzahl Fahrzeuge auf einem überlasteten Abschnitt reduzieren, was mit der Umwidmung eines HLS-Fahrestreifens zu einem HOV-Streifen nicht erreicht werden kann. Die Dosierung kann auf das jeweilige Verkehrsaufkommen auf der HLS abgestimmt werden und auf dieser eine gleichbleibende Verkehrsfluss-Qualität sicherstellen. Ein solches nach BGP differenziertes Ramp metering entspricht vom Prinzip her der untersuchten Standardsituation 2.

HOV-Streifen auf Autobahnen in Form von umgewidmeten (ummarkierten) Fahrestreifen scheiden bei infrastrukturseitigen Engpässen (Standardsituation 1) unseres Erachtens aus. Es wäre aber sinnvoll, *bei Erweiterung bestehender Autobahnen um eine zusätzliche Spur oder bei neu zu eröffnenden Autobahnen* einen *reservierten Streifen* für Busse und Fahrzeuge mit hohem BGP einzurichten und nicht die neu geschaffene Kapazität pauschal dem Gesamtverkehr zu übergeben. Ausnahmen einer solchen Politik bilden vermutlich sehr kurze Strecken zwischen Ein-/Ausfahrten, für die sich der mit dem Ein- und Ausfädeln verbundene Streifenwechsel nicht lohnt oder zu Sicherheitsproblemen führen würde.

Um negative Nebenwirkungen bei der Einführung eines HOV-Rampenbewirtschaftungssystems einzudämmen, müssten die *Wartespuren* für den LOV-Verkehr *genügend lang* angelegt *und flankierende Massnahmen* auf dem umliegenden Strassennetz eingeführt werden. Möglicherweise müsste auch die *Funktion* einzelner HLS-Teilabschnitte *neu definiert* werden. Zu letztgenanntem Thema ist von der SVI eine Forschungsarbeit ausgeschrieben worden (SVI 00/3: Aufgaben von Autobahnen in städtischen Agglomerationen im Allgemeinen und die Bewirtschaftung von Ein- und Ausfahrten im Besonderen).

In jedem Fall wird die Einführung von HOV-Massnahmen (HOV-Streifen, -Parkplatzbewirtschaftung, -Zutrittssysteme) mittels *breit anzulegender Informationskampagnen* vorzubereiten sein, welche die HOV-Massnahmen in den Rahmen eines umfassenden Mobilitätsmanagements stellen und allgemein auf eine angebotsorientierte und betrieboptimierte Politik abzielen. Erst wenn die Überzeugung des Einzelnen greift, durch eigenes Handeln sowohl einen eigenen als auch einen Nutzen zugunsten aller Betroffener stiften zu können, steigt auch die Wahrscheinlichkeit, dass der grosse Schritt von der generellen Befürwortung solcher Massnahmen zur damit verbundenen konkreten eigenen Verhaltensänderung bewältigt wird.

## Beilage A

### Abkürzungsverzeichnis und Begriffserläuterungen

#### Abkürzungsverzeichnis:

BAV	Bundesamt für Verkehr
BFS	Bundesamt für Statistik
BGP	Besetzungsgrad von Personenwagen
BV	Bundesverfassung
DL	Dienstleistung
EU	Europäische Union
FG	Fahrgemeinschaft(en)
Fz	Fahrzeug(e); hier mehrheitlich verwendet als Synonym zu Personenwagen
Fzkm	Fahrzeugkilometer
GVF	Dienst für Gesamtverkehrsfragen
HLS	Hochleistungsstrasse
HOV	engl.: High Occupancy Vehicle(s) [= höher- oder mehrfachbesetzte(s) Fz]
ICARO	engl.: Increase of CAR Occupancy (Erhöhung des BGP)
ISTEA	engl.: Intermodal Surface Transportation Efficiency Act
LKW	Last(kraft)wagen
LOV	engl.: Low Occupancy Vehicle (als Gegensatz zu HOV)
LRV	Luftreinhalteverordnung
LSVA	leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe
Mfz	Motorfahrzeug
MIV	motorisierter Individualverkehr
NMIV	nicht-motorisierter Individualverkehr
OeV	öffentlicher Verkehr
Pkm	Personenkilometer
PW	Personenwagen (auch PKW)
PWE	Personenwagen-Einheiten
SSV	Signalisationsverordnung
SVI	Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure
SVG	Strassenverkehrsgesetz

USG	Umweltschutzgesetz
UVEK	Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
2+ (3+)	Anforderung/Vorschrift, dass mindestens 2 (resp. 3) Personen in einem Fahrzeug sitzen müssen

Die Abkürzungen zu den im Teil III des Berichts verwendeten Berechnungsgrössen (Mengeinheiten) sind in der Beilage D erläutert.

## Begriffserläuterungen:

- **Carsharing, Carpooling und Ridesharing<sup>1</sup>**

Da die drei genannten Begriffe bzw. ihre unterschiedliche Verwendung und Bedeutung im deutsch- und englischsprachigen Raum oft zu Verwirrung führen, soll versucht werden, die Begriffsunterschiede zu erläutern:

### **Carpooling = Fahrgemeinschaften bilden:**

2 oder mehr Personen aus verschiedenen Haushalten mit ähnlichen Start-/Ziel-Kombinationen benutzen gemeinsam einen einzigen PW für eine bestimmte, vordefinierte Fahrt. Eine der gemeinsam fahrenden Personen ist normalerweise der Besitzer des PW.

[In Grossbritannien wird – in Abweichung zu Kontinentaleuropa und Amerika - unter Carpooling das verstanden, was wir als Carsharing (Autoteilung) bezeichnen. Das Bilden von Fahrgemeinschaften wird in Grossbritannien als car-sharing bezeichnet. Dieselbe Begriffsverwendung wie in Grossbritannien galt bis vor 50 Jahren auch noch für Amerika].

### **Carsharing = Autoteilung:**

Im Gegensatz zum Carpooling zielt das begrifflich verwandte Carsharing nicht primär darauf ab, den BGP zu erhöhen, sondern den für die gewünschte Mobilität benötigten Fahrzeugpark bzw. die Stillstandszeiten und die Fixkosten des Fahrzeugbesitzes zu minimieren. Über die Reduktion des Fahrzeugbestandes kann aber vermutlich auch der durchschnittliche BGP erhöht werden, weil der PW-Einsatz bewusster und damit wesensgerechter erfolgt. Dies wiederum vermag das Wachstum der zurückgelegten Personen- und Fahrzeug-km zu verlangsamen und teilweise auf den OeV zu verlagern.

Es existieren sowohl privat organisierte als auch professionell auf dem Markt angebotene Formen der Autoteilung. Bei letzterer kann jede fahrberechtigte Person einen PW aus einem angebotenen Fahrzeug-Pool während einer bestimmten Zeit gegen Entrichtung einer Benutzungsgebühr verwenden.

Das professionelle Carsharing bildet damit einen Spezialfall der herkömmlichen Autovermietung mit dem Unterschied, dass beim Carsharing eine "Clubmitgliedschaft" mit einem (jährlichen) Fixbeitrag / Grundtaxe verbunden ist und die eigentliche Benutzung gemäss Verursacher- bzw. Leistungsprinzip zu Zeittarifen verrechnet wird.

<sup>1</sup> In Kontinentaleuropa und den USA werden die genannten Begriffe in einem Wort, in Grossbritannien meist mit Bindestrich in zwei Wörtern geschrieben (z.B. car-pooling)

Die Institutionalisierung von Carsharing ist in der Schweiz schon verhältnismässig weit gediehen und kann in Bezug auf einen effizienten und wesensgerechten PW-Einsatz in Kombination mit anderen Verkehrsmitteln zunehmende Erfolge verbuchen.

Angesichts des bisherigen und weiter absehbaren Erfolgs des Ende der 80er Jahre entstandenen Unternehmens „Mobility“ kann diese Massnahme im Zusammenhang mit der langfristigen Betrachtung des BGP nicht völlig ausgeklammert werden. Offenbar besitzt das Carsharing im Vergleich zum Carpooling Chancen, den physischen durch einen „virtuellen“ PW-Besitz zu ersetzen.

**Ridesharing = Gemeinsames Reisen**

Der Begriff Ridesharing wird in Amerika und Grossbritannien gleichbedeutend, allerdings viel seltener als die Begriffe Carpooling oder Carsharing, verwendet. Unter Ridesharing wird gemeinsames Reisen mit MIV-Verkehrsmitteln verstanden (va. PW oder Bus).

- **(Fahr-)Streifen / (Fahr-)Spur**

Der Begriff „Streifen“ wird gemäss schweizerischen Verkehrsnormierungen verwendet für den im schweizerischen Volksmund und anderen deutschsprachigen Ländern verbreiteten Begriff „Spur“. Wir betrachten die Begriffe als Synonyme, da keine vergleichbaren offiziellen Definitionen bestehen, verwenden aber in erster Linie und soweit sinnvoll den Begriff Streifen.

- **Enforcement**

Bestandteil des Vollzugs einer Vorschrift, eines Verbots etc., welche deren permanente Durchsetzung/Beachtung zum Ziel hat.

- **Ramp metering**

Zugangskontrolle zu Verkehrseinrichtungen (z.B. Autobahn- oder Parkhauseinfahrten) mittels (Lichtsignal-) gesteuerter „Pfortneranlage“. Das Ziel solcher Anlagen besteht darin mittels kapazitätsorientierter Dosierung des einflussenden Verkehrs, einen möglichst fließenden Verkehr aufrecht zu erhalten, bzw eine Verstopfung/Überlastung zu verhindern.

## **Beilage B**

### **Inhaltsübersicht und Kurzfassung der Studie:**

**Carpooling: Massnahmen zur Erhöhung des Besetzungsgrades von Fahrzeugen; Die Schweizer Beteiligung am EU-Forschungsprojekt „Increase of Car Occupancy (ICARO)“**

**(Bericht A6 des nationalen Forschungsprogramms (NFP) 41  
„Verkehr und Umwelt – Wechselwirkungen Schweiz – Europa“)**

Hinweis: Die Beilage B ist der genannten NFP-Studie entnommen, weshalb sich im Vergleich zu den übrigen Beilagen abweichende Formatierungen bzw. Kopf-/Fusszeilen ergeben.

**Bericht A6**

**Data Science AG**

# **Carpooling: Massnahmen zur Erhöhung des Besetzungsgrades von Fahrzeugen**

Die Schweizer Beteiligung am EU-Forschungsprojekt  
„Increase of Car Occupancy (ICARO)„

## Impressum

Autoren: Data Science AG  
Titel: Carpooling: Massnahmen zur Erhöhung des Besetzungsgrades von Fahrzeugen  
Untertitel: Bericht zur Schweizer Beteiligung am EU-Forschungsprojekt  
„Increase of Car Occupancy (ICARO)„  
Reihe: Berichte des NFP 41 „Verkehr und Umwelt„, Bericht A6  
Ort, Jahr: Bern, 2000  
Herausgeber: Programmleitung NFP 41 (Nationales Forschungsprogramm  
„Verkehr und Umwelt, Wechselwirkungen Schweiz-Europa„)  
Bezug: BBL/EDMZ, CH-3003 Bern  
Fax +41 - 31 - 325 50 58; [www.admin.ch/edmz](http://www.admin.ch/edmz)  
EDMZ-Bestellnummer: 801.633.d

### **Mitarbeit an diesem Bericht:**

Projektleitung: Dr. Christian THOMAS  
EDV: Marco Peng

### **Begleitgruppe:**

**Leitung:** Felix Walter, Programmleiter  
**Verantwortliche Expertin:** Ellen Meyrat-Schlee  
**Weitere Mitglieder:** Martin Bütikofer, Amt für öffentlichen Verkehr Kanton Zug  
Dr. Willi Dietrich, Tiefbauamt Zürich  
Harald Jenk, BUWAL  
Rita Seethaler, Dienst GVF UVEK  
Dr. Ulrike Reutter, ILS Dortmund  
Heinz Klewe, ILS Dortmund  
Urs Koller, Postauto Schweiz  
Ernst Reinhardt, Energie 2000 - Ressort Treibstoffe  
Christoph Stucki, Transport Public de Genève  
Rudolf Muggli, Schweizerische Vereinigung für Landesplanung  
Forschungsteams des Moduls (Projekte Güller, Müller, Schad, Joye, Meier-Dallach)

Das Projekt entstand in enger Zusammenarbeit mit dem ICARO-Konsortium unter der Leitung von Prof. Dr. Gerd Sammer (Wien), vgl. Seite 2.

Dieses Projekt wurde finanziell unterstützt vom Bundesamt für Bildung und Wissenschaft (BBW) im Rahmen des EU-Projektes ICARO, vom Bundesamt für Strassen ASTRA, von Energie 2000/Ressort Treibstoffe, vom NFP 41, von der Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern sowie von den Firmen C+C AG und VOS GmbH.

Der Bericht gibt die Auffassung der Autoren wieder, die nicht notwendigerweise mit derjenigen der Mitfinanzierenden, des Nationalfonds, der Expertengruppe, der Programmleitung oder der Begleitgruppe übereinstimmen muss. Abdruck mit ausdrücklicher Quellenangabe erwünscht. Kommerzielle Nutzung vorbehalten. Belegexemplar erbeten an die Programmleitung.

**Schweizerischer Nationalfonds, Forschungsrat Abteilung IV**  
**Fonds national suisse, Conseil de la recherche, Division IV**  
**Swiss National Science Foundation, Research Council, Division IV**  
Präsident: Prof. Hans Schmid, Hochschule St. Gallen  
Rapporteur PNR 41: Prof. André Musy, EPF Lausanne

**Wissenschaftliche/-r Mitarbeiter/-in im Sekretariat der Abteilung IV**  
**Collaboratrice/-teur scientifique au secrétariat de la Division IV**  
**Scientific secretary of Division IV**  
Daniela Jost (1996-1997)  
Dr. Stefan Husi (ab 1998)

**ExpertInnengruppe Groupe d'experts Group of Experts**  
Président: Prof. Francis-Luc Perret, EPF Lausanne  
Collaborateur du président: Tristan Chevroulet  
Prof. Bruno Böhlen, Bern  
Dr. Fulvio Caccia, Nationalrat (bis 1998), Bellinzona  
Prof. Michel Frybourg, Groupe ENOES, Paris  
Nikolaus Hilty, BUWAL  
Ellen Meyrat-Schlee, Büro Z, Zürich / Direktorin Fachhochschule Aargau  
Dr. Jörg Oetterli, Dienst für Gesamtverkehrsfragen EVED (bis 1998), Bern  
Prof. Werner Rothengatter, IWW Universität Karlsruhe  
Prof. Paolo Urio, Université de Genève  
Prof. Carl Hidber, IVT ETH Zürich (1996/97)  
Prof. Ulrich Klöti, Universität Zürich (1997)  
Prof. Denis Maillat, Université de Neuchâtel (1996/97)

**Programmleitung Direction de programme Programme Management**  
Felix Walter, ECOPLAN, Bern

## Inhaltsübersicht

Kurzfassung		K-1
Résumé		R-1
Summary		S-1
Inhaltsverzeichnis		I
1.	Das Projekt ICARO	1
2.	Bisherigen Erfahrungen mit der Förderung von Fahrgemeinschaften	4
3.	Die ICARO-Pilotprojekte	17
3.1	Die Schweizer Pilot-Projekte	17
3.2	Die reservierte Fahrspur in Leeds	39
3.3	Das Vermittlungszentrum in Brüssel	48
3.4	Das Vermittlungszentrum in Pilsen (Tschechische Republik)	53
3.5	Die koordinierten Massnahmen in Salzburg	56
3.6	Die Mitfahr-Aktion in Graz	64
4.	Meinungen und Handeln: Ein Vergleich der Umfrageergebnisse	66
5.	Evaluation der Pilotprojekte und Übertragbarkeit der Resultate	75
6.	Empfehlungen	80
6.1	Empfehlungen der ICARO – Gruppe	80
6.2	Ergänzungen für die Schweiz	85
7.	Literatur	91
8.	Abkürzungen	100

## Kurzfassung

### 1. Das Wichtigste in Kürze

Obwohl der durchschnittliche Besetzungsgrad der Autos bisher stetig abgenommen hat und bei 1,62 Personen pro Auto liegt, im Pendlerverkehr sogar bei 1,14 (1994), ist es unter den heutigen Rahmenbedingungen praktisch unmöglich, mit einzelnen gezielten Massnahmen den Besetzungsgrad rasch und spürbar zu erhöhen. Isolierte Massnahmen wie Mitfahrzentralen, Publicity-Kampagnen, bevorzugte Parkplätze für Fahrgemeinschaften oder reservierte Fahrspuren für Fahrgemeinschaften führen je für sich nicht zur Bildung von zahlreichen neuen Fahrgemeinschaften, sie vermögen allenfalls ein weiteres Absinken des Besetzungsgrades aufzuhalten. Sie sind nur dann sinnvoll, wenn sie sehr kostengünstig realisiert werden können oder wenn sie noch andere positive Effekte, etwa die Beschleunigung von Bussen auf den separaten Fahrspuren zur Folge haben. Umfassende Massnahmen-Bündel konnten bisher in Europa nicht realisiert werden, sie würden in der Schweiz an vielen Orten mit der Förderung des öffentlichen Verkehrs mehr oder weniger stark kollidieren.

Der Grund für diese Situation liegt im Wesentlichen darin, dass die Preise zur Benützung des Autos so niedrig sind, dass sich die meisten Erwerbstätigen problemlos ein Auto leisten können und sie die Flexibilität des Autofahrens der Koordination in einer Fahrgemeinschaft vorziehen. Mitfahrzentralen können im Pendlerverkehr nicht wirkungsvoll und kostendeckend arbeiten, weil ohne persönliche Betreuung der Interessenten kaum neue regelmässige Fahrgemeinschaften gebildet werden können.

Der Einsatz des Internet könnte eines Tages den laufenden Informationsaustausch über leere Plätze erleichtern, doch bisher beschränkt sich der bescheidene Erfolg von Internet-Mitfahrzentralen auf gelegentliche Langstrecken-Fahrten. Im Pendlerverkehr gibt es dazu keine dauernden positiven Erfahrungen. Die Technologie wäre zwar bereit, doch kann sie die persönliche Kontaktnahme nicht ersetzen.

Insgesamt sind fast alle Versuche in Europa (ausser den separaten Fahrstreifen in Madrid und Leeds) nicht gerade ermutigend verlaufen. Der Weg zu einem wesentlich höheren Besetzungsgrad kann wahrscheinlich nur über den Aufbau besserer Rahmenbedingungen (sprich Verteuerung des MIV) und über ein anderes Verständnis des Autos als Transportmittel und dann erst über einzelne Massnahmen führen. Dies schliesst nicht aus, dass aus spezifischen verkehrstechnischen Gründen, etwa im Stau-Management, Massnahmen, insbesondere separate Fahrspuren realisiert werden, die auch der Erhöhung des Besetzungsgrades dienen. Langfristig wird jedoch keine Verkehrspolitik, die sich nachhaltig nennen will, um die Bewirtschaftung der 60 – 80% leeren PW-Sitze herumkommen, selbst wenn dies massive Einschränkungen für einzeln Fahrende bedeutet. Erst wenn sich eines Tages auf der politischen Ebene geklärt hat, ob eine nachhaltige Wirtschaft und Mobilität real angestrebt wird, das heisst, wenn die seit Jahren andauernde Debatte, ob eher einschneidende Vorschriften oder marktwirtschaftliche Rahmenbedingungen (z.B. viel höhere Energiepreise) der richtige Weg zur Nachhaltigkeit sind, kann eine wirkungsvolle Strategie zur Erhöhung des Besetzungsgrades eingeführt werden.

## 2. Fragestellung und Vorgehensweise

Die EU-Kommission ging bei der Formulierung der Aufgabenstellung davon aus, dass konkrete Massnahmen und innovative Techniken den Besetzungsgrad von Autos beeinflussen können, und verlangte nach praxisnahen Untersuchungen.

Das ICARO Projekt bestand aus 3 Teilen: Es wurden die Rahmenbedingungen und die bisherigen Versuche zur Bildung von Fahrgemeinschaften in verschiedenen Ländern Europas untersucht, es wurden in 6 Ländern Pilotprojekte zur Förderung von Fahrgemeinschaften durchgeführt und mit Computer-Simulationen wurden die Prognosemöglichkeiten und die Übertragbarkeit von Resultaten studiert. Aufgrund dieser Unterlagen wurden die Empfehlungen ausgearbeitet.

## 3. Rahmenbedingungen in Europa und in der Schweiz

In den meisten Ländern Europas bestehen für die Bildung von Fahrgemeinschaften kaum nennenswerte Hindernisse, doch sind auch keine gezielten Anreize vorhanden. Das Mitfahren spielt in der offiziellen Transportpolitik in Holland, teilweise auch in Belgien eine gewisse Rolle und es hat sich in Spanien mit dem separaten Fahrstreifen für Busse und Fahrgemeinschaften auf einer Autobahn nördlich von Madrid und neuerdings auch England mit ähnlichen Fahrstreifen in Leeds etabliert. Ansonsten wird die gezielte Nutzung der leeren Sitze in den Autos nicht als verkehrspolitische Priorität gesehen. An verschiedenen Orten in Europa werden Mitfahrzentralen und Verkehrsversuche subventioniert.

In allen Ländern gibt es – mit unterschiedlichen Schwerpunkten - etwa die gleichen Gründe für den Rückgang des Besetzungsgrades:

- Die Anzahl Autos pro Einwohner hat in allen Ländern stetig zugenommen.
- Die Siedlungen haben sich in der Landschaft ausgebreitet.
- Neue Zentren mit Arbeitsplätzen sind oft weit weg von öffentlichen Verkehrsmitteln entstanden.
- Beschäftigungsmässig spielt die Industrie mit fixen Arbeitszeiten nur noch eine geringe Rolle, immer mehr Erwerbstätige können ihre Arbeitszeiten jeden Tag in Grenzen frei wählen, was die Bildung von Fahrgemeinschaften erschwert.

Die Schweiz bietet für das Bilden von Fahrgemeinschaften besonders schwierige Rahmenbedingungen:

- Verkehrspolitisch besteht eine klarere Priorität zugunsten des öffentlichen Verkehrs als in anderen Ländern. Der öV ist auch auf der Strasse mit der Automobilkonzessions-Verordnung gegenüber dem organisierten Mitfahren mindestens theoretisch besser geschützt als in jedem anderen Lande der Welt.
- Psychologisch scheint die Notwendigkeit zur Bildung von Fahrgemeinschaften in der Öffentlichkeit noch nicht gegeben, da der Leidensdruck unter Verkehrsproblemen (Staus) verglichen mit Metropolen wie Brüssel, Madrid oder Paris noch relativ gering ist.
- Geographisch erschwert die gefleckte Bebauung des Mittellandes die Bildung von Fahrgemeinschaften, weil mit der Verlängerung der Arbeitswege immer seltener Quell- und Zielort von mehreren Pendlern einigermassen übereinstimmen.

- Ökonomisch steht die Schweiz nach wie vor so gut da, dass der Zwang zum Sparen nur für eine kleine Minderheit der Erwerbstätigen existenznotwendig ist.

#### 4. Die ICARO-Pilotprojekte

Im internationalen Projekt ICARO wurden folgende Pilotprojekte realisiert (geordnet nach ihrer Bedeutung für die Erhöhung des Besetzungsgrades):

Leeds ist eine Stadt in Mittelengland etwa in der Grösse von Zürich. Auf einer bestehenden 2x2 spurigen Einfalls-Strasse konnte ein reservierter Fahrstreifen für Busse und Fahrgemeinschaften von insgesamt 1,5km Länge eingerichtet werden, der sich bis jetzt insofern bewährt hat, als die einzelnen Fahrenden kaum längere Stauzeiten haben als vorher, aber die Fahrzeiten für Fahrgemeinschaften und Busse um etwa 7 Min. verkürzt werden konnten. Die Buslinien konnten Passagiere gewinnen. Eine Mitfahrzentrale wurde noch nicht eingerichtet und die flankierenden Massnahmen beschränkten sich abgesehen von einer Voraus-Information auf die Verhinderung von zusätzlichem Verkehr auf Schleichwegen. Die 1998 als Versuch realisierte Massnahme wurde im Herbst 1999 definitiv festgelegt.

In Salzburg konnte ein ganzes Bündel von Massnahmen realisiert werden, die für einzelne Fahrende keine Einschränkungen zur Folge hatten: An peripheren Treffpunkten wurden Parkplätze für das zweite Auto einer Fahrgemeinschaft eingerichtet, im Zentrum wurden einige Vergünstigungen beim Parkieren gewährt, eine Mitfahrzentrale wurde eingerichtet und verbilligte öV-Billette für Fahrgemeinschafts-Mitglieder wurden verkauft. Zudem wurde eine umfassende Kampagne geführt. Es haben sich zahlreiche bisherige Fahrgemeinschaften wegen der Vergünstigungen gemeldet, doch der Erfolg bezüglich neuer Fahrgemeinschaften hielt sich in Grenzen, da Salzburg nicht von wirklich ernsthaften Verkehrsproblemen geplagt wird und da auch in zentrumsnahen Gebieten zahlreiche Gratis-Parkplätze angeboten werden.

In Brüssel und Pilsen wurden Mitfahrzentralen für den Pendlerverkehr betrieben und in beiden Fällen zeigte sich, dass nur dort gute Erfolge zu verzeichnen sind, wo sich Firmen dafür engagieren, dass die Mitarbeiter Fahrgemeinschaften bilden. In Brüssel kamen schätzungsweise 220 neue Fahrgemeinschaften zustande, in Pilsen etwa 30. Ferner bestätigte sich, dass eine individuelle (wenigstens telefonische) Betreuung der Interessenten notwendig ist, um positive Resultate zu erzielen.

In der Schweiz musste ein Ansatz gewählt werden, der mit der Priorität für den öffentlichen Verkehr möglichst kompatibel ist und der ohne referendumsfähige Massnahmen in der kurzen Projektzeit realisierbar war. So wurden die Untersuchungen über die Möglichkeiten der bevorzugenden Parkierung für Fahrgemeinschaften in der Schweiz durchgeführt. In einer ersten Etappe wurden Park and Ride Anlagen bei Bahnhöfen in Betracht gezogen, die oft überlastet sind. Als machbare Offerte erwies sich an den Bahnhöfen von Lyss und Yverdon ein Bonus von 100 Franken pro Jahr und ein reservierter Parkplatz für Fahrgemeinschaften. Dieses Angebot erwies sich in Lyss als ungenügend und auch in Yverdon wurden die angebotenen Parkplätze nicht für neue Fahrgemeinschaften aus früheren Einzelfahrern genutzt, sondern von bisherigen Fahrgemeinschaften.

Die Berner kantonale Verwaltung verdoppelte 1998 ihre Parkergebühren für die über 250 Mitarbeitenden. In diesem Zusammenhang wurde breit informiert über die Möglichkeit, Geld zu sparen mit der Bildung von Fahrgemeinschaften und es wurden reservierte Parkplätze angeboten. Trotz Bemühungen zur individuellen Vermittlung konnte nur eine einzige neue Fahrgemeinschaft gebildet werden, die übrigen 4 reservierten Parkfelder wurden von schon bisher gelegentlich oder regelmässig gemeinsam Fahrenden beansprucht.

Die Versuche, anlässlich von Veranstaltungen Fahrgemeinschaften zu organisieren zeigten keinen Erfolg, sei es, weil die Randbedingungen für einmalige Arrangements unmöglich waren, sei es, weil keine Nachfrage bestand, wie bei einem Versuch, über das Internet gemeinsame Fahrten zu einer grossen Techno-Party in Zürich zu organisieren.

In zwei Vororten von Graz wurde eine Möglichkeit zur Teilnahme an organisiertem Autostoppen bis zur nächsten Tramhaltestelle erprobt, doch konnten mit diesem Arrangement kaum neue Fahrgemeinschaften geschaffen werden.

In Rotterdam wurden Firmen angesprochen, die Rückfahrt von Fahrgemeinschafts-Mitgliedern beim Ausfall eines Mitgliedes der Fahrgemeinschaft zu organisieren, doch dieser Ansatz stiess im Gegensatz zu Amerika kaum auf Interesse.

## **5. Schlussfolgerungen für Europa**

Unabhängig davon, dass die Rahmenbedingungen für das Bilden von Fahrgemeinschaften in ganz Europa angesichts der niedrigen Preise für die Mobilität mit Autos nicht günstig sind, wurde im ICARO-Projekt ein Handbuch für den Aufbau einer Politik zur Erhöhung des Besetzungsgrades ausgearbeitet, weil die Verkehrspolitik langfristig nicht darum herum kommen wird, eine effizientere Nutzung von Strassen und Fahrzeuge zu veranlassen. In diesem Handbuch werden nicht isolierte Massnahmen empfohlen, sondern es wird empfohlen, je nach Situation und nach Ausrichtung eines Transportplanes einen Mix von Massnahmen zu realisieren. Für die einzelnen Massnahmen werden die Bereiche angegeben, in welchen sie sinnvoll sein können.

Es wird auch unterstrichen, dass eine langfristige Strategie notwendig ist, denn die meisten Leute wollen nicht versuchsweise ihr Mobilitäts-Verhalten ändern und sie tun dies nur, wenn es sich für sie lohnt und wenn es zukunftsweisend ist. Rasche Erfolge in Pilotprojekten sind deshalb auf diesem Gebiet auch weiterhin nicht zu erwarten. Die Hoffnung der EU-Kommission, dass mit „innovativen Massnahmen und technischen Instrumenten“, der Besetzungsgrad signifikant erhöht werden müsste, konnte nicht erfüllt werden, sondern es ist davon auszugehen, dass eine wesentliche Erhöhung des Besetzungsgrades nur mit einschneidenden Veränderungen der Rahmenbedingungen der Auto-Mobilität möglich sind.

## **6. Schlussfolgerungen für die Schweiz**

Für die Schweiz muss ergänzend festgestellt werden, dass bezüglich Staus noch kein Leidensdruck gegeben ist, der einschneidende Massnahmen über die Hürden

der Referendums-Demokratie führen könnte. Obwohl das Ansehen der Fahrgemeinschaften in Umfragen sehr gut ist, sind vorläufig einschneidende Massnahmen zu Lasten der einzeln Fahrenden wohl kaum mehrheitsfähig.

Kleine punktuelle Massnahmen wie Parkierungserleichterungen scheinen sich nicht zu lohnen und haben höchstens im Rahmen einer sehr restriktiven Parkplatz-Bewirtschaftung einen Sinn. Vermittlungszentralen im Pendlerverkehr könnten nur mit langfristigen öffentlichen Subventionen betrieben werden und können erst empfohlen werden, wenn es einen verkehrspolitischen Konsens gibt, dass eine nachhaltige Verkehrspolitik auch einschneidende Massnahmen gegen Einzelfahrer enthalten muss.

Eine Lösung wie in Leeds, in welcher Fahrgemeinschaften und Busse von kürzeren Reisezeiten profitieren und die Einzelfahrer trotzdem nicht länger im Stau warten müssen, wäre in der Schweiz an ausgewählten Orten wohl auch möglich, doch auf den meisten 2x2 spurigen Autobahnen gäbe es kaum eine Akzeptanz für separate Spuren, weil dann der ganze Verkehrsfluss auf die Geschwindigkeit des langsamsten Fahrzeuges gedrosselt würde. Für Autobahnen mit 2x3 Spuren könnten solche Lösungen aber zukunftsweisend sein.

Die heutige Priorität des öffentlichen Verkehrs legt es nahe, die Förderung von Fahrgemeinschaften vorerst nur als Ergänzung zum öffentlichen Verkehr zu konzipieren (z.B. zu Randzeiten oder in Randgebieten) oder zur Verflüssigung des Busverkehrs mit separaten Fahrstreifen, auf denen auch Fahrgemeinschaften zugelassen sein könnten. Als Stau-Management-Strategie kommen Bevorzugungs-Massnahmen für Fahrgemeinschaften z.B. im Raume Aargau-Zürich in Frage, längerfristig jedoch möglicherweise im ganzen Mittelland. Zu diesem Thema läuft ein separates Forschungsprojekt der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI).

Leider ist das Bilden von Fahrgemeinschaften genau dort am einfachsten, wo die grössten Frequenzen auf längeren Strecken nachgefragt werden, also dort, wo auch der öV am leichtesten ökonomisch betrieben werden kann. In den dünn besiedelten Gebieten der Schweiz, wo der öV stark defizitär ist, ist auch die Bildung von Fahrgemeinschaften schwieriger. Dort müssen Lösungen gesucht werden, die nicht in die heutigen klar getrennten Kategorien von öV und pV passen, sondern private Fahrten in eine öffentliche Dienstleistung einbinden.

## **Beilage C**

### **Qualitative Beurteilung einzelner Massnahmen zur Erhöhung des BGP (Nutzwertanalyse)**

## Bevorzugung höherbesetzter PW bei der Erhebung von Parkgebühren (Preisdifferenzierung)

(Massnahme 11.2.1 a)

Beurteilungskriterien		qualitative Beurteilung	Begründung
Absolute Wirkung		0/+	Differenz. Parkgebühren-System kann BGP für jene Fahrten beeinflussen, an deren Ziel/Quelle ein öffentl. Parking besteht. Jene Fahrten, deren Quelle/ Ziel mit einem privaten/firmeneigenen Parkplatz ausgestattet sind, bleiben nur beschränkt beeinflussbar. Ein nach BGP differenz. öffentl. Parking-System würde nach seiner Einführung rasch und direkt auf den BGP einwirken.
Erreichbarkeit der kritischen Masse		+/-	insbesondere Freizeitverkehr ist gut erreichbar; Pendlerverkehr weniger gut, da firmeneigene Parkplätze der Beeinflussung entzogen sind
Verkehrliche Veränderungspotentiale	Vermind. Fahrzeug-km / Vermind. externer Kosten	0/+	Parkraumbewirtschaftung am Ziel der Fahrt schafft Anreiz zur Bildung zusätzlicher Fahrgemeinschaften (indirekte Wirkung auf Fzkm);
	Vermind. Pers.-Stau-Std / Erhöhung Verkehrsfluss	0/-	eher gering, da Pendlerverkehr kaum beeinflusst werden kann
	Vermind. Motorisier.-grad / Vermind. Parkflächenbedarf	0/+	Motorisierungsgrad entwickelt sich längerfristig weniger stark (Verzicht auf Zweitwagen, der für Einkauf/Freizeit benutzt wird)
Effizienz		+/-	effizient in der Umsetzung, wobei Systemeinrichtung und Kontrolle (Missbrauchsverhinderung) eher aufwändig und teuer ist
kurz- bis mittelfristige Machbarkeit	rechtlich	+/-	Bewirtschaftung des öffentl. Parkraums (mit zeitl. Preisdifferenz.) ist bereits weit verbreitet; Bewirtschaftung des privaten Parkraums (firmeneigene Plätze) ist hingegen gesetzlich nur beschränkt beeinflussbar (beruht auf Freiwilligkeit)
	technisch	+	Gebührenerhebung sowie bemannte und/oder automatisierte Eingangs-/Ausgangskontrolle der Fahrzeuge (Videokontrolle) ist technisch machbar
	politisch	+/-	je nach Sensibilisierung einer Region / Unternehmensphilosophie erwünscht oder unerwünscht; gesamtflächige/allg. Einführung ist eher problematisch
	praktisch (Vollzug/Kontrolle)	-/--	zuverlässige/dichte Kontrolle nötig, damit System funktioniert und Missbrauch verhindert werden kann; Bei Automatisierung stellen sich div. praktische Probleme (Sichtbarkeit der Insassen im Fz-Innern, Datenschutz)
Verkehrs-Sicherheit		0	Verkehrs-Sicherheit wird nicht beeinträchtigt
Akzeptanz durch Verkehrsteilnehmer		-/+	Indiv. Freiheit wird eingeschränkt bzw. „verteuert“; Durch Bildung von Fahrgemeinschaften kann der einzelne Teilnehmer aber auch Geld sparen
Nicht-Eintreten unerwünschter Nebenwirkungen	Konkurrenzierung OeV	+	Benutzung des MIV wird unattraktiver gegenüber OeV
	Generierung Mehrverkehr	+/-	Wachstum des MIV wird tendenziell gebremst; Allenfalls entstehen zusätzliche „unnötige“ Pkm im Freizeit-/Einkaufsverkehr
	Attraktivitätssteigerung Strassen-Güterverkehr	0	LKW-Verkehr wird von der PW-Parkgebührenpolitik nicht betroffen, da Staus im Pendlerverkehr mittels Parkraumbewirtschaftung nicht beeinflussbar sind
	soziale Diskriminierung	-/0	Gleichbehandlung ist im öffentl. Bereich gewährleistet; Im Firmenbereich jedoch ungleiche Systeme / evtl. Ungleichbehandlung innerhalb der Unternehmen
Unabhängigkeit von flankierenden Massnahmen		+	PR-Massnahmen können Akzeptanz bzw. politische Machbarkeit allenfalls noch erhöhen; Vorhaltung und Zuteilung des Parkraums nach BGP kann zudem die Wirkung der Gebührendifferenzierung noch erhöhen
EU-Kompatibilität		++	Einführung der Massnahme tangiert Verhältnis CH-EU nicht (autonom machbar)

Beurteilungsprofil zu Massnahme 11.2.1 a

Beurteilungskriterien		Beurteilungsskala				
		--	-	0	+	++
Absolute Wirkung					●	
Erreichbarkeit der kritischen Masse				●		
Verkehrliche Veränderungspotentiale	Verminderung Fahrzeug-km / Verminderung externer Kosten				●	
	Verminderung Personen-Stau-Std / Erhöhung Verkehrsfluss			●		
	Verminderung Motorisierungsgrad / Verminderung Parkflächenbedarf				●	
Effizienz				●		
kurz- bis mittelfristige Machbarkeit	rechtlich			●		
	technisch				●	
	politisch			●		
	praktisch (Vollzug/Kontrolle)		●			
Verkehrs-Sicherheit				●		
Akzeptanz durch Verkehrsteilnehmer				●		
Nicht-Eintreten unerwünschter Nebenwirkungen	Konkurrenzierung OeV				●	
	Generierung Mehrverkehr			●		
	Attraktivitätssteigerung Strassen-Güterverkehr			●		
	soziale Diskriminierung			●		
Unabhängigkeit von flankierenden Massnahmen					●	
EU-Kompatibilität						●

## Road pricing mit Preisdifferenzierung zugunsten höherbesetzter PW

(Massnahme 11.2.1 b)

Beurteilungskriterien		qualitative Beurteilung	Begründung
Absolute Wirkung		+ / ++	Massnahme hat sehr breites Wirkungsspektrum und liefert spürbare finanzielle Anreize zur Verhaltensänderung; Sofort ab Inkrafttreten wirksam, wobei die generelle Einführung des Road pricing nicht innerhalb der nächsten 5-10 Jahre zu erwarten ist
Erreichbarkeit der kritischen Masse		+ / ++	abhängig davon, ob Road pricing nur lokal oder flächendeckend angewandt wird; Freizeit- und Pendlerverkehr werden gleichermaßen erreicht
Verkehrliche Veränderungspotentiale	Vermind. Fahrzeug-km / Vermind. externer Kosten	+ / ++	Fahrleistung wird über finanzielle Anreize ( → Verhaltensänderung) generell und über Umverteilung der Personen-km auf höherbesetzte PW reduziert
	Vermind. Pers.-Stau-Std / Erhöhung Verkehrsfluss	++	Preisdifferenzierung kann u.a. dort verstärkt ansetzen, wo Stauprobleme bestehen
	Vermind. Motorisier.-grad / Vermind. Parkflächenbedarf	+ / ++	MIV wird relativ zu OeV und NMIV verteuert → Zunahme des Motorisierungsgrades wird verlangsamt
Effizienz		++	Hohe System-Investitionskosten, die allerdings mit den Einnahmen schnell amortisiert werden können. Differenziertes Road pricing bringt im Verhältnis zu den Systemkosten (einmalig) einen sehr grossen/anhaltenden Systemnutzen.
kurz- bis mittelfristige Machbarkeit	rechtlich	--	Verfassungsänderung nötig, wenn flächendeckende/allg. Anwendung möglich sein soll. Einzelne, beschränkte Projekte könnten evtl. als Ausnahmen auf Basis der bestehenden Gesetzgebung behandelt werden.
	technisch	- / -- ?	Bislang gibt es keine flächendeckenden Road pricing-Systeme, die nach BGP differenzieren; In den USA existieren lediglich erprobte „high occupancy tolling“-Systeme (HOT-lanes)
	politisch	- / --	Flächendeckende Einführung ist noch nicht spruchreif; Je nach „Leidensdruck“ betroffener Ortschaften allenfalls lokale Akzeptanz der Bewohner vorhanden
	praktisch (Vollzug/Kontrolle)	-- ?	es gibt diverse, teils noch unbekannte, Probleme zu lösen
Verkehrs-Sicherheit		+ / - ?	Verkehrsablauf wird besser organisiert sein, zudem werden weniger Fahrzeug-km gefahren; allerdings liegen bislang unterschiedliche Studienergebnisse vor
Akzeptanz durch Verkehrsteilnehmer		- / --	Die Einsicht des einzelnen Individuums, mit einer preislich herbeigeführten Verhaltensänderung dem Gesamtsystem nützen zu können, ist noch nicht vorhanden
Nicht-Eintreten unerwünschter Nebenwirkungen	Konkurrenzierung OeV	+ / ++	OeV würde in hohem Masse von einem solchen System profitieren
	Generierung Mehrverkehr	++	Reduktion des erwarteten zukünftigen Verkehrswachstums
	Attraktivitätssteigerung Strassen-Güterverkehr	-	Wenn LKW-Verkehr nicht parallel weiter verteuert wird (z.B. über die LSVA), steigt die relative Attraktivität der Strassenbenützung für den LKW-Verkehr
	soziale Diskriminierung	0	Gleichbehandlung aller PW-Fahrer ist gegeben
Unabhängigkeit von flankierenden Massnahmen		--	die Möglichkeit, überhaupt erst eine Preisdifferenzierung betreiben zu können, ist von der Einführung des Road pricing selbst abhängig
EU-Kompatibilität		0	Es existieren in Europa bereits Road pricing Systeme; Schweizerisches System müsste mit allfälligen benachbarten Systemen kompatibel/interoperabel sein

Beurteilungsprofil zu Massnahme 11.2.1 b

Beurteilungskriterien		Beurteilungsskala				
		--	-	0	+	++
Absolute Wirkung						●
Erreichbarkeit der kritischen Masse						●
Verkehrliche Veränderungspotentiale	Verminderung Fahrzeug-km / Verminderung externer Kosten					●
	Verminderung Personen-Stau-Std / Erhöhung Verkehrsfluss					●
	Verminderung Motorisierungsgrad / Verminderung Parkflächenbedarf					●
Effizienz						●
kurz- bis mittelfristige Machbarkeit	rechtlich	●				
	technisch		●			
	politisch		●			
	praktisch (Vollzug/Kontrolle)	●				
Verkehrs-Sicherheit				●		
Akzeptanz durch Verkehrsteilnehmer			●			
Nicht-Eintreten unerwünschter Nebenwirkungen	Konkurrenzierung OeV					●
	Generierung Mehrverkehr					●
	Attraktivitätssteigerung Strassen-Güterverkehr		●			
	soziale Diskriminierung			●		
Unabhängigkeit von flankierenden Massnahmen		●				
EU-Kompatibilität				●		

## Generelle Verteuerung des MIV

(Massnahme 11.2.1 c)

Beurteilungskriterien		qualitative Beurteilung	Begründung
Absolute Wirkung		+	Massnahme hat breites Wirkungsspektrum, welches das Zielsystem in hohem Masse erfüllt; Wirkung auf BGP erfolgt jedoch nur indirekt/zeitverzögert über Reduktion des Motorisierungsgrades und bewussteren/sinnvolleren PW-Einsatz
Erreichbarkeit der kritischen Masse		++	alle MIV-Verkehrsteilnehmer werden gleichermaßen erreicht
Verkehrliche Veränderungspotentiale	Vermind. Fahrzeug-km / Vermind. externer Kosten	++	Das Autofahren wird verteuert und daher zusammen mit den externen Kosten reduziert
	Vermind. Pers.-Stau-Std / Erhöhung Verkehrsfluss	+	Massnahme hat primär flächendeckende Wirkung, was sich aber auch auf neuralgische Stauunkte positiv auswirkt
	Vermind. Motorisier.grad / Vermind. Parkflächenbedarf	+	vgl. Kommentar zu „Absolute Wirkung“
Effizienz		++	Verteuerung des heutigen Systems kostet wenig (einfache Preiserhöhung); Kosten lassen sich zudem sehr schnell amortisieren; Insgesamt sehr gutes Kosten-/Nutzenverhältnis
kurz- bis mittelfristige Machbarkeit	rechtlich	-/--	Einer spürbaren Erhöhung bei den heutigen Preismassnahmen (Treibstoffpreis, Motorfahrzeugsteuer, Vignetten, ..) sind Grenzen gesetzt; Um neue Preismassnahmen (Lenkungsabgaben) einzuführen, muss zuerst Gesetzes-/Verfassungsgrundlage geschaffen werden
	technisch	+ / ++	problemlos, da Preisinstrumente bereits im Einsatz sind; Elektronische Gebühren-Systeme sind zudem im Ausland bereits im Einsatz oder werden getestet
	politisch	--	zur Zeit ist eine (spürbare) Verteuerung des MIV nicht mehrheitsfähig
	praktisch (Vollzug/Kontrolle)	+	Verteuerung (z.B. über den Benzinpreis oder Motorfahrzeugsteuer) ist einfach; Evtl. bleiben noch Detailprobleme zu lösen
Verkehrs-Sicherheit		0/+	Insbes. bei Jugendlichen (hohe Unfall-Risikogruppe) reduziert eine allg. Verteuerung das km-Budget bzw. senkt den Motorisierungsgrad
Akzeptanz durch Verkehrsteilnehmer		--	Akzeptanz nicht vorhanden, da Verteuerung eine Verknappung des Haushaltsbudgets und Einschränkung der Mobilitätsfreiheit bedeutet
Nicht-Eintreten unerwünschter Nebenwirkungen	Konkurrenzierung OeV	++	OeV würde in hohem Masse von einer generellen Verteuerung des MIV profitieren
	Generierung Mehrverkehr	++	Verkehrswachstum des MIV kann abgeschwächt werden
	Attraktivitätssteigerung Strassen-Güterverkehr	-/0	Wenn weniger PW-Verkehr zirkuliert, profitiert LKW-Verkehr von frei werdenden Strassenkapazitäten und damit von Zeit-/Kostensparnissen, was wiederum die Konkurrenzfähigkeit der Schiene verschlechtert
	soziale Diskriminierung	0/-	Gleichbehandlung aller PW-Fahrer ist zwar gegeben, Verteuerung wird aber subjektiv als sozial ungerecht empfunden, da Schlechterverdienende relativ stärker belastet werden als Besserverdienende
Unabhängigkeit von flankierenden Massnahmen		0/+	Informationen/PR-Massnahmen sind nötig, um die Akzeptanz bzw. politische Machbarkeit zu erhöhen
EU-Kompatibilität		- ?	EU kennt im Verkehr zwar vielfältige Preis- und Gebührensysteme; Evtl. jedoch eingeschränkte CH-Autonomie im Rahmen des bilateralen Abkommens mit der EU und dem allg. Preisgefüge (Vermeidung einer „Preisinsel“)

Beurteilungsprofil zu Massnahme 11.2.1 c

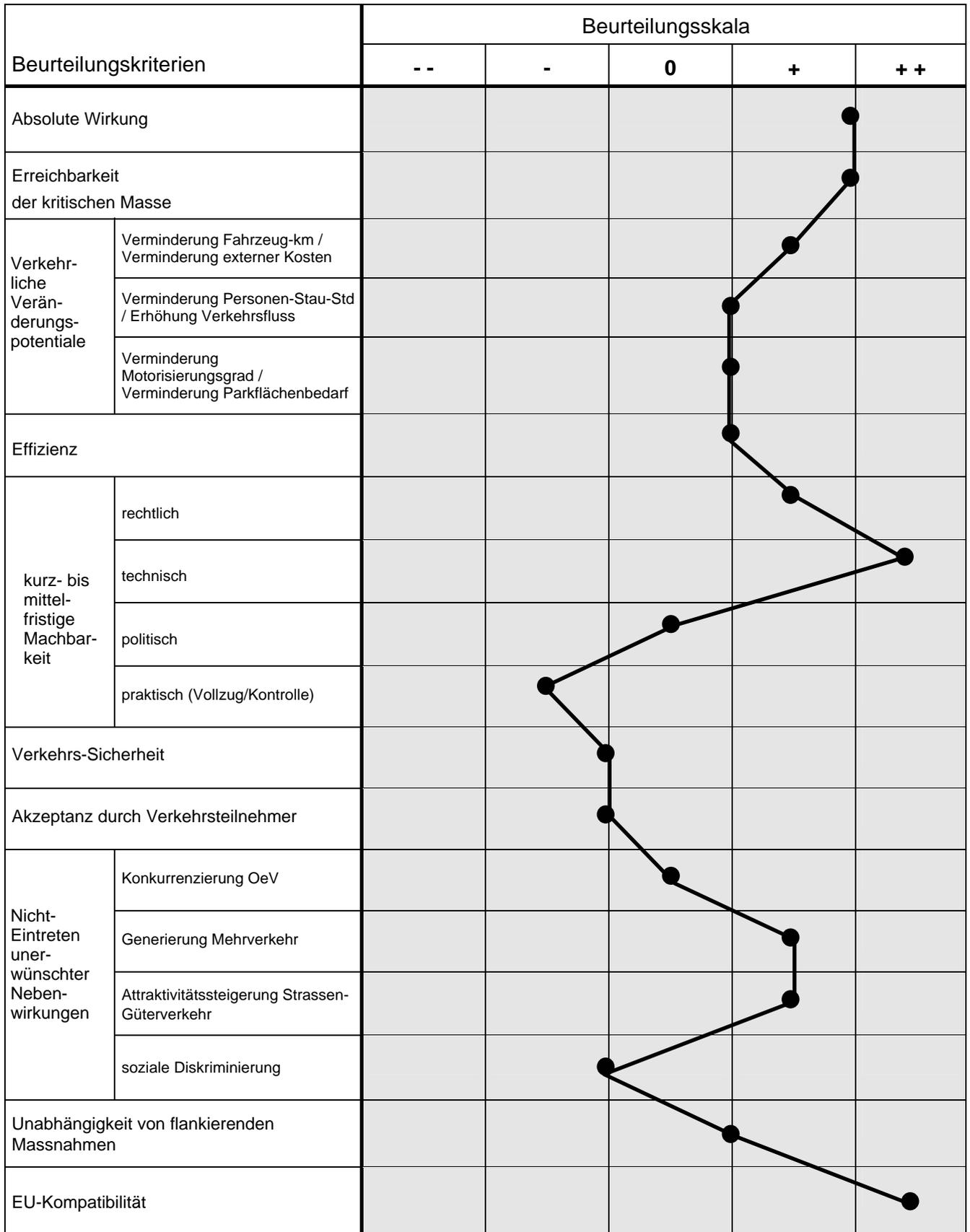
Beurteilungskriterien		Beurteilungsskala				
		--	-	0	+	++
Absolute Wirkung					●	
Erreichbarkeit der kritischen Masse						●
Verkehrliche Veränderungspotentiale	Verminderung Fahrzeug-km / Verminderung externer Kosten					●
	Verminderung Personen-Stau-Std / Erhöhung Verkehrsfluss				●	
	Verminderung Motorisierungsgrad / Verminderung Parkflächenbedarf				●	
Effizienz						●
kurz- bis mittelfristige Machbarkeit	rechtlich		●			
	technisch					●
	politisch	●				
	praktisch (Vollzug/Kontrolle)				●	
Verkehrs-Sicherheit					●	
Akzeptanz durch Verkehrsteilnehmer		●				
Nicht-Eintreten unerwünschter Nebenwirkungen	Konkurrenzierung OeV					●
	Generierung Mehrverkehr					●
	Attraktivitätssteigerung Strassen-Güterverkehr			●		
	soziale Diskriminierung			●		
Unabhängigkeit von flankierenden Massnahmen					●	
EU-Kompatibilität			●			

## Einrichtung spezieller Spuren für höherbesetzte PW: HOV-Spuren

(Massnahme 11.2.2)

Beurteilungskriterien		qualitative Beurteilung	Begründung
Absolute Wirkung		+ / ++	Abhängig von der Breite und Intensität der Anwendung; Sofort wirksam ab Einführung; Vielseitige Anwendungsmöglichkeiten, die den Fahrentscheid bzw. die engere Verkehrsmittelwahl (PW-Allein- oder -Mitfahrer) stark beeinflussen
Erreichbarkeit der kritischen Masse		+ / ++	Breite Palette an HOV-Möglichkeiten lässt theoretisch eine grosse Masse erreichen; Freizeit- und Pendlerverkehr können gleichermaßen erreicht werden
Verkehrliche Veränderungspotentiale	Vermind. Fahrzeug-km / Vermind. externer Kosten	+	Je nach Flächenerschliessung und Ausgestaltung der Massnahme ist längerfristig ein grosses Potential zur Bildung von Fahrgemeinschaften zu erwarten
	Vermind. Pers.-Stau-Std / Erhöhung Verkehrsfluss	0/+	Abhängig von Fahrbahnbreite und Spurzahl; Gutes Mittel zur Entschärfung staugeplagter Querschnitte; Kurz- bis mittelfristig entsteht allenfalls Risiko von Rückstaus an Verkehrs-Dosierungsanlagen auf anschliessend. Strassennetz
	Vermind. Motorisier.-grad / Vermind. Parkflächenbedarf	0/+	Bei flächendeckender Anwendung ist längerfristig eine Verminderung von Mehrfahrzeug-Haushalten sowie geringerer Parkflächenbedarf zu erwarten
Effizienz		0/+	Abhängig vom Aufwand der technisch/baulichen Umsetzung und Vollzug (Sanktionsmöglichkeiten); Mit relativ geringen Infrastrukturanpassungen lässt sich bereits grosse Wirkung erzielen; Summe aller Einzelmassnahmen sowie Vollzug ist jedoch teuer, wenn flächendeckendes System realisiert werden soll
kurz- bis mittelfristige Machbarkeit	rechtlich	+ ?	Gesetzliche Grundlage auf Bundes- und Kantonebene ist grundsätzlich vorhanden; Allerdings Frage der juristischen Interpretation/Auslegung
	technisch	++	mit bereits erprobten technischen Einrichtungen (Signalisations-/ Einlass-Systeme) machbar (siehe HOV im Ausland)
	politisch	+/- ?	Je nach Grösse und politischer Sensibilisierung des Gebietes unterschiedlich; Regel: Je grösser die von der Massnahme betroffene Verkehrs-Nutzfläche, desto mehr Opposition ist zu erwarten; HOV ist allerdings noch zu wenig bekannt, als dass bereits eine Meinungsbildung vorhanden ist
	praktisch (Vollzug/Kontrolle)	-	Erfassung/Kontrolle des BGP stösst auf praktische Probleme (Sichtbarkeit der Insassen im Fz-Innern, Datenschutz); Automatisierung nur teilweise möglich
Verkehrs-Sicherheit		0/- ?	Bei Wartespuren unproblematisch; Bei Fahrspuren evtl. problematisch infolge Spurwechsel/Einfädeln auf kurzen Abschnitten
Akzeptanz durch Verkehrsteilnehmer		0/-	Zusätzliche Spuren (zu heute bereits bestehenden) werden eher akzeptiert als die Umwidmung bereits bestehender Spuren
Nicht-Eintreten unerwünschter Nebenwirkungen	Konkurrenzierung OeV	+/-	Verstärkter Anreiz zur Bildung von Fahrgemeinschaften könnte OeV-Benutzer teilweise abziehen; Nettogewinn des OeV infolge relativer Attraktivitätssteigerung gegenüber MIV scheint aber wahrscheinlicher
	Generierung Mehrverkehr	+	Verkehrswachstum (Fzkm) wird gebremst, wenn heute bestehende Spuren zu HOV-Spuren umgewidmet werden. Allenfalls könnte in geringem Ausmass „unnötiger“ Zusatzverkehr (in Pkm/Fz) induziert werden
	Attraktivitätssteigerung Strassen-Güterverkehr	+	LKW-Verkehr wird erschwert/verlangsamt (Überholen); Erst längerfristig könnte die Strassenbenützung (Kapazität) für LKW wieder attraktiver werden
	soziale Diskriminierung	-/0	Gleichbehandlung der Haushalte nicht absolut erreichbar, da immer bestimmte Grenze der Mindestbesetzung (z.B. >3 Personen) festgelegt werden muss
Unabhängigkeit von flankierenden Massnahmen		0/+	Informationen/PR-Massnahmen können Akzeptanz bzw. polit. Machbarkeit erhöhen und sind für eine friktionslose Einführung gar Voraussetzung
EU-Kompatibilität		++	HOV-Spuren existieren bereits innerhalb der EU

Beurteilungsprofil zu Massnahme 11.2.2



## Bevorzugung höherbesetzter PW bei der Parkraumvorhaltung und -verteilung

(Massnahme 11.2.3)

Beurteilungskriterien		qualitative Beurteilung	Begründung
Absolute Wirkung		0 ?	Neu-Allokation des Parkraums mit Bevorzugung höher besetzter PW beeinflusst den BGP v.a. für jene Fahrten, an deren Ziel/ Quelle ein öffentl. Parking besteht. Jene Fahrten, deren Quelle/Ziel mit einem privaten/firmeneigenen Parkplatz ausgestattet sind, bleiben nur beschränkt beeinflussbar. Neu-Allokation der öffentl. Parkplätze würde rasch/direkt auf BGP einwirken.
Erreichbarkeit der kritischen Masse		+/-	insbesondere Freizeitverkehr ist gut erreichbar (öffentl. Parkplätze); Pendlerverkehr weniger gut, da firmeneigene Parkplätze der Beeinflussung entzogen sind
Verkehrliche Veränderungspotentiale	Vermind. Fahrzeug-km / Vermind. externer Kosten	0/+	Parkraumverteilung/-zuweisung am (Zwischen-)ziel der Fahrt schafft Anreize zur Bildung zusätzlicher Fahrgemeinschaften und damit Reduktion der Fzkm
	Vermind. Pers.-Stau-Std / Erhöhung Verkehrsfluss	0/-	eher gering, da Pendlerverkehr kaum beeinflusst werden kann
	Vermind. Motorisier.-grad / Vermind. Parkflächenbedarf	0/+	Motorisierungsgrad erhöht sich längerfristig weniger stark (z.B. Verzicht auf Zweitwagen, der für Einkauf/Freizeit benutzt wird)
Effizienz		+/-	Umverteilung an sich ist kostengünstig, wobei Kontrolle (Missbrauchsverhinderung) eher aufwändig und teuer ist
kurz- bis mittelfristige Machbarkeit	rechtlich	+/-	Umverteilung des vorgehaltenen öffentl. Parkraums ist machbar; Im privaten Bereich (firmeneigene Parkplätze) ist gesetzlich nur beschränkte Umverteilung machbar (beruht weitgehend auf Freiwilligkeit der Firmen)
	technisch	+	Bemannte und/oder automatisierte Kontrolle (Videoüberwachung) der korrekten Nutzung des zugewiesenen Parkraums ist technisch machbar
	politisch	+/-	je nach Sensibilisierung einer Region / Unternehmensphilosophie erwünscht oder unerwünscht; gesamtflächige/allg. Einführung ist eher problematisch
	praktisch (Vollzug/Kontrolle)	-/--	Hohe Kontrolldichte / Sichtkontrolle nötig; Automatisierung ist machbar (Videoüberwachung), ergibt aber evtl. Probleme mit Datenschutz und benötigt gleichwohl Überwachungspersonal
Verkehrs-Sicherheit		0	Verkehrs-Sicherheit wird nicht beeinträchtigt
Akzeptanz durch Verkehrsteilnehmer		-	Indiv. Freiheit wird eingeschränkt bzw. „verteuert“; Im Arbeits-/Geschäftsverkehr wäre v.a. die Akzeptanz durch das höhere Kader fraglich
Nicht-Eintreten unerwünschter Nebenwirkungen	Konkurrenzierung OeV	+	Benutzung des MIV wird unattraktiver gegenüber OeV (infolge Verknappung frei zugänglicher Parkflächen)
	Generierung Mehrverkehr	0/+	Verkehrswachstum des MIV wird gebremst: allenfalls entstehen zusätzliche „unnötige“ Pkm pro Fz im Freizeit-/Einkaufsverkehr
	Attraktivitätssteigerung Strassen-Güterverkehr	0	LKW-Verkehr bleibt von der PW-Parkplatz-Verteilungspolitik unbeeinflusst, da Staus im Pendlerverkehr mittels PW-Parplatzverteilung nicht beeinflussbar sind
	soziale Diskriminierung	-/0	Gleichbehandlung ist im öffentl. Bereich gewährleistet; Im Firmenbereich jedoch unterschiedl. Lösungen / evtl. Ungleichbehandlung innerhalb der Unternehmen
Unabhängigkeit von flankierenden Massnahmen		+	Informationen/PR-Massnahmen können Akzeptanz/polit. Machbarkeit erhöhen; BGP-differenzierte Parkgebührenerhebung erhöht Wirkung der Massnahme
EU-Kompatibilität		++	Einführung der Massnahme tangiert Verhältnis CH-EU nicht (autonom machbar)

Beurteilungsprofil zu Massnahme 11.2.3

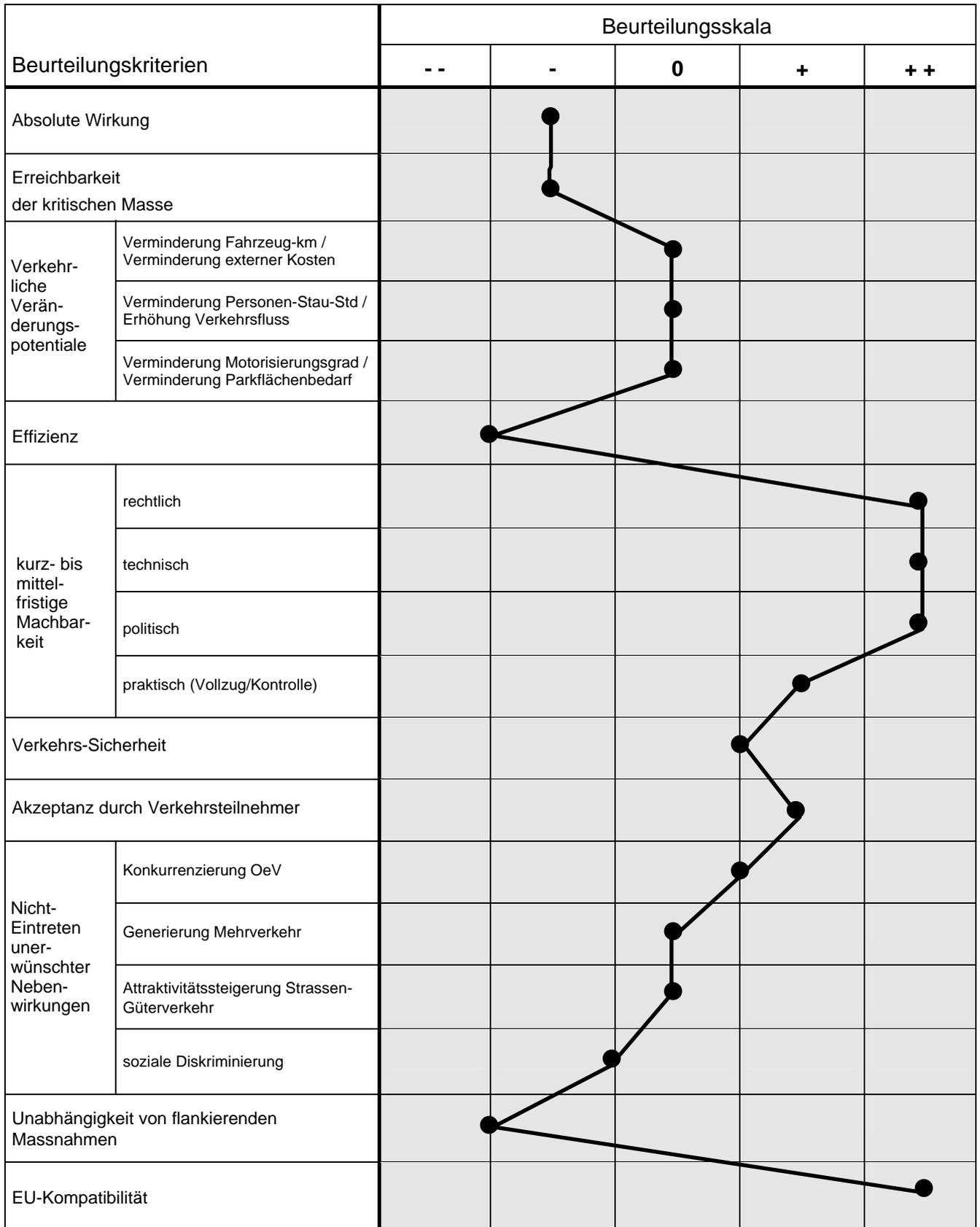
Beurteilungskriterien		Beurteilungsskala				
		--	-	0	+	++
Absolute Wirkung				●		
Erreichbarkeit der kritischen Masse				●		
Verkehrliche Veränderungspotentiale	Verminderung Fahrzeug-km / Verminderung externer Kosten				●	
	Verminderung Personen-Stau-Std / Erhöhung Verkehrsfluss		●			
	Verminderung Motorisierungsgrad / Verminderung Parkflächenbedarf				●	
Effizienz				●		
kurz- bis mittelfristige Machbarkeit	rechtlich			●		
	technisch				●	
	politisch			●		
	praktisch (Vollzug/Kontrolle)	●				
Verkehrs-Sicherheit				●		
Akzeptanz durch Verkehrsteilnehmer			●			
Nicht-Eintreten unerwünschter Nebenwirkungen	Konkurrenzierung OeV					●
	Generierung Mehrverkehr				●	
	Attraktivitätssteigerung Strassen-Güterverkehr			●		
	soziale Diskriminierung		●			
Unabhängigkeit von flankierenden Massnahmen					●	
EU-Kompatibilität						●

## Appelle an die Vernunft zwecks individueller Verhaltensänderung

(Massnahme 11.2.4 a)

Beurteilungskriterien		Qualitative Beurteilung	Begründung
Absolute Wirkung		-	Indiv. Kenntnisnahme wird infolge Info-Überflutung erschwert; Anreize für Verhaltensänderung fehlen; Individuum denkt, dass zuerst die Anderen ihr Verhalten ändern; Jene, die ihr Verhalten „erfolglos“ ändern, werden wieder „rückfällig“. Appellen kommt allerdings die pos. Eigenschaft zu, dass durch Information Bewusstsein/Akzeptanz für (noch) unpopuläre Massnahmen geschaffen werden kann; schlecht konzipierte Appelle können aber auch kontraproduktiv wirken
Erreichbarkeit der kritischen Masse		-	kritische Masse kann mittels Wahl des Informationsträgers zwar gezielt angesprochen werden, Erreichbarkeit alleine garantiert jedoch noch keine Verhaltensänderung
Verkehrliche Veränderungspotentiale	Vermind. Fahrzeug-km / Vermind. Externer Kosten	0	vgl. Kommentar zu „Absolute Wirkung“
	Vermind. Pers.-Stau-Std / Erhöhung Verkehrsfluss	0	
	Vermind. Motorisier.-grad / Vermind. Parkflächenbedarf	0	
Effizienz		-/--	Je nach Umfang/Qualität der Kampagne und verwendeten Kommunikationskanälen unterschiedlich; Informationskampagnen sind jedoch im Vergleich zum resultierenden Erfolg meist sehr teuer und aufwendig
kurz- bis mittelfristige Machbarkeit	rechtlich	++	alltägliches Instrument
	technisch	++	Vielfach eingesetztes / erprobtes Instrument, das auf sämtliche Möglichkeiten der Einweg-Kommunikation und deren Kanäle / Medien zurückgreifen kann
	politisch	++	Massnahme wird von den Politikern sehr geschätzt und häufig eingesetzt, da PR-wirksam vor Wahlen/Abstimmungen
	praktisch (Vollzug/Kontrolle)	+	problemlos; aber je nach Absicht und Zielpublikum unterschiedlich anspruchsvoll
Verkehrs-Sicherheit		0/+	Appelle an die Vernunft erhöhen im Allg. das Bewusstsein für sicheres/ umsichtiges Fahrverhalten; Nachhaltigkeit ergibt sich erst durch Wiederholungen
Akzeptanz durch Verkehrsteilnehmer		+	breite Akzeptanz, da niemandem "weh" getan wird; Allerdings stösst Massnahme auf Akzeptanzgrenzen, wenn zu viele öffentl. Gelder aufgeworfen werden
Nicht-Eintreten unerwünschter Nebenwirkungen	Konkurrenzierung OeV	0/+	OeV/Langsamverkehr profitiert von den Informationskampagnen für vernünftiges / umweltfreundliches Verkehrsverhalten
	Generierung Mehrverkehr	0	Vgl. Kommentar zu „Absolute Wirkung“
	Attraktivitätssteigerung Strassen-Güterverkehr	0	Mittelfristig neutral / kurzfristig kaum eine Attraktivitätssteigerung zu erwarten
	soziale Diskriminierung	0/-	Zielpublikum wird zwar gleichermaßen angesprochen, evtl. haben aber nicht alle dieselben Zugangsmöglichkeiten zu verschiedenen Informationskanälen
Unabhängigkeit von flankierenden Massnahmen		-/--	Massnahme kann eigenständig sein, wobei der Erfolg von konkreten flankierenden Massnahmen (finanz. Anreize, geeignete Rahmenbedingungen) abhängt
EU-Kompatibilität		++	alltägliches Instrument auch innerhalb der EU

Beurteilungsprofil zu Massnahme 11.2.4 a

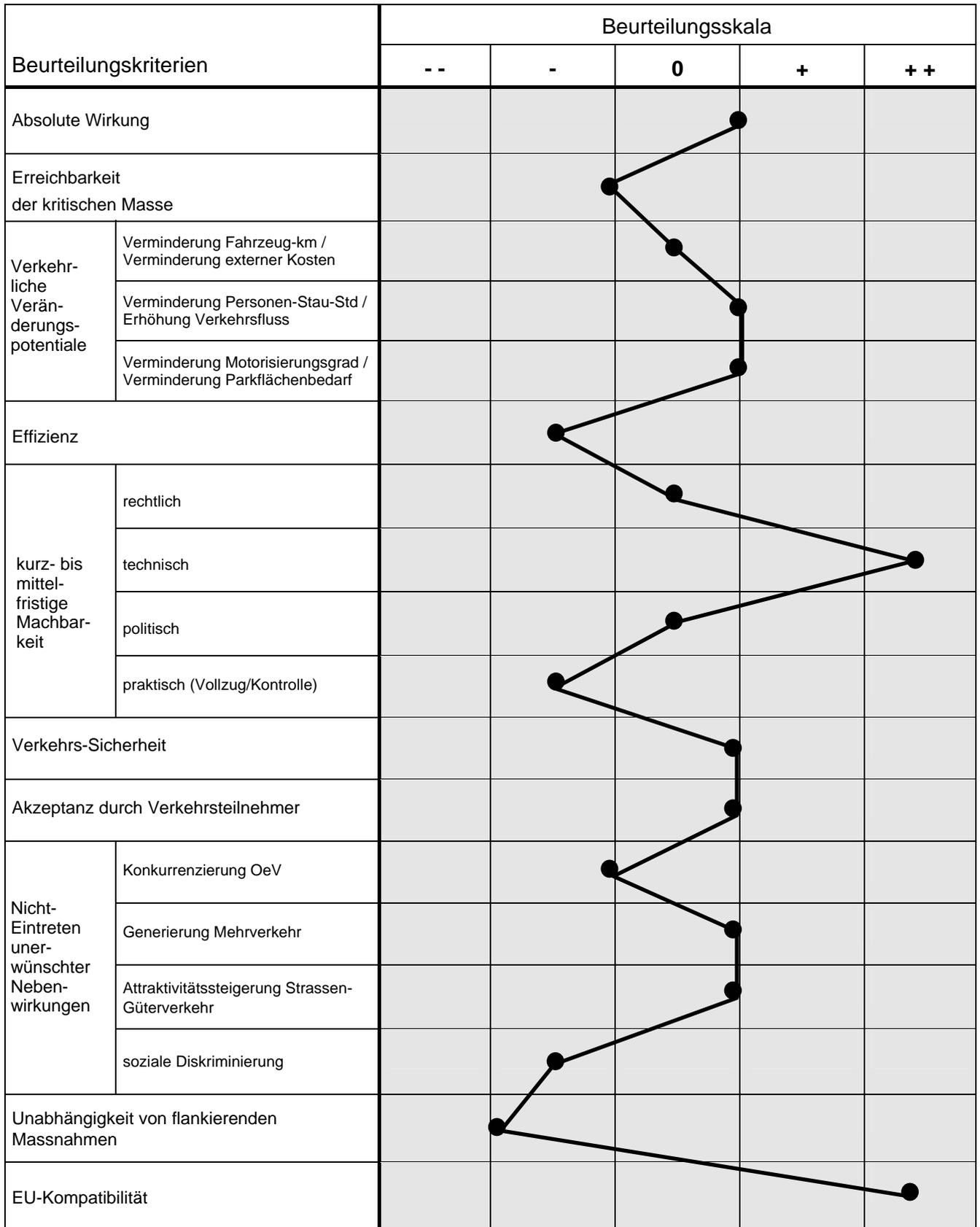


## Betrieb einer Carpooling-Vermittlungszentrale

(Massnahme 11.2.4 b)

Beurteilungskriterien		qualitative Beurteilung	Begründung
Absolute Wirkung		0/+	ohne konkrete nutzbringenden Anreize bilden sich nur wenige Fahrgemeinschaften (FG), die zudem oftmals nicht lange Bestand haben
Erreichbarkeit der kritischen Masse		-/0	Pendlerverkehr steht im Vordergrund; ungebündelter Freizeitverkehr bleibt praktisch unerreichbar
Verkehrliche Veränderungspotentiale	Vermind. Fahrzeug-km / Vermind. externer Kosten	0	erst im grossen Stil (flächendeckend) betrieben, wäre eine Verminderung der Fzkm gesamtschweizerisch spür- und messbar
	Vermind. Pers.-Stau-Std / Erhöhung Verkehrsfluss	0/+	eine regional begrenzte, erfolgreiche Carpool-Zentrale könnte eine örtlich spürbare Verflüssigung des Verkehrs bewirken
	Vermind. Motorisier.-grad / Vermind. Parkflächenbedarf	0/+ ?	erst flächendeckend betrieben, wäre längerfristig eine Verminderung des Fahrzeugbestandes pro Kopf spürbar (Haushalte verzichten auf Zweitwagen)
Effizienz		- ?	Vermittlung/Administration ist aufwändig/teuer (evtl. sogar subventionsabhängig); Rationeller Betrieb und „Break even“-Punkt wird erst ab einer bestimmten Mindestgrösse der Zentrale bzw. des pools erreicht
kurz- bis mittelfristige Machbarkeit	rechtlich	+/- ?	System braucht nur eine Konzession/Bewilligung zur Personenbeförderung, wenn die öffentl. TU keine oder ungenügende Verkehrsverbindungen anbieten und der Fahrzeughalter nicht rein gewerbsmässig verkehrt
	technisch	++	Der Kommunikation stehen bereits heute diverse Technologien und Medien/Kanäle zur Verfügung, um Vermittlungen realisieren zu können
	politisch	+/-	Carpooling ist v.a. in OeV-Kreisen umstritten, da eine Konkurrenzierung des OeV befürchtet wird
	praktisch (Vollzug/Kontrolle)	0/-	Praktisch wird die Bildung von FG be- bzw. verhindert, v.a. weil : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meist eine Alternativ-Verbindung mit dem OeV besteht</li> <li>• Keine nennenswerte Zeitersparnis resultiert</li> <li>• Die FG für den einzelnen Teilnehmer zu geringe Einsparungen bringt</li> <li>• der soziale Nutzen oftmals nicht so gross ausfällt, wie erwartet</li> </ul>
Verkehrs-Sicherheit		0/+	Bildung von FG erhöht das Bestreben zum verantwortlichen Fahren (soziale Kontrolle durch die Mitfahrer), womit sich das Unfallrisiko per Saldo leicht reduzieren könnte
Akzeptanz durch Verkehrsteilnehmer		+/0 ?	Einrichtung einer Zentrale stösst auf breite Akzeptanz, hingegen ist die Akzeptanz der Benutzung abhängig von der einzelnen FG bzw. Person, den getroffenen Regelungen sowie Auffangmöglichkeiten
Nicht-Eintreten unerwünschter Nebenwirkungen	Konkurrenzierung OeV	-/0	eine teilweise Konkurrenzierung lässt sich nicht ganz ausschliessen, wirkt sich aber insgesamt für den OeV positiv aus, da primär unrentable/unattraktive Angebote betroffen sind
	Generierung Mehrverkehr	0/+	vermindertes Verkehrswachstum (Fzkm) je nach Erfolg / Marktdurchdringung der Massnahme
	Attraktivitätssteigerung Strassen-Güterverkehr	0/+	eine erfolgreich und grossflächig betriebene Carpooling-Zentrale könnte die Strassenbenützung (Kapazität) für den LKW-Verkehr attraktiver machen
	soziale Diskriminierung	-	Personen aus Randgruppen sind schwerer vermittelbar, da sie in Fahrgemeinschaften weniger akzeptiert werden (Ausgrenzung/„mobbing“)
Unabhängigkeit von flankierenden Massnahmen		-/--	Erfolg der Massnahme kann wesentlich verbessert werden durch geeignete Rahmenbedingungen (Gesamt-Mobilitätsstrategie), konkrete finanzielle Anreize, Information, Appelle etc.)
EU-Kompatibilität		++	es bestehen diverse Erfahrungen/Projekte im Ausland

Beurteilungsprofil zu Massnahme 11.2.4 b



## Mitnahmesystem mit definierten Halteorten: Organisierter Autostopp

(Massnahme 11.2.4 c)

Beurteilungskriterien		qualitative Beurteilung	Begründung
Absolute Wirkung		0/+	Je nach Professionalität der Organisation. Qualität Standort und Dichte der Infrastruktur sowie Entschädigungssystem ist grosses Potential vorhanden
Erreichbarkeit der kritischen Masse		0/+	Einkaufs- und Pendlerverkehr stehen im Vordergrund; Freizeitverkehr bleibt nur punktuell erreichbar
Verkehrliche Veränderungspotentiale	Vermind. Fahrzeug-km / Vermind. externer Kosten	+	Durch Bildung von Fahrgemeinschaften können Einzelfahrten eingespart werden
	Vermind. Pers.-Stau-Std / Erhöhung Verkehrsfluss	+	Durch Wegfall von Einzelfahrten zirkulieren weniger Fahrzeuge an neuralgischen (Pendler-)Stauorten
	Vermind. Motorisier.-grad / Vermind. Parkflächenbedarf	0/+	Längerfristig ist eine Verminderung von Mehrfahrzeug-Haushalten zu erwarten, wenn das System flächendeckend Erfolg hat; Der Parkflächenbedarf - vor allem am Arbeitsort (Firmen) - wird kleiner.
Effizienz		0/+ ?	Hohe Anfangsinvestitionen und laufende Betriebskosten (organisatorische Verbesserungen/Administration) lassen sich erst mittel- bis längerfristig amortisieren, wenn gewisse Benützungsfrequenzen erreicht werden. Effizienz steigt mit dem Erfolg des Systems bzw. den Teilnehmern
kurz- bis mittelfristige Machbarkeit	rechtlich	+/- ?	System braucht keine Konzession/Bewilligung zur Personenbeförderung, solange die öffentl. TU keine oder ungenügende Verkehrsverbindungen anbieten und Fahrzeughalter nicht rein gewerbmässig verkehrt
	technisch	+ / ++	Probleme könnten sich allenfalls im Rahmen von Pilotversuchen stellen.
	Politisch	+/-	Idee ist generell wünschenswert; entscheidend wird dabei die Verhinderung einer Konkurrenzierung des OeV sein.
	praktisch (Vollzug/Kontrolle)	+ ?	Einfach und pragmatisch; Probleme (fehlende Mitfahr- und Ankunftszeit-Garantie) müssen im Rahmen von Pilotversuchen gelöst/reduziert werden.
Verkehrs-Sicherheit		0/+	Bildung von FG erhöht Bestreben zum verantwortlichen Fahren (soz. Kontrolle durch Mitfahrer), womit sich das Unfallrisiko per Saldo leicht reduziert
Akzeptanz durch Verkehrsteilnehmer		+/-	Je nach gemachten Erfahrungen und Rückerstattungsregelungen unterschiedlich (Mitnahmegarantie/Terminsicherheit wird vom System nicht gegeben)
Nicht-Eintreten unerwünschter Nebenwirkungen	Konkurrenzierung OeV	-/0	Je nach Nähe, Parallelität/Überschneidung und Qualität von OeV-Angeboten kann eine Konkurrenzierung des OeV auftreten; Je nach Gebiet ist aber auch eine Ergänzung (Synergie) zum bestehenden OeV-System (Schliessung einer Marktlücke zw. OeV-IV) zu erwarten.
	Generierung Mehrverkehr	+/-	Verkehrswachstum in Fzkm wird verlangsamt; Evtl. könnte aber auch Zusatzverkehr (in Pkm/PW) induziert werden
	Attraktivitätssteigerung Strassen-Güterverkehr	-/0	Mittel-/längerfristig könnte die Strassenbenützung für LKW attraktiver werden, falls das System grossflächigen Erfolg hat. Auf Transitachsen ist eher Neutralität der Massnahme zu erwarten.
	soziale Diskriminierung	-/0	Gleichbehandlung der Mitfahrwilligen kann nicht garantiert werden („Rosinenpicken“/Ausgrenzung von Randgruppen)
Unabhängigkeit von flankierenden Massnahmen		-/0	abhängig von den konkreten Anreizen des Systems; Flankierende Massnahmen, geeignete Rahmenbedingungen und Appelle können dazu beitragen, diese Anreize zu verstärken
EU-Kompatibilität		++	Einführung der Massnahme tangiert Verhältnis CH-EU nicht (autonom machbar)

Beurteilungsprofil zu Massnahme 11.2.4 c

Beurteilungskriterien		Beurteilungsskala				
		--	-	0	+	++
Absolute Wirkung					●	
Erreichbarkeit der kritischen Masse					●	
Verkehrliche Veränderungspotentiale	Verminderung Fahrzeug-km / Verminderung externer Kosten				●	
	Verminderung Personen-Stau-Std / Erhöhung Verkehrsfluss				●	
	Verminderung Motorisierungsgrad / Verminderung Parkflächenbedarf				●	
Effizienz					●	
kurz- bis mittelfristige Machbarkeit	rechtlich			●		
	technisch					●
	politisch			●		
	praktisch (Vollzug/Kontrolle)					●
Verkehrs-Sicherheit					●	
Akzeptanz durch Verkehrsteilnehmer				●		
Nicht-Eintreten unerwünschter Nebenwirkungen	Konkurrenzierung OeV			●		
	Generierung Mehrverkehr					●
	Attraktivitätssteigerung Strassen-Güterverkehr			●		
	soziale Diskriminierung			●		
Unabhängigkeit von flankierenden Massnahmen				●		
EU-Kompatibilität						●

## Zufahrts- und Fahrbeschränkungen mit Bevorzugung höherbesetzter PW

(Massnahme 11.2.5)

Beurteilungskriterien		qualitative Beurteilung	Begründung
Absolute Wirkung		+ / ++	wirksam auf durchschnittlichen BGP in Abhängigkeit des örtlichen (Flächendeckungsgrad) und zeitlichen Ausmasses der Massnahme sowie deren Durchsetzbarkeit; Wirkung auf BGP ist unmittelbar und direkt
Erreichbarkeit der kritischen Masse		+	Je nachdem, ob der ruhende und/oder der fliessende Verkehr von der Massnahme getroffen wird; Beim fliessenden Verkehr ist Erreichbarkeit sichergestellt, während beim ruhenden, da privater Parkraum nicht beeinflussbar ist
Verkehrliche Veränderungspotentiale	Vermind. Fahrzeug-km / Vermind. externer Kosten	+	vgl. Kommentar zu „Absolute Wirkung“ und „Erreichbarkeit der krit. Masse“
	Vermind. Pers.-Stau-Std / Erhöhung Verkehrsfluss	+ / ++	Massnahme kann gezielt lokal angewandt werden, was sich u.a. an neuralgischen Staupunkten positiv auswirkt
	Vermind. Motorisier.-grad / Vermind. Parkflächenbedarf	0 / +	Parkflächen werden mittels Kontingentierung für tieferbesetzte PW verknappt; Motorisierungsgrad wird allerdings nur langsam/längerfristig reduziert
Effizienz		+ / -	Kosten-/Nutzenverhältnis ist abhängig von der Kontrollmöglichkeit / Durchsetzbarkeit und dem damit verbundenen Aufwand
kurz- bis mittelfristige Machbarkeit	rechtlich	+	rechtliche Voraussetzungen / gesetzliche Grundlagen sind vorhanden (Fahrverbote)
	technisch	+	techn. Machbarkeit gegeben; Damit keine Umgehungen möglich werden, muss Lösung evtl. noch ausgereift werden
	politisch	+ / - ?	Um Zufahrts- und Fahrbeschränkungen einzuführen, muss primär die lokale Akzeptanz (Anwohner) gegeben sein; Diese ist abhängig von der Sensibilisierung („Leidenszustand“) einer einzelner Region/Quartier etc;
	praktisch (Vollzug/Kontrolle)	-	Aufwand für Kontrolle / Durchsetzbarkeit ist je nach Anwendung in der Fläche hoch (nicht vollständig automatisierbar)
Verkehrs-Sicherheit		0 / +	Verkehrs-Sicherheit wird eher erhöht, da Wahrscheinlichkeit von Kollisionen bei Fahrbeschränkungen geringer wird
Akzeptanz durch Verkehrsteilnehmer		- / -	Fahr- und Zufahrtsbeschränkungen stossen auf Akzeptanzprobleme, da damit eine Einschränkung der bestehenden Mobilität verbunden ist
Nicht-Eintreten unerwünschter Nebenwirkungen	Konkurrenzierung OeV	0 / +	OeV würde von einer Fahrbeschränkung des MIV eher profitieren
	Generierung Mehrverkehr	+	Verkehrswachstum in Fzkm kann längerfristig abgeschwächt werden, da relative Attraktivität des MIV verschlechtert wird
	Attraktivitätssteigerung Strassen-Güterverkehr	- / 0	falls die freie Zirkulation des LKW-Verkehrs nicht gleichzeitig erschwert wird, profitiert dieser von grösseren Verkehrsflächen
	soziale Diskriminierung	0 ?	Gleichbehandlung aller PW-Fahrer ist gewährleistet; Allenfalls interregionale Ungleichbehandlungen möglich
Unabhängigkeit von flankierenden Massnahmen		+	ziemlich unabhängig, wobei Informationen/PR-Massnahmen die Akzeptanz / bzw. politische Machbarkeit erhöhen können
EU-Kompatibilität		0	EU kennt vielfältiges/differenziertes System von Fahrverboten und Verkehrsbeschränkungen; CH ist autonom, solange Ausland nicht diskriminiert wird

Beurteilungsprofil zu Massnahme 11.2.5

Beurteilungskriterien		Beurteilungsskala				
		--	-	0	+	++
Absolute Wirkung						
Erreichbarkeit der kritischen Masse						
Verkehrliche Veränderungspotentiale	Verminderung Fahrzeug-km / Verminderung externer Kosten					
	Verminderung Pers.-Stau-Std / Erhöhung Verkehrsfluss					
	Verminderung Motorisier.grad / Verminderung Parkflächenbedarf					
Effizienz						
kurz- bis mittelfristige Machbarkeit	rechtlich					
	technisch					
	politisch					
	praktisch (Vollzug/Kontrolle)					
Verkehrs-Sicherheit						
Akzeptanz durch Verkehrsteilnehmer						
Nicht-Eintreten unerwünschter Nebenwirkungen	Konkurrenzierung OeV					
	Generierung Mehrverkehr					
	Attraktivitätssteigerung Strassen-Güterverkehr					
	soziale Diskriminierung					
Unabhängigkeit von flankierenden Massnahmen						
EU-Kompatibilität						

## Beilage D

### Berechnungen zu den HOV-Standsituationen 1 und 2

#### Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Standardsituation 1: Autobahn mit Verengung der Fahrbahn von 3 auf 2 Fahrstreifen</b>	<b>2</b>
1.1	Berechnungsgrössen	2
1.2	Berechnungen	3
1.2.1	Ist-Zustand $z_0$	3
1.2.2	Variante A	5
1.2.3	Variante B	6
1.2.4	Variante B +	8
<b>2</b>	<b>Standardsituation 2: Pförtneranlage auf 2-streifiger Strasse mit HOV-Privilegierung und vorgelagertem HOV-Streifen</b>	<b>10</b>
2.1	Berechnungsgrössen	10
2.2	Berechnungen	12
2.2.1	Wartezeiten der Fahrzeuge auf Einfallsachse ohne HOV-Streifen (Ist-Zustand) mit HOV-Anteil 16.3%	12
2.2.2	<b>Wartezeiten der HOV-Fahrzeuge</b> auf Einfallsachse mit HOV-Streifen bei HOV-Anteil 16.3%	13
2.2.3	<b>Wartezeiten der LOV-Fahrzeuge</b> auf Einfallsachse mit HOV-Streifen bei HOV-Anteil 16.3%	15
2.2.4	<b>Wartezeiten der HOV-Fahrzeuge</b> auf Einfallsachse mit HOV-Streifen bei HOV-Anteil 20.5% - Sensivität: 10% „Umsteiger“	16
2.2.5	<b>Wartezeiten der LOV-Fahrzeuge</b> auf Einfallsachse mit HOV-Streifen bei HOV-Anteil 20.5% - Sensivität: 10% „Umsteiger“	17

## 1 Standardsituation 1: Autobahn mit Verengung der Fahrbahn von 3 auf 2 Fahrstreifen

### 1.1 Berechnungsgrößen

Für die Berechnungen in Kapitel 12.3 werden folgende Berechnungsgrößen verwendet:

$$q = \text{Verkehrsbelastung/-stärke (PWE/h)} \quad q = D \times v$$

- $q_1$  = Stärke des zufließenden Verkehrsstromes (entspricht den Verkehrsflüssen auf der 3-streifigen Autobahn vor der Verengung)
- $q_2$  = Stärke des durch den Engpass/der Verengung abfließenden Verkehrsstromes
- $q_3$  = Stärke nach Engpass (entspricht der Stärke des Verkehrsstromes, der nach dem Engpass/der Verengung beschleunigt). Dabei wird angenommen, dass die Stärke mit der Dichte linear wächst bis zur maximalen Verkehrsstärke  $q_{\max}$
- $q_{\max}$  beschreibt die max. Verkehrsstärke und Dichte im Zustrom, die keinen Stau im Engpass hervorrufen würden. Bei der maximalen Verkehrsstärke kann von 2'250 PWE/h je Fahrstreifen, einer Verkehrsdichte  $D$  von 25 PWE/km und einer Geschwindigkeit  $v$  von 90 km/h ausgegangen werden. Allgemein geht man aus von:  $q_{\max} = D \cdot (25 \text{ PWE/km}) \times v \cdot (90 \text{ km/h})$  je Fahrstreifen

$$D = \text{Verkehrsdichte (PWE/km)} \quad D = q : v$$

Kommt der Verkehrsstrom zum Stillstand, so kann von einer max. Verkehrsdichte in Höhe von  $D = 150 \text{ PWE/km}$  ausgegangen werden

$$v = \text{Geschwindigkeit (km/h),}$$

- $v_1$  bei Zustrom, d.h. Geschwindigkeit des zufließenden Verkehrs
- $v_2$  bei Ausstrom, d.h. Geschwindigkeit im Engpass
- $v_3$  nach Engpass, d.h. Geschwindigkeit, die erreicht wird, nachdem der Engpass verlassen worden ist
- $V_R$  = Rückschlaggeschwindigkeit des Stauendes (beschreibt die Geschwindigkeit der Staubildung, die entsprechend einer Welle gegen den zulaufenden Verkehrsstrom läuft)
- $V_A$  = Auflösungs-Geschwindigkeit des Rückstaus (beschreibt die Geschwindigkeit, mit welcher der Rückstau abgebaut wird)

$$L = \text{Staulänge} = T_1 \cdot V_R = (T_3 - T_1) \cdot v_2 = (T_2 - T_1) \cdot v_1$$

Die Staulänge setzt sich aus den Werten der Zeitdauer und jeweiligen Geschwindigkeit zusammen, wobei:

- $T_1 =$  Zeitdauer der Stauzunahme (Anschwellzeit)  
 $T_2 =$  Zeitdauer der Verkehrsüberlastung  
d.h. die Stärke des zufließenden Verkehrsstromes ist grösser als die des durch den Engpass fließenden Verkehrsstromes  
 $T_3 =$  Zeitdauer bis zur Durchfahrt des maximal verzögerten Fahrzeugs

## 1.2 Berechnungen

### 1.2.1 Ist-Zustand $z_0$

#### Fall $z_0$ , von 3 auf 2 Fahrstreifen

Stärke des Zuflusses

$$q_1 = 4700 \text{ PWE/h}$$
$$v_1 = 90 \text{ km/h}$$
$$\Rightarrow D_1 = 52.22 \text{ PWE/km}$$

Stärke im Engpass

$$q_2 = 4500 \text{ PWE/h}$$
$$v_2 = 22.5 \text{ km/h}$$
$$\Rightarrow D_2 = 200 \text{ PWE/km}$$

$$v_2^* = 90 \text{ km/h}$$
$$\Rightarrow D_2^* = 50 \text{ PWE/km}$$

Stärke nach Engpass

$$q_3 = 2250 \text{ PWE/h} < q_2$$
$$v_3 = 90 \text{ km/h}$$
$$D_3 = 25 \text{ PWE/km}$$

Rückschlaggeschwindigkeit

$$v_R = \frac{(q_2 - q_1)}{(D_2 - D_1)}$$
$$v_R = \frac{4500 - 4700}{200 - 52.222}$$
$$v_R = -1.35 \text{ km/h}$$

Auflösungsgeschwindigkeit

$$v_A = \frac{(q_3 - q_2)}{(D_3 - D_2)}$$

$$v_A = \frac{2250 - 4500}{25 - 200}$$

$$v_A = 12.86 \text{ km/h}$$

Staulänge

$$L = T_1 \cdot v_R$$

Zeitdauer, in der  $q_1 > q_2$  ist, hier 60min

$$T_2 = 1.00 \text{ h}$$

$$L = \frac{T_2 \cdot v_1}{\left(\frac{v_1}{-v_R} + 1\right)}$$

$$L = \frac{1.00 \cdot 90}{\frac{90}{1.3534} + 1}$$

$$L = 1.33 \text{ km}$$

$$L = \frac{T_2 \cdot -v_R}{\left(\frac{-v_R}{v_1} + 1\right)}$$

$$L = \frac{1.00 \cdot 1.3534}{\frac{1.3534}{90} + 1}$$

$$L = 1.33 \text{ km}$$

bzw.

Anschwellzeit

$$T_1 = \frac{T_2 - L}{v_1}$$

$$T_1 = \frac{1.00 - 1.3333}{90}$$

$$T_1 = 0.9852 \text{ h}$$

$$T_1 = 59.11 \text{ min}$$

und

Staudauer für  $q_1$ :

$$T_3 = T_1 + \frac{L}{v_2}$$

$$T_3 = 0.9852 + \frac{1.3333}{22.5}$$

$$T_3 = 1.04 \text{ h}$$

aus

max. indiv. Zeitverlust

$$= T_3 - T_2$$

$$= 1.0444 - 1.00$$

$$= 0.0444 \text{ h}$$

$$= 2.67 \text{ min}$$

mittl. indiv. Zeitverlust

$$= \frac{(T_3 - T_2)}{2}$$

$$= \frac{1.0444 - 1.00}{2}$$

$$= 0.0222 \text{ h}$$

$$= 1.33 \text{ min}$$

1.2.2 Variante A

Stärke des Zuflusses

$$q_1 = 3934 \text{ PWE/h}$$

$$v_1 = 90 \text{ km/h}$$

$$\Rightarrow D_1 = 43.71 \text{ PWE/km}$$

Stärke im Engpass

$$q_2 = 2250 \text{ PWE/h}$$

$$v_2 = 22.5 \text{ km/h}$$

$$\Rightarrow D_2 = 100 \text{ PWE/km}$$

$$v_2^* = 90 \text{ km/h}$$

$$\Rightarrow D_2^* = 25 \text{ PWE/km}$$

Stärke nach Engpass

$$q_3 = 1125 \text{ PWE/h} < q_2$$

$$v_3 = 90 \text{ km/h}$$

$$D_3 = 12.5 \text{ PWE/km}$$

Rückschlaggeschwindigkeit

$$v_R = \frac{(q_2 - q_1)}{(D_2 - D_1)}$$

$$v_R = \frac{2250 - 3934}{100 - 43.711}$$

$$v_R = -29.92 \text{ km/h}$$

Auflösungsgeschwindigkeit

$$v_A = \frac{(q_3 - q_2)}{(D_3 - D_2)}$$

$$v_A = \frac{1125 - 2250}{12.5 - 100}$$

$$v_A = 12.86 \text{ km/h}$$

Staulänge

$$L = T_1 \cdot v_R$$

Zeitdauer, in der  $q_1 > q_2$  ist, hier 60min  $T_2 = 1.00 \text{ h}$

$$L = T_2 \cdot v_1 / \left( \frac{v_1}{-v_R} + 1 \right)$$

$$L = 1.00 \cdot 90 / \left( \frac{90}{29.917} + 1 \right)$$

$$L = 22.45 \text{ km}$$

$$L = T_2 \cdot -v_R / \left( \frac{-v_R}{v_1} + 1 \right)$$

$$L = 1.00 \cdot 29.917 / \left( \frac{29.917}{90} + 1 \right)$$

$$L = 22.45 \text{ km}$$

bzw.

Anschwellzeit

$$T_1 = T_2 - L / v_1$$

$$T_1 = 1.00 - 22.453 / 90$$

$$T_1 = 0.7505 \text{ h}$$

$$T_1 = 45.03 \text{ min}$$

Staudauer für  $q_1$ :

$$T_3 = T_1 + L / v_2$$

$$T_3 = 0.7505 + 22.453 / 22.5$$

$$T_3 = 1.75 \text{ h}$$

aus  
max. indiv. Zeitverlust

$$= T_3 - T_2$$

$$= 1.7484 - 1.00$$

$$= 0.7484 \text{ h}$$

$$= 44.91 \text{ min}$$

mittl. indiv. Zeitverlust

$$= (T_3 - T_2) / 2$$

$$= (1.7484 - 1.00) / 2$$

$$= 0.3742 \text{ h}$$

$$= 22.45 \text{ min}$$

### 1.2.3 Variante B

Stärke des Zuflusses

$$q_1 = 3934 \text{ PWE/h}$$

$$v_1 = 90 \text{ km/h}$$

$$\Rightarrow D_1 = 43.71 \text{ PWE/km}$$

Stärke im Engpass

$$q_2 = 2710 \text{ PWE/h}$$

$$v_2 = 22.5 \text{ km/h}$$

$$\Rightarrow D_2 = 120.44 \text{ PWE/km}$$

$$v_2^* = 90 \text{ km/h}$$

$$\Rightarrow D_2^* = 30.11 \text{ PWE/km}$$

Stärke nach Engpass

$$q_3 = 1125 \text{ PWE/h} < q_2$$

$$v_3 = 90 \text{ km/h}$$

$$D_3 = 12.5 \text{ PWE/km}$$

$q_{2\text{max}} = 4500 \text{ PWE/h}$

Rückschlaggeschwindigkeit

$$v_R = (q_2 - q_1) / (D_2 - D_1)$$

$$v_R = (2710 - 3934) / (120.44 - 43.711)$$

$$v_R = -15.95 \text{ km/h}$$

Auflösungsgeschwindigkeit

$$v_A = \frac{(q_3 - q_2)}{(D_3 - D_2)}$$

$$v_A = \frac{1125 - 2710}{12.5 - 120.44}$$

$$v_A = 14.68 \text{ km/h}$$

Staulänge

$$L = T_1 \cdot v_R$$

Zeitdauer, in der  $q_1 > q_2$  ist, hier 60min

$$T_2 = 1.00 \text{ h}$$

$$L = T_2 \cdot v_1 / \left( \frac{v_1}{-v_R} + 1 \right)$$

$$L = 1.00 \cdot 90 / \left( \frac{90}{15.951} + 1 \right)$$

$$L = 13.55 \text{ km}$$

$$L = T_2 \cdot -v_R / \left( \frac{-v_R}{v_1} + 1 \right)$$

$$L = 1.00 \cdot 15.951 / \left( \frac{15.951}{90} + 1 \right)$$

$$L = 13.55 \text{ km}$$

bzw.

Anschwellzeit

$$T_1 = T_2 - L / v_1$$

$$T_1 = 1.00 - 13.55 / 90$$

$$T_1 = 0.8494 \text{ h}$$

$$T_1 = 50.97 \text{ min}$$

und

Staudauer für  $q_1$ :

$$T_3 = T_1 + L / v_2$$

$$T_3 = 0.8494 + 13.55 / 22.5$$

$$T_3 = 1.45 \text{ h}$$

aus

max. indiv. Zeitverlust

$$= T_3 - T_2$$

$$= 1.4517 - 1.00$$

$$= 0.4517 \text{ h}$$

$$= 27.1 \text{ min}$$

mittl. indiv. Zeitverlust

$$= (T_3 - T_2) / 2$$

$$= (1.4517 - 1.00) / 2$$

$$= 0.2258 \text{ h}$$

$$= 13.55 \text{ min}$$

1.2.4 Variante B +

Stärke des Zuflusses

$$q_1 = 3540 \text{ PWE/h}$$

$$v_1 = 90 \text{ km/h}$$

$$\Rightarrow D_1 = 39.33 \text{ PWE/km}$$

Stärke im Engpass

$$q_2 = 2523 \text{ PWE/h}$$

$$v_2 = 22.5 \text{ km/h}$$

$$\Rightarrow D_2 = 112.13 \text{ PWE/km}$$

$$v_2^* = 90 \text{ km/h}$$

$$\Rightarrow D_2^* = 28.03 \text{ PWE/km}$$

Stärke nach Engpass

$$q_3 = 1125 \text{ PWE/h} < q_2$$

$$v_3 = 90 \text{ km/h}$$

$q_{2\max} = 4500 \text{ PWE/h}$

$$D_3 = 12.5 \text{ PWE/km}$$

Rückschlaggeschwindigkeit

$$v_R = \frac{(q_2 - q_1)}{(D_2 - D_1)}$$

$$v_R = \frac{2523 - 3540}{112.13 - 39.333}$$

$$v_R = -13.97 \text{ km/h}$$

Auflösungsgeschwindigkeit

$$v_A = \frac{(q_3 - q_2)}{(D_3 - D_2)}$$

$$v_A = \frac{1125 - 2523}{12.5 - 112.13}$$

$$v_A = 14.03 \text{ km/h}$$

Staulänge

$$L = T_1 \cdot v_R$$

Zeitdauer, in der  $q_1 > q_2$  ist, hier 60min

$$T_2 = 1.00 \text{ h}$$

$$L = T_2 \cdot v_1 / \left( \frac{v_1}{-v_R} + 1 \right)$$

$$L = 1.00 \cdot 90 / \left( \frac{90}{13.97} + 1 \right) = 12.09 \text{ km}$$

$$L = T_2 \cdot -v_R / \left( \frac{-v_R}{v_1} + 1 \right)$$

$$L = 1.00 \cdot 13.97 / \left( \frac{13.97}{90} + 1 \right) = 12.09 \text{ km}$$

bzw.

Anschwellzeit

$$T_1 = \frac{T_2 - L}{v_1}$$

$$T_1 = \frac{1.00 - 12.093}{90}$$

$$T_1 = 0.8656 \text{ h}$$

$$T_1 = 51.94 \text{ min}$$

Staudauer für  $q_1$ :

$$T_3 = T_1 + L / v_2$$
$$T_3 = 0.8656 + 12.093 / 22.5$$
$$T_3 = 1.40 \text{ h}$$

aus  
max. indiv. Zeitverlust

$$= T_3 - T_2$$
$$= 1.4031 - 1.00$$
$$= 0.4031 \text{ h}$$
$$= 24.19 \text{ min}$$

mittl. indiv. Zeitverlust

$$= (T_3 - T_2) / 2$$
$$= (1.4031 - 1.00) / 2$$
$$= 0.2015 \text{ h}$$
$$= 12.09 \text{ min}$$

## 2 Standardsituation 2: Pflörtneranlage auf 2-streifiger Strasse mit HOV-Privilegierung und vorgelagertem HOV-Streifen

### 2.1 Berechnungsgrössen

$t_w$  = durchschnittliche Wartezeit [s]

$g$  = Grünzeit [s], die für die Einfallsachse vorhanden ist

$g\text{-erf.}$  = erforderliche Grünzeit pro Fahrzeug

$q$  = Belastung von Fahrstreifen, Verkehrsstärke auf Zufluss [PWE/h]

$s$  = 1800 [PWE/h], ideale Sättigungsrate

$x$  = Auslastungsgrad

$l$  = 1000 [PWE/h], Leistungsfähigkeit

$Z$  = 90 [s], Umlaufzeit, Zyklus

$t_R$  = 40 [s], Rotzeit auf Einfallsachse pro Zyklus

HOV-Anteil zu LOV-Anteil beträgt 16.3 % zu 83.7 %

Restgrünverteilung, d.h. bei der Grünverteilung von  $g_{\max}$  ist der HOV-Anteil die massgebende Grösse, der LOV-Anteil erhält den Rest der vorhandenen Grünzeit

$L_{\text{Stau}}$  = Staulänge / Stauraumlänge

$L_{\text{Fz}}$  = Länge vom Personenwagen 6 m, spezifischer Platzbedarf

$k$  = Kenngrösse, die Verzögerungen beim Abfluss berücksichtigt, hervorgerufen durch „hängengebliebene“ Fahrzeuge aus dem vorherigen Umlauf

*Wartezeiten:*

Die Wartezeit  $t_w$  setzt sich aus der Grundwartezeit [GWZ] (d.h. die Grünzeit kann alle Fahrzeuge in einem Umlauf abfliessen lassen) plus der Reststauwartezeit [RWZ] zusammen<sup>1</sup>. Demnach ist  $t_w = \text{GWZ} + \text{RWZ}$ .

Die Formeln zur Bestimmung der GWZ und RWZ lautet<sup>2</sup>:

$$\text{GWZ} = k * [Z * (1-g/Z)^2] : [2 * (1 - q/s)]$$

$$\text{RWZ} = P \text{ Periode} * Z + a * g\text{-erf./PWE}$$

$P$  = Anzahl der Umläufe, die der Reststau zum Abfliessen benötigt, wobei  $P$  hergeleitet wird über  $N$   
Defizit :  $[l : (3600 : 90)] = P \text{ Rest } a$

<sup>1</sup> Anmerkung: Ist die Verkehrsbelastung grösser als die Leistungsfähigkeit tritt eine Überlastung ein. Nicht alle Fahrzeuge des Zuflusses können am Lichtsignal abfliessen (z.B. nur 25 von 27 PWE/Z). Entsprechend wird ein Teil (2 PWE) erst im Folgeumlauf abfliessen können. Bei dem in diesem Umlauf eintreffenden Fahrzeugen (27 PWE) werden wieder nur 25 PWE abfliessen, 2 PWE vom vorherigen Umlauf + 23 PWE vom jetzigen, 4 PWE müssen warten. Es entsteht eine Reststauwartezeit (RWZ)

<sup>2</sup> Anmerkung: es wird von einem gleichmässigen Zufluss ausgegangen; Bestimmung der Wartezeiten nach W. Schnabel, D. Lohse: Grundlagen der Strassenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung, Berlin 1997.

a = Betrag des Restes von P

## 2.2 Berechnungen

### 2.2.1 Wartezeiten der Fahrzeuge auf Einfallsachse ohne HOV-Streifen (Ist-Zustand) mit HOV-Anteil 16.3%

Verkehrsstärke Zufluss q	1080	PWE/h	
Leistungsfähigkeit I	1000	PWE/h	
Auslastungsgrad x	1.08		
Umlauf Z	90	s	
Sättigungsrate s	1800	PWE/h	
Grünzeit g/Z	50	s	
mittlere Eintreffenzahl m	27	PWE	=q:(3600:Z)
Faktor k =0.71x + 0.56 - 0.004 m	1.2188		wenn m>5
Faktor k =0.71x + 0.54	1.3068		wenn m<5
Faktor k in diesem Fall:	1.2188		

**GWZ, Grundwartezeit beträgt: 27.08 s (durchschnittlich)**

Leistungsdefizit N Defizit	80	PWE/h	
Leistungsfähigkeit I	1000	PWE/h	
Anz.Z, die Reststau z. Abfließen benötigt	P = NDefizit : [I : (3600:Z)]		
Umlauf Z	90	s	
g-erf. = Zeitlücke	2	s	
P abgerundet	3.00	Z	
P zur Bestimmung Rest a:	3.00	Z Rest a:	5
<b>RWZ, Reststauwartezeit beträgt:</b>	<b>280 s</b>		<b>4.67 min.</b>
	für letztes Fahrzeug nach 60 Minuten		

#### Bestimmung der gesamten Wartezeit

tw = GWZ + RWZ =	307 s (für letztes Fz. nach 60')	5.12 min.
tw = GWZ + RWZ =	167 s (durchschnittliches Fz.)	2.78 min.

#### unter Berücksichtigung der Verkehrsstärke Zufluss q

tw =(GWZ + RWZ * 0.5) mal q =	180451 s
	3007.52 min.
	50.13 h

2.2.2 **Wartezeiten der HOV-Fahrzeuge** auf Einfallsachse mit HOV-Streifen bei HOV-Anteil  
16.3%

Verkehrsstärke Zufluss q	176	PWE/h	
Leistungsfähigkeit I	200	PWE/h	
Auslastungsgrad x	0.88		
Umlauf Z	90	s	
Sättigungsrate s	1800	PWE/h	
Grünzeit g-HOV/Z	10	s	
mittlere Eintreffenzahl m	4.4	PWE	=q:(3600:Z)
Faktor k = 0.71x + 0.56 - 0.004 m	1.17		wenn m > 5
Faktor k = 0.71x + 0.54	1.16		wenn m < 5
Faktor k in diesem Fall:	1.16		nur bei Übersättigung

**GWZ, Grundwartezeit beträgt: 39.41 s (durchschnittlich)**

Leistungsdefizit N Defizit	0	PWE/h	
Leistungsfähigkeit I	200	PWE/h	
Anz.Z, die Reststau z. Abfließen benötigt	P = NDefizit : [I : (3600:Z)]		
Umlauf Z	90	s	
g-erf./PWE = Zeitlücke	2	s	
P abgerundet	0.00	Z	
P zur Bestimmung Rest a:	0.00	Z Rest a:	0
<b>RWZ, Reststauwartezeit beträgt:</b>	<b>0 s</b>		<b>0.00 min.</b>
	für letztes Fahrzeug nach 60 Minuten		

#### Bestimmung der gesamten Wartezeit

tw = GWZ + RWZ =	39 s (für letztes Fz. nach 60')	0.66 min.
tw = GWZ + RWZ =	39 s (durchschnittliches Fz.)	0.66 min.

#### unter Berücksichtigung der Verkehrsstärke Zufluss q

tw = (GWZ + (RWZ * 0.5)) mal q =	6936 s
	115.60 min.
	1.93 h

Der maximale individuelle Zeitverlust entspricht tR

Die für den HOV-Verkehr erforderliche Grünzeit beträgt g-HOV/Z = 'q\*(3600/s)/(3600/Z)\*1.2  
g-HOV/Z = 9.68 s, beinhaltet: mal 1.1 als Grünzeitreserve

Daraus ergibt sich für den LOV-Verkehr eine Restgrünzeit, die zur Verfügung steht von:

g-LOV/Z =	Grünzeit g/Z - g-HOV/Z
g-LOV/Z =	40.0 s

Die Leistungsfähigkeit lässt sich aus g-HOV od. LOV wie folgt bestimmen:

$$I = g\text{-HOV od. LOV/Z} * (3600 : 2) : g\text{-erf./PWE}$$

### 2.2.3 Wartezeiten der LOV-Fahrzeuge auf Einfallsachse mit HOV-Streifen bei HOV-Anteil 16.3%

Verkehrsstärke Zufluss q	904	PWE/h	
Leistungsfähigkeit I	800	PWE/h	
Auslastungsgrad x	1.13		
Umlauf Z	90	s	
Sättigungsrate s	1800	PWE/h	
Grünzeit g-LOV/Z	40	s	
mittlere Eintreffenzahl m	22.6	PWE	=q:(3600:Z)
Faktor k =0.71x + 0.56 - 0.004 m	1.2719		wenn m>5
Faktor k =0.71x + 0.54	1.3423		wenn m<5
Faktor k in diesem Fall:	1.2719		

**GWZ, Grundwartezeit beträgt: 35.49 s (durchschnittlich)**

Leistungsdefizit N Defizit	104	PWE/h	
Leistungsfähigkeit I	800	PWE/h	
Anz.Z,die Reststau z.Abfließen benötigt	P = NDefizit : [I : (3600:Z)]		
Umlauf Z	90	s	
g-erf. = Zeitlücke	2	s	
P abgerundet	5.00	Z	
P zur Bestimmung Rest a:	5.00	Z Rest a:	4
<b>RWZ, Reststauwartezeit beträgt:</b>	<b>458 s</b>		<b>7.63 min.</b>
	für letztes Fahrzeug nach 60 Minuten		

#### Bestimmung der gesamten Wartezeit

<b>tw = GWZ + RWZ =</b>	<b>493 s (für letztes Fz. nach 60')</b>	<b>8.22 min.</b>
<b>tw = GWZ + RWZ =</b>	<b>264 s (durchschnittliches Fz.)</b>	<b>4.41 min.</b>

unter Berücksichtigung der Verkehrsstärke Zufluss q

<b>tw = (GWZ + (RWZ * 0.5)) mal q =</b>	<b>239097 s</b>
	<b>3984.96 min.</b>
	<b>66.42 h</b>

2.2.4 **Wartezeiten der HOV-Fahrzeuge** auf Einfallsachse mit HOV-Streifen bei HOV-Anteil 20.5% - Sensivität: 10% „Umsteiger“

Verkehrsstärke Zufluss q	<b>210</b> PWE/h, 10% von qLOV : BGP 2.70	
Leistungsfähigkeit I	240 PWE/h	
Auslastungsgrad x	0.88	
Umlauf Z	90 s	
Sättigungsrate s	1800 PWE/h	
Grünzeit g-HOV/Z	12 s	
mittlere Eintreffenzahl m	5.25 PWE	=q:(3600:Z)
Faktor k =0.71x + 0.56 - 0.004 m	1.16	wenn m>5
Faktor k =0.71x + 0.54	1.16	wenn m<5
Faktor k in diesem Fall:	1.16	

**GWZ, Grundwartezeit beträgt: 38.26 s (durchschnittlich)**

Leistungsdefizit N Defizit	0 PWE/h	
Leistungsfähigkeit I	240 PWE/h	
Anz.Z, die Reststau z.Abfließen benötigt	P = NDefizit : [I : (3600:Z)]	
Umlauf Z	90 s	
g-erf./PWE = Zeitlücke	2 s	
P abgerundet	0.00 Z	
P zur Bestimmung Rest a:	0.00 Z Rest a: 0	
<b>RWZ, Reststauwartezeit beträgt:</b>	<b>0 s</b>	<b>0.00 min.</b>
	für letztes Fahrzeug nach 60 Minuten	

**Bestimmung der gesamten Wartezeit**

<b>tw = GWZ + RWZ =</b>	<b>38 s (für letztes Fz. nach 60')</b>	<b>0.64 min.</b>
<b>tw = GWZ + RWZ =</b>	<b>38 s (durchschnittliches Fz.)</b>	<b>0.64 min.</b>

**unter Berücksichtigung der Verkehrsstärke Zufluss q**

<b>tw =( GWZ + (RWZ * 0.5))mal q =</b>	<b>8035 s</b>
	<b>133.92 min.</b>
	<b>2.23 h</b>

Die für den HOV-Verkehr erforderliche Grünzeit beträgt g-HOV/Z ='q\*(3600/s)/(3600/Z)\*1.2  
g-HOV/Z = 11.55 s, mal 1.1 als Grünzeit-Reserve

Daraus ergibt sich für den LOV-Verkehr eine Restgrünzeit, die zur Verfügung steht von:

g-LOV/Z =	Grünzeit g/Z - g-HOV/Z
g-LOV/Z =	38.0 s

Die Leistungsfähigkeit lässt sich aus g-HOV od. LOV wie folgt bestimmen:

I ='g-HOV od. LOV/Z \* (3600 : 2) : g-erf./PWE  
Der maximale individuelle Zeitverlust entspricht tR

2.2.5 **Wartezeiten der LOV-Fahrzeuge** auf Einfallsachse mit HOV-Streifen bei HOV-Anteil 20.5% - Sensivität: 10% „Umsteiger“

Verkehrsstärke Zufluss q	814	PWE/h	
Leistungsfähigkeit I	760	PWE/h	
Auslastungsgrad x	1.07		
Umlauf Z	90	s	
Sättigungsrate s	1800	PWE/h	
Grünzeit g-LOV/Z	38	s	
mittlere Eintreffenzahl m	20.35	PWE	=q:(3600:Z)
Faktor k =0.71x + 0.56 - 0.004 m	1.2390		wenn m>5
Faktor k =0.71x + 0.54	1.3004		wenn m<5
Faktor k in diesem Fall:	1.2390		

**GWZ, Grundwartezeit beträgt: 33.98 s (durchschnittlich)**

Leistungsdefizit N Defizit	54	PWE/h	
Leistungsfähigkeit I	760	PWE/h	
Anz.Z, die Reststau z. Abfließen benötigt	P = NDefizit : [I : (3600:Z)]		
Umlauf Z	90	s	
g-erf. = Zeitlücke	2	s	
P abgerundet	2.00	Z	
P zur Bestimmung Rest a:	2.00	Z Rest a:	16
<b>RWZ, Reststauwartezeit beträgt:</b>	<b>212 s</b>		<b>3.53 min.</b>
	für letztes Fahrzeug nach 60 Minuten		

**Bestimmung der gesamten Wartezeit**

<b>tw = GWZ + RWZ =</b>	<b>246 s (für letztes Fz. nach 60')</b>	<b>4.10 min.</b>
<b>tw = GWZ + RWZ =</b>	<b>140 s (durchschnittliches Fz.)</b>	<b>2.33 min.</b>

**unter Berücksichtigung der Verkehrsstärke Zufluss q**

<b>tw = (GWZ + (RWZ * 0.5)) mal q =</b>	<b>113943 s</b>
	<b>1899.06 min.</b>
	<b>31.65 h</b>

## Beilage E

### Literaturverzeichnis

- [1] ANNER R.: More mobility, less traffic? New technologies – new car pooling? in: Traffic technology international, annual review 2000
- [2] ARRAS H.E., FRECE A.: Car-pooling, Schlussbericht des Pilotprojektes; Syntropie - Stiftung für Zukunftsgestaltung 1994 im Auftrag der beiden Basler Kantone im Rahmen des Luftreinhalteplans. Basel, 1994
- [3] ASTRA (Bundesamt für Strassen): Schweizerische Nationalstrassen, INFO 1998
- [4] BFS (Bundesamt für Statistik) / GVF (Stab für Gesamtverkehrsfragen/EVED): Verkehrsverhalten in der Schweiz 1994 (Mikrozensus Verkehr 1994). Bern, 1996
- [5] DATA SCIENCE AG (THOMAS C.): Div. Vorberichte im Rahmen des Projektes ICARO Workpackages 1 und 2 (teilweise provisorische Fassungen), Zürich 1997-1998
- [6] DATA SCIENCE AG (THOMAS C.): Massnahmen zur Erhöhung des Besetzungsgrades von Fahrzeugen - Die Schweizer Beteiligung am EU-Forschungsprojekt "Increase of Car Occupancy (ICARO); NFP 41 Bericht A6. Zürich, 1999
- [7] DIETIKER J., REGLI R.: Was Menschen bewegt - Motive und Fahrzwecke der Verkehrsteilnahme. Forschungsauftrag 42/94 des EVED auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI). Windisch, Juli 1998
- [8] DIETRICH K., ROTACH M., BOPPART E.: Strassenprojektierung, ETHZ. Zürich, 1998
- [9] GVF (Stab für Gesamtverkehrsfragen/EVED): Verkehrsverhalten in der Schweiz 1979/80; GVF-Bericht 3/83. Bern, 1983
- [10] GVF (Stab für Gesamtverkehrsfragen/EVED): Verkehrsverhalten in der Schweiz 1984; GVF-Bericht 2/86. Bern, 1986
- [11] GVF (Stab für Gesamtverkehrsfragen/EVED): Verkehrsverhalten in der Schweiz 1989 GVF-Bericht 6/91. Bern, 1991
- [12] HANSEN I., WESTLAND D.: Verkehrsstaus rational betrachtet; in: Strassenverkehrstechnik 11/98
- [13] HAUTZINGER H., PFEIFFER M.: Empirische Untersuchungen zum Pkw-Besetzungsgrad; Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung; Publiziert in: Internationales Verkehrswesen 46 (1994). Heilbronn, 1994
- [14] HIDBER C., WIDMER J.P.: Perspektiven des schweizerischen Verkehrswesens, Entwicklung des schweizerischen Personenverkehrs 1970 - 1985. IVT/ETH, Zürich 1986. GVF-Auftrag Nr. 5-A91
- [15] HÖFLER L., SAMMER G. et. al.: Mitbenutzung des Busstreifens auf der B127 durch mehrfach besetzte Kraftfahrzeuge – Analyse der Auswirkungen; in: Strassenverkehrstechnik 11/99. Wien, 1999
- [16] Increase of car occupancy (ICARO): Cross comparison of the real life demonstration sites and the measures. December 1998
- [17] Increase of car occupancy (ICARO): Evaluation report on the Swiss demonstrations (draft version). December 1998
- [18] Increase of car occupancy (ICARO): Increased car occupancy trough innovative Measures and technical instruments (Task number 5.2/17). March 1996

- 
- [19] Increase of car occupancy (ICARO): Evaluation report on the Leeds demonstration. December 1998
  - [20] INFRAS: Staukosten im Strassenverkehr; Auftrag des Bundesamtes für Strassen (ASTRA). Dezember 1998
  - [21] KELLER R. AG: Verkehrstechnische Dimensionierung, Forschungsauftrag 15/87 im Auftrag des ASB (Bundesamt für Strassenbau), März 1993
  - [22] KÖHLER U., STRAUSS S.: Einfluss sonstiger Kraftfahrzeuge auf die Leistungsfähigkeit von Busspuren; in: Der Nahverkehr 9/95
  - [23] PITZINGER P.: Gute Erfahrungen mit der ersten Rampenbewirtschaftung in der Schweiz; im Auftrag des Kantons Zürich. November 1997
  - [24] PORCHET A.: Parkraumbewirtschaftung zur Verkehrsreduktion?; in: Strasse und Verkehr Nr. 2, Februar 2000
  - [25] PROGNOSE / KELLER R.: Verkehrsentwicklungen in Europa, Vergleich mit den schweizerischen Verkehrsperspektiven; Auftrag des Stabs für Gesamtverkehrsfragen (GVF)/EVED und des Bundesamts für Strassenbau (ASB); GVF-Bericht Nr. 267. Bern, 1995
  - [26] RAPP Ingenieure + Planer / B+S Ingenieur AG: Klassifizierung des Trans European Road Network (TERN) in der Schweiz und weiterer Handlungsbedarf; VSS-Auftrag 08/99 (Bericht-Nr. 455). Bern/Basel, Mai 2000
  - [27] RAPP Ingenieure + Planer: Legal and institutional issues; Advanced Vehicle Classification and Enforcement (ADVANCE, workpackage 5). Basel, 1999
  - [28] ROHLOFF M.: Umnutzung von Standstreifen an Bundesautobahnen; in: Strassenverkehrstechnik 5/2000
  - [29] SAMMER G.: Fahrgemeinschaften, eine Verwendung freier Transportkapazität; Universität für Bodenkultur. Wien, 1999
  - [30] SCHNABEL W., LOHSE D.: Grundlagen der Strassenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung. Berlin, 1997
  - [31] SYNERGO: Verkehr und Verkehrspolitik in Europa; Auftrag des Stabs für Gesamtverkehrsfragen (GVF)/EVED, des Bundesamts für Raumplanung (BRP) und des Bundesamts für Statistik (BFS); GVF-Bericht Nr. 269. Zürich, 1996
  - [32] TELEWAYS: Auto-Pooling Realisierungsstudie; Forschungsauftrag 57/92 des Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartements (EVED) auf Antrag des Bundesamtes für Strassenbau (ASB). Zürich, 1993
  - [33] TURNBULL K.: Lower occupancy requirement tested in Seattle, HOV System Notes No. 6; Transportation Research Board. Washington D.C., 1992
  - [34] UVEK (Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation): Leitbild Strassenverkehrstelematik für die Schweiz im Jahre 2010 (SVT-CH 2010). Juli 1999
  - [34b] UVEK (Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation): Departementsstrategie UVEK. Bern, Dezember 1999
  - [35] VSS (Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute): SN 640 018: Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit. Zürich, 1999
  - [36] VSS (Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute): SN 640 018: Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit (Freie Strecken auf Autobahnen). Zürich, 1999
  - [37] VSS (Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute): SN 640 019: Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit (Einfahrten in Hochleistungsstrassen). Zürich, 1999
  - [38] VSS (Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute): SN 640 040-045: Projektierung, Grundlagen. Zürich, 1992

- [39] VSS (Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute): SN 640 138: Linienführung. Zürich, 1986
- [40] VSS (Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute): SN 640 200-202: Geometrisches Normalprofil. Zürich, 1992
- [41] VSS (Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute): SN 640 854: Markierungen. Zürich, 1993
- [42] VSS (Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute): SN 640 871: Strassenverkehrstelematik. Zürich, 2000
- [43] VSS (Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute): SN 641 230a: Ganglinientypen und durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV). Zürich, 1990