

# **WIE STRASSENRAUMBILDER DEN VERKEHR BEEINFLUSSEN**

**Der Durchfahrtswiderstand als Arbeitsinstrument  
bei der städtebaulichen Gestaltung von Strassenräumen**

**L'influence de l'aménagement de l'espace de la route sur le trafic**  
La résistance de passage du trafic comme instrument de travail  
pour la conception urbaine de zone routière

**How streetscape perception can influence traffic**  
Through-traffic resistance as a working tool  
for the urban design of streetscapes

Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften zhaw  
Zentrum urban landscape, CH – 8400 Winterthur

Jenni + Gottardi AG, Beratende Ingenieure, CH - 8800 Thalwil

Forschungsauftrag SVI 2004 / 057  
auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure (SVI)

Mai 2009

1257



# **WIE STRASSENRAUMBILDER DEN VERKEHR BEEINFLUSSEN**

**Der Durchfahrtswiderstand als Arbeitsinstrument  
bei der städtebaulichen Gestaltung von Strassenräumen**

**L'influence de l'aménagement de l'espace de la route sur le trafic**  
La résistance de passage du trafic comme instrument de travail  
pour la conception urbaine de zone routière

**How streetscape perception can influence traffic**  
Through-traffic resistance as a working tool  
for the urban design of streetscapes

Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften zhaw  
Zentrum urban landscape, CH – 8400 Winterthur

Jenni + Gottardi AG, Beratende Ingenieure, CH - 8800 Thalwil

Forschungsauftrag SVI 2004 / 057  
auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure (SVI)

Mai 2009

# IMPRESSUM

## Forschungsstelle und Projektteam

### Projektleitung

Prof. Jürg Dietiker, Verkehrsplaner,  
Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften

### Mitglieder

Prof. Max Bosshard, dipl. Arch. ETH/BSA/SIA  
Dr. Giovanni Gottardi, dipl. Ing. ETH/SIA/SVI  
Christine Krämer, dipl. Ing. TU SVI  
Christoph Luchsinger, dipl. Arch. ETH/BSA/SIA  
Pascal Regli, lic. oec. II, Verkehrsplaner SVI  
Dr. Albert Zeyer, Dr. med und Mathematiker

## Begleitkommission

Samuel Hinden, Amt für Umweltkoordination und Energie Kanton Bern (Prä)  
Urs Gloor, Verkehrsplanung Stadt Bern  
Adrian Gygli, Tiefbauamt Kanton Bern  
Werner Prantl, Ingenieur, Interlaken  
Heinz Schmid, Verkehrsingenieur, Zürich  
Christoph Suter, Tiefbauamt Stadt Zürich

## Antragsteller

Forschungsauftrag SVI 2004 / 057  
auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure (SVI)

## Bezugsquelle

Das Dokument kann kostenlos  
von [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch) heruntergeladen werden.

## INHALTSVERZEICHNIS

	<b>IMPRESSUM</b> .....	<b>4</b>
	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>7</b>
	<b>RÉSUMÉ</b> .....	<b>8</b>
	<b>SUMMARY</b> .....	<b>9</b>
	<b>SCHLUSSBERICHT</b>	
<b>1</b>	<b>EIN SCHNELLER ÜBERBLICK</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>ZU DEN FORSCHUNGSFRAGEN</b> .....	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>DEFINITION DES DURCHFARTSWIDERSTANDES</b> .....	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>LITERATURRECHERCHE</b> .....	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>VERSTÄNDNISMODELL</b> .....	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>NEUROBIOLOGISCHE GRUNDLAGEN</b> .....	<b>45</b>
<b>7</b>	<b>BEFRAGUNGSKONZEPT</b> .....	<b>61</b>
<b>8</b>	<b>EXPLORATIVE BEFRAGUNG</b> .....	<b>65</b>
<b>9</b>	<b>ARBEITSINSTRUMENTE DURCHFARTSWIDERSTAND</b> .....	<b>83</b>
<b>10</b>	<b>TESTUNTERSUCHUNG</b> .....	<b>103</b>
<b>11</b>	<b>DURCHFARTSWIDERSTAND UND VERKEHRSMODELLE</b> .....	<b>131</b>
<b>12</b>	<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>133</b>
<b>13</b>	<b>LITERATUR</b> .....	<b>134</b>



## ZUSAMMENFASSUNG

Der Durchfahrtswiderstand als Reaktion auf das von Autofahrenden wahrgenommene Strassenraumbild ist das Resultat des Zusammenwirkens vieler Einzelelemente. Basierend auf einem in vorangehenden Arbeiten entwickelten Verständnismodell der Mobilitätshandlungen im Verkehr und dem aus der neurobiologischen Forschung stammenden emotional operating system (EOS) wurde ein Befragungskonzept entwickelt, mit dem die Verbindung zwischen Raumbildern, Einzelelementen im Strassenraum und Fahrverhalten der Autofahrenden untersucht werden konnte. Die Erkenntnisse aus den Befragungen und Analysen wurden in einem Arbeitsinstrument mit Beurteilungskriterien zusammengefasst, das es erlaubt, in einer Situationsanalyse den Durchfahrtswiderstand bestimmter Strassenzüge ganzheitlich zu erfassen, zu quantifizieren und darzustellen sowie für den Projektentwurf diejenigen gestalterischen und betrieblichen Elemente zu bezeichnen, mit denen der Durchfahrtswiderstand in die zukünftig angestrebte Klasse gehoben werden kann.

## RÉSUMÉ

La résistance de passage du trafic, vue comme réaction de l'automobiliste à l'aménagement de l'espace de la rue, est le résultat de la coïncidence de plusieurs éléments divers.

Basant sur un modèle de compréhension concernant des actions de mobilité dans le trafic et du EOS, issu de recherches neurobiologiques, les deux ayant été développés auparavant, une stratégie de sondage a été établie.

Grâce à cette stratégie, les rapports entre l'aménagement de l'espace de la route, les éléments divers de la route et le comportement individuel au volant ont pu être examinés.

Les connaissances obtenues des sondages et des analyses ont été résumées dans un papier de travail contenant des critères d'évaluation. Ceci permet de saisir globalement la résistance de passage de certains systèmes routiers dans une analyse relative à la situation.

De même, la résistance de passage peut être quantifiée et présentée.

Ensuite les éléments créateurs et ceux d'exploitation peuvent être désignés ce qui aidera finalement à mener la résistance de passage au niveau visé.

## SUMMARY

Through-traffic resistance is defined as the way car drivers react to their perception of the streetscape. Through-traffic resistance results from the interaction between various individual elements.

In previous studies, a research concept was developed to investigate the relation between the perceived image of the street, the various elements of the streetscape, and the driving behaviour of automobilists. This concept is based on a model of traffic-related mobility acts and on the emotional operating system (EOS), originating from neurobiological research.

The results from the surveys and the analyses were summarized in a working tool with evaluation criteria. Applying this tool in a situation analysis, we can capture, quantify and represent through-traffic resistance of specific street sections in an integrated way. In addition to this, we can specify (oder identify) those elements of design and traffic organisation (oder elements of design and operation) which can raise through-traffic resistance to the aspired level.



# 1 EIN SCHNELLER ÜBERBLICK

## FORSCHUNGSTHEMA

Ziel der Ausschreibung des Forschungsthemas „Durchfahrtswiderstand“ ist, Erkenntnisse zu gewinnen über die Wirksamkeit und Quantifizierung von Einflüssen der gestalterischen Erscheinung innerörtlicher Strassenräume auf Fahrverhalten und Verkehrsfluss. Ziel ist, für Planung und Projektierung direkt anwendbare Praxisinstrumente zu erhalten.

Im ersten Arbeitsschritt erfolgte die Auseinandersetzung mit dem Begriff des Durchfahrtswiderstandes. Beschrieben wird damit der Widerstand, der sich aufgrund von Strassenraumgestaltung und Nutzung der freien ungehinderten Durchfahrt entgegenstellt. In der ersten Stufe verringert der Durchfahrtswiderstand die Fahrgeschwindigkeiten und erhöht die Aufmerksamkeit, in der zweiten Stufe beeinflusst er die Wahl von Alternativen, wenn solche zur Verfügung stehen. Der Durchfahrtswiderstand drückt sich also im Fahrverhalten aus. Zu seiner Erzeugung tragen viele Faktoren bei: Städtebauliches Erscheinungsbild, Nutzungen, Verkehrsanordnungen.

## DEFINITION DURCHFARTSWIDERSTAND

Die Konkretisierung des Forschungsthemas führte zur folgenden Definition des Begriffes des Durchfahrtswiderstandes:

Definition: Der Durchfahrtswiderstand ist jener Effekt, der sich aufgrund von Erscheinungsbild, Nutzung und Verkehrsregelung von Strassenräumen der freien ungehinderten Durchfahrt entgegenstellt. Über die individuelle Wahrnehmung und Reaktion der Autolenkenden wirkt er sich aus auf die Fahrgeschwindigkeit, die Fahrweise und die Aufmerksamkeit. Wenn Alternativen zur Verfügung stehen, beeinflusst er die Routen- und Verkehrsmittelwahl.

## FORSCHUNGSANSATZ

Mit dieser Definition rückt der Mensch als Akteur im Verkehr in den Mittelpunkt des Interesses. Wie nehmen Menschen die Strassenräume wahr, wie reagieren sie darauf? Lassen sich Faktoren definieren, welche solche Reaktionen beschreiben und erklären? Zur Beantwortung dieser Fragen sind Ingenieure auf die Unterstützung anderer wissenschaftlicher Disziplinen angewiesen, die sich mit dem Menschen beschäftigen – Philosophie, Ethologie, Psychologie, Soziologie. Als interessantes Verbindungsglied hat sich in vorangehenden Forschungsarbeiten<sup>1</sup> das auf aktuellen Erkenntnissen der Neurobiologie basierende System der emotional operating systems (EOS) erwiesen. EOS sind evolutionsgeschichtlich sehr alte Hirnzentren, die eine autonome Wirkung entfalten und bei bestimmten Reizen Verhaltenspotentiale generieren. Sie basieren auf der Wechselwirkung zwischen Mensch und Umwelt und ermöglichen es, Verhaltensmuster als Reaktion auf Umfeldreize – dazu gehören die von Strassenraumbildern ausgesendeten Botschaften – zu beschreiben.

Fazit: Für das Verstehen der Wechselwirkungen zwischen Verkehrsräumen und Verhaltensmustern der diese Räume benutzenden Menschen muss auf das Wissen anderer Wissenschaften vom Menschen zurückgegriffen werden. Mit der Abstützung auf das System der emotional operating systems kann der Bezug hergestellt werden zwischen dem Menschen mit seinen Empfänglichkeiten (EOS) und den Botschaften, welche Strassenräume in Bezug darauf aussenden.

Ziel der Untersuchung sind praktische Resultate, die es erlauben, den Durchfahrts-widerstand einer bestehenden Situation sowie dessen Veränderungspotential einzuschätzen. Dazu müssen die Verbindungen hergestellt werden zwischen städtebaulichen Raumbildern, verkehrlichen und gestalterischen Einzelementen in diesen Räumen und autofahrenden Menschen. Diese Verbindung erfolgt über gestufte explorative Befragungen mittels auf die EOS abgestützte Fragebogen.

<sup>1</sup> „Was Menschen bewegt – Motive und Fahrzwecke der Verkehrsteilnahme“, Jürg Dietiker et. al., Juli 1988 sowie „Warum steht Paul Müller lieber im Tram als im Stau?“, Jürg Dietiker et. al., April 2002

## BEURTEILUNGSKRITERIEN UND INDIKATOREN

Basierend auf einer umfassenden Literaturanalyse und den eigenen explorativen Befragungen konnte ein Set von Kriterien entwickelt werden, mit dem der aus dem Erscheinungsbild des Strassenraumes resultierende Durchfahrtswiderstand beurteilt und quantifiziert werden kann. Die Kriterien umfassen die Bereiche Raumbild, Nutzungsbild, Fahrbahnbild und Verkehrsbild.

## ARBEITSINSTRUMENT DURCHFahrtSWIDERSTAND-ROSE

Der Durchfahrtswiderstand als Reaktion auf das von Autofahrenden wahrgenommene Strassenraumbild ist das Zusammenwirken vieler Einzelelemente. Bei aller Systematisierung wird die Situationseinschätzung durch verschiedene Beteiligte und Betroffene (Ingenieur, Architekt, Behörden, Anwohner etc.) subjektiv unterschiedliche Bilder zeigen. Dies lässt sich nicht vermeiden, denn auch diese Wahrnehmung wird bestimmt durch die Prägungen in den Köpfen, die Ausdruck sind der bisherigen Lebenserfahrungen. Ein Arbeitsinstrument muss diese Situation ganzheitlich abbilden und als aussagekräftige Diskussionsgrundlage darstellen können. Mit der „Durchfahrtswiderstands-Rose“ wird ein Instrument vorgeschlagen, das diese Unterschiede sichtbar und diskutierbar machen kann.

## PRAXISTEST

Kriterien, Indikatoren und DurchfahrtswiderstandsRose wurden an Praxisbeispielen und im Rahmen interdisziplinärer Arbeiten von Studierenden der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften getestet. Die daraus gewonnen Erkenntnisse sind in die Überarbeitung und Präzisierung der Grundlagen eingeflossen. Bei diesen Arbeiten haben sich Praxistauglichkeit und Nützlichkeit bei der Situationsanalyse, der Entwicklung von Sanierungsvarianten und vor allem auch bei der partizipativen Diskussion der Befunde erwiesen.

Gezeigt hat sich, dass für die individuelle Arbeit Vergleichs- und Referenzsituationen nötig sind, an denen die Höhe des Durchfahrtswiderstandes, der Sanierungsbedarf und die Spielräume von Verbesserungen gemessen werden können. Es wird deshalb empfohlen, zum Beispiel auf der Homepage des SVI eine Datenbank mit Fallbeispielen einzurichten.

## BILANZ

Die Untersuchungen haben gezeigt ...

... dass der Durchfahrtswiderstand ein nützlicher Ansatz ist, um eine ganzheitliche Bearbeitung innerörtlicher Strassenprojekte zu erreichen. Er ermöglicht es, das verkehrliche, strassenbautechnische und städtebauliche Instrumentarium wesensgerecht einzusetzen mit dem Ziel, eine hohe verkehrliche Wirksamkeit und städtebauliche Qualität zu erreichen.

... dass das Praxisinstrument mit Kriterien, Indikatoren und Durchfahrtswiderstands-Rose eine breite interdisziplinäre Betrachtung und Bearbeitung und eine transparente Diskussion zwischen allen Beteiligten fördert.

## 2 ZU DEN FORSCHUNGSFRAGEN

*Zu Beginn wird die Forschungsfrage in den heutigen Stand des verkehrsplanerischen Instrumentariums eingeordnet. Im Vordergrund steht die Frage nach dem Verhältnis zwischen Massnahmen im Verkehrsnetz, der Wahl von Alternativrouten und der Wahl anderer Verkehrsmittel.*

### 2.1 DIE VERKEHRSPLANERISCHE INTERVENTIONSSTRATEGIE

Strassenbaumassnahmen erfolgen heute kaum mehr isoliert, sie werden vielmehr im Rahmen von Verkehrs-, Betriebs- und Gestaltungskonzepten für Verkehrskorridore oder Flächennetze koordiniert und aufeinander abgestimmt. In Anbetracht der knappen finanziellen Ressourcen und der Ausrichtung auf die Ziele einer nachhaltigen Entwicklung liegt das Schwergewicht heute in der betrieblichen Optimierung bestehender Systeme. Wie können diese fitgemacht werden für die steigende Nachfrage aller Verkehrsteilnehmer nach Kapazität, Sicherheit und Gestaltungsqualität? Zu diesem Zwecke steht ein auf dem Prinzip der Verträglichkeit basierendes Instrumentarium zur Verfügung<sup>1</sup>.

Ziel dieser modernen verkehrsplanerischen Interventionsstrategien ist, die bestehenden Infrastrukturen möglichst optimal zu nutzen. Dies ist möglich, wenn die Verträglichkeit zwischen den Verkehrsteilnehmern wie auch zwischen Verkehr und Strassenumfeld - das Gleichgewicht zwischen Belastung und Belastbarkeit - gewährleistet ist. In Bezug auf den Verkehrsfluss spielen dabei drei Faktoren eine entscheidende Rolle: Geschwindigkeit, Stetigkeit, Aufmerksamkeit. Beeinflusst werden diese Faktoren durch verkehrsrechtliche Anordnungen und baulich-gestalterische Massnahmen. Diese dämpfen den Verkehrsfluss, indem sie sich der freien ungehinderten Durchfahrt entgegenstellen, wirken also als Durchfahrtswiderstand.

Wenn sich die Diskrepanz zwischen Kapazität, Belastung und Belastbarkeit mit Massnahmen auf dem bestehenden Netz nicht beseitigen lässt, wird die Möglichkeit von Verkehrsentlastungen geprüft (Alternativrouten, Angebot anderer Verkehrsmittel etc.). Wenn eine Entlastungsrouten zur Verfügung gestellt wird, dann soll diese eine möglichst grosse Entlastung auf dem bestehenden Netz bringen. Dies wird erreicht, wenn das Verhältnis zwischen dem Durch-

<sup>1</sup> „Wegleitung für Strassenplanung und Strassenbau in Gebieten mit übermässiger Luftbelastung“, Jürg Dietiker, Peter Künzler, Bern 2002

fahrtswiderstand der bestehenden Route und der Anziehung der Alternativroute zugunsten der neuen Routenwahl spricht.

Die Forschungsfrage nach dem Durchfahrtswiderstand wird damit allgemeiner und sie stellt sich in zwei Stufen. In erster Linie sind damit alle Elemente angesprochen, welche das Verkehrsverhalten auf einem Strassenzug beeinflussen. Dazu gehören verkehrliche, städtebauliche und betriebliche Massnahmen, die sich dem freien Verkehrsfluss dämpfend entgegenstellen. Wenn Alternativen zur Verfügung gestellt werden, stellt sich die Frage nach dem relativen Verhältnis des Widerstandes der bestehenden Strasse und zur Attraktivität von Alternativen.

### 3 DEFINITION DES DURCHFAHRTSWIDERSTANDES

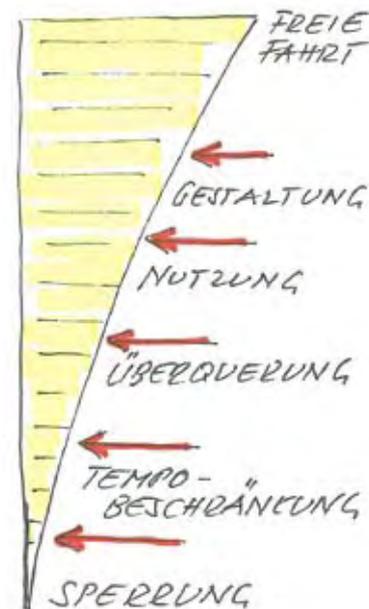
Die Einordnung in das verkehrsplanerische und städtebauliche Instrumentarium führt zu einer differenzierten Definition des Durchfahrtswiderstandes. Im Hinblick auf die empirischen Untersuchungen wird auf die Probleme im Zusammenhang mit der Evaluationsgeschwindigkeit hingewiesen.

#### 3.1 DURCHFAHRTSWIDERSTAND – WAS IST DAS?

Was gemeint ist, wenn von Durchfahrtswiderstand gesprochen wird, zeigen die folgenden Überlegungen.

Bei strikt verkehrsorientierter Gestaltung<sup>1</sup> der Fahrbahn - ausserorts oder mit vollständig abgewendeter Bebauung, die keinen Anspruch an den Strassenraum stellt - stellen sich den Autofahrenden keine Widerstände entgegen. Es herrscht „free flow“, ein Durchfahrtswiderstand ist nicht vorhanden.

Alle zusätzlichen Anforderungen an den Strassenraum – Einmündungen, Parkplätze, Fussgängerübergänge, nutzungsorientierte Gestaltung und stadträumliche Hinwendung der Bauten zum Strassenraum – stellen sich der freien Fahrt dämpfend entgegen. Der Durchfahrtswiderstand nimmt zu.



Wenn die rechtlichen, gestalterischen und nutzungsmässigen Verhältnisse als Widerstand nicht ausreichen, um einen Verkehrsfluss zu erreichen, der den Verträglichkeitskriterien genügt, sind Alternativen nötig. Damit diese attraktiv werden, ist auf der alten Route ein hoher Durchfahrtswiderstand nötig. Das absolute Mass ist die Sperrung. Dann ist der Durchfahrtswiderstand absolut.

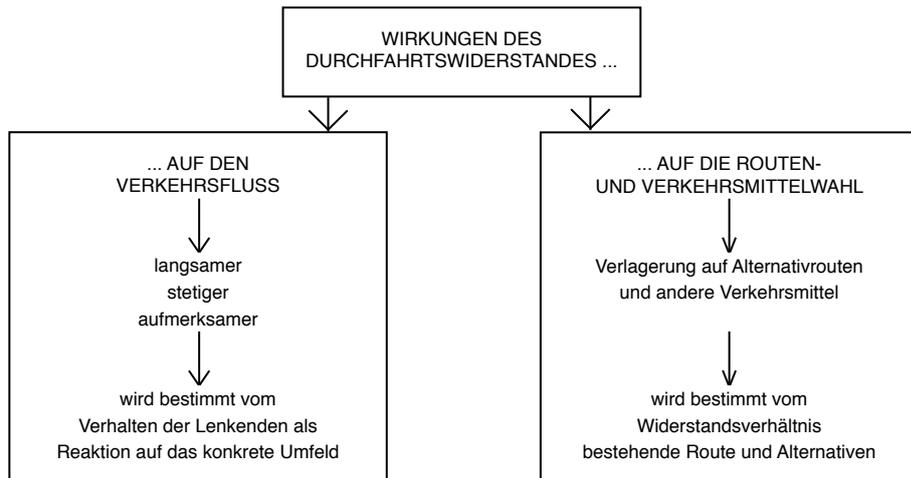
<sup>1</sup> Verkehrsplanerische Definition: Verkehrsorientierte Gestaltung liegt dann vor, wenn die Strassengestaltung sich primär auf die Bedürfnisse des fahrenden Verkehrs bezieht. Nutzungsorientierte Gestaltung bezieht die Bedürfnisse aller Verkehrsteilnehmer und Benutzer in die Gestaltung mit ein.

Daraus ergibt sich für den Durchfahrtswiderstand die folgende Definition:

**DEFINITION:** Der Durchfahrtswiderstand ist jener Effekt, der sich aufgrund von Erscheinungsbild, Nutzung und Verkehrsregelung von Strassenräumen der freien ungehinderten Durchfahrt entgegenstellt. Über die individuelle Wahrnehmung und Reaktion der Autolenkenden wirkt er sich aus auf die Fahrgeschwindigkeit, die Fahrweise und die Aufmerksamkeit. Wenn Alternativen zur Verfügung stehen, beeinflusst er die Routen- und Verkehrsmittelwahl.

### 3.2 WIRKUNGEN DES DURCHFAHRTSWIDERSTANDES

Das dieser Definition zugrunde liegende Verständnis des Durchfahrtswiderstandes geht von Wirkungen in zwei Hauptbereichen aus, die zu untersuchen sind:



Beide Wirkungsbereiche sind abhängig von Reaktion und Verhalten der auto-fahrenden Menschen auf verkehrsrechtliche, bauliche und gestalterische Elemente im Strassenraum. Diesen Zusammenhängen soll mit einem interdisziplinären Forschungsansatz nachgespürt werden, der die folgenden Elemente miteinander verbindet:



### 3.3 UNTERSUCHUNGSBEREICH

Die Untersuchung befasst sich also mit den Verhaltensreaktionen der Autofahrenden auf das Strassenraumbild innerörtlicher Hauptstrassen mit allen statischen und dynamischen Elementen. Damit ist der freie Verkehrsfluss angesprochen, wie er sich in den meisten Tagesstunden einstellt. Ausgeklammert sind die Spitzenstunden, in denen die mangelnde Kapazität zu Verkehrsbehinderungen führen.



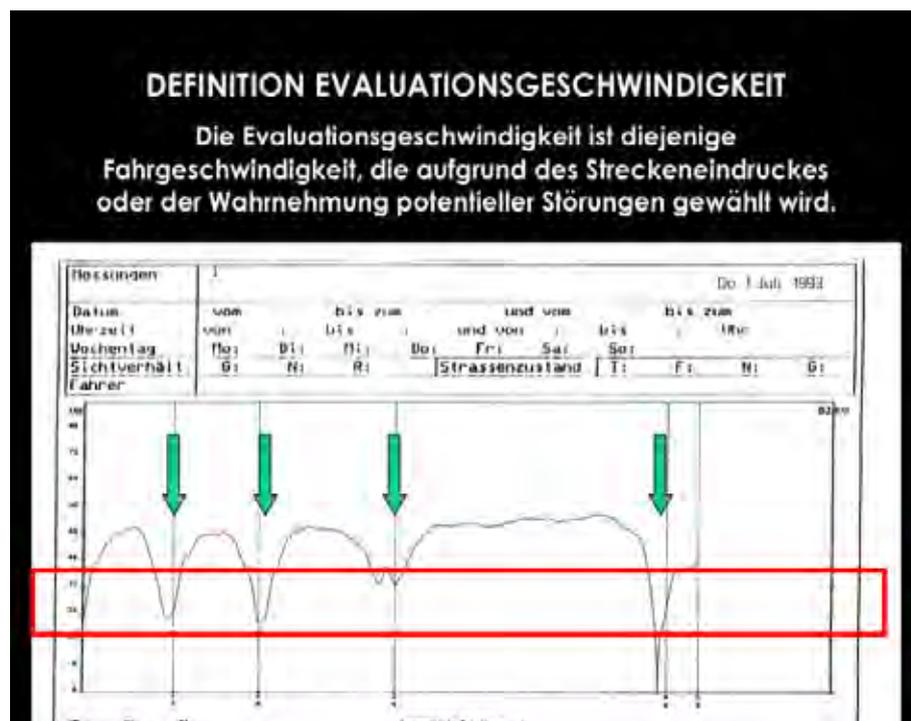
### 3.4 EVALUATIONSGESCHWINDIGKEIT

Die Definition basiert auf der Hypothese, dass sich die Wirkung des Durchfahrtswiderstandes in der gefahrenen Geschwindigkeit ausdrückt. Diese Geschwindigkeit bezeichnen wir als „Evaluationsgeschwindigkeit“. Sie stellt sich sozusagen „natürlich“ ein aufgrund des wahrgenommenen Strassenraumbildes mit allen seinen Elementen.

**DEFINITION:** Die Evaluationsgeschwindigkeit ist diejenige Fahrgeschwindigkeit, die aufgrund des Streckeneindrucks und der Wahrnehmung potentieller Störungen gewählt wird.

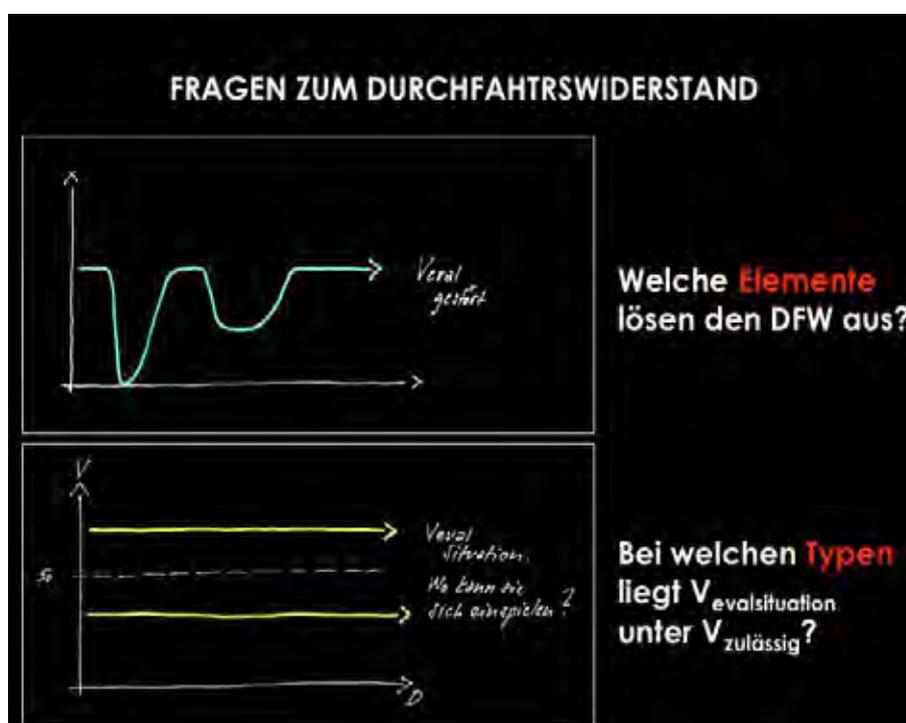
Zu unterscheiden sind zwei Situationen – die Evaluationsgeschwindigkeit bei ungestörter Fahrt und bei der Wahrnehmung potentieller Störungen:

- Bei „ungestörter Fahrt“ ist die Evaluationsgeschwindigkeit diejenige Geschwindigkeit, die frei aufgrund des Strassenraumbildes gewählt wird.
- Bei „gestörter Fahrt“ zeigen Untersuchungen<sup>1</sup> mit im Fahrzeugstrom „mitschwimmenden“ Messfahrzeugen, dass die Evaluationsgeschwindigkeit im Bereich zwischen 20 und 30 km/h liegt. Wenn unklare Situationen auftauchen – ein parkierendes Fahrzeug, ein Kind auf dem Trottoir – bei denen noch nicht absehbar ist, wie sie sich entwickeln, verlangsamt man in dieses Geschwindigkeitsband. Offensichtlich mit dem Gefühl, man habe die Situation „im Griff“. Man könnte diesen Bereich zwischen 20 und 30 km/h als die „natürliche, den Eigenschaften des Menschen angemessene Fahrgeschwindigkeit“ bezeichnen.



<sup>1</sup> „Verstetigung des Verkehrs durch bauliche und organisatorische Massnahmen – Berner Modell“, Jürg Dietiker, Peter Künzler, 1994

- Innerorts besteht jedoch eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von meist 50 km/h. Dies verhindert die Feststellung der Evaluationsgeschwindigkeit, wenn sie oberhalb dieser Limite liegt. Das heisst, dass das aufgrund des Strassenraumbildes sich einstellende „natürliche“ Fahrverhalten nur unterhalb dieser Limite sich einstellen kann. Eine Schwierigkeit der Untersuchung liegt also darin, dass sich empirisch nur diejenigen Situationen erfassen lassen, in denen die Evaluationsgeschwindigkeit unter der zulässigen Höchstgeschwindigkeit liegt. Oder mit andern Worten: Der durch die signalisierte Höchstgeschwindigkeit bedingte Anteil des Durchfahrtswiderstandes überdeckt einen Teil des durch das räumliche Bild und durch potentielle Ereignisse verursachten Durchfahrtswiderstandes.





## 4 LITERATURRECHERCHE

*Die Literatur wird mit Blick auf den in der Definition präzisierten Durchfahrts-widerstand ausgewertet. Es zeigt sich, dass dazu auf verschiedene Schulen und Ansätze abgestellt werden kann. Anhand von Leitfragen zur Wechselwir-kung zwischen Mensch – Fahrzeug – Strasse – Umfeld werden die für den Durchfahrts-widerstand wichtigen Aussagen zusammengefasst.*

### 4.1 GENERELLE ÜBERSICHT

Mit dem Begriff des Durchfahrts-widerstandes ist ein breites Konzept ver-bunden, das nicht nur verkehrstechnische und betriebliche, sondern auch raumplanerische, städtebauliche und psychologische Faktoren in die Über-legungen mit einbezieht. Dies macht es nötig, den Fokus auf ausgewählte Fragestellungen zu richten:

Literatur zum Begriff Durchfahrts-widerstand	Existiert der Begriff Durchfahrts-widerstand in der verkehrswissenschaftlichen Fachliteratur? Wenn ja, wie wird er verwendet? Welche „ver-wandten“ Konzepte gibt es? Wie gut sind diese untersucht?
Verschiedene Schulen und Ansätze	Welche Schulen und methodischen Ansätze ma-chen Aussagen zum Verhalten der Autofahren-den auf Ortsdurchfahrten? Unterscheiden sich die Aussagen der einzelnen Schulen und Ansätze grundsätzlich voneinander
Das Verhalten von Autofahrenden im Strassenraum	Wie lässt sich das Verhalten der Autofahrenden charakterisieren? (Blickverhalten, Wahrnehmung, Geschwindigkeiten, Spurverhalten etc.). Welche Randbedingungen müssen dabei berücksichtigt werden? (z.B. in Bezug auf gebundenen/unge-bundenen Verkehr / in Bezug auf die verschiede-ne Typen von Autofahrenden)
Einfluss von Raumbildern und angrenzen-den Nutzungen auf das Fahrverhalten	Welche Umfeldfaktoren beeinflussen das Fahr-verhalten (Fahrbahn- und Fahrspurbreite / Stras-senraumbreite und optische Breite / Einfluss der angrenzenden Nutzung / städtebauliche Konstel-lation) Wie stark ist der Einfluss dieser Umfeld-faktoren?
Einfluss bewusst eingesetzter Massnahmen und Gestaltungen auf das Fahrverhalten	Lässt sich der Einfluss von bewusst eingesetzten Massnahmen aus folgenden Bereichen quantita-tiv ermitteln: betriebliche oder steuernde Eleme-n-te / städtebauliche Akzente (Querschnitte, Rela-tion Fahrbahn/Strassenraum)?

## 4.2 LITERATUR ZUM BEGRIFF DURCHFARTSWIDERSTAND

Der Begriff Durchfahrts-widerstand ist in der wissenschaftlichen Literatur bisher kaum zu finden. Er wird vor allem in der verkehrsplanerischen Praxis verwendet, in der Schweiz häufiger als in Deutschland oder Oesterreich. Meist wird darunter die Realisierung von betrieblichen und gestalterischen Massnahmen zur Verbesserung der Lebensqualität und zur Aufwertung des Ortsbildes in verkehrsbelasteten Gebieten verstanden. Damit bei der Bereitstellung von Alternativen eine Entlastungswirkung dauerhaft eintritt, müssen Betriebs- und Gestaltungskonzepte ausgearbeitet und umgesetzt werden, die verschiedene Härtegrade einer Massnahmenstrategie, unter anderem auch die Erhöhung des Durchfahrts-widerstands umfassen.

Der Begriff Durchfahrts-widerstand wird allerdings nicht nur für übergeordnete Strassen (Ortsdurchfahrten) verwendet, sondern auch für das untergeordnete Strassennetz. So wird im Zusammenhang mit verkehrsberuhigenden Massnahmen in Wohnquartieren, z.B. bei der Einführung von Tempo-30-Zonen auch darauf hingewiesen, dass in verkehrsberuhigten Gebieten der Durchfahrts-widerstand soweit erhöht werden muss, dass der quartierfremde Verkehr ferngehalten wird.

Wird das Verständnis des Begriffs Durchfahrts-widerstand breit ausgelegt, dann umfasst er nicht nur Aspekte der Routenwahl, sondern alle Elemente, die sich einer freien und ungebundenen Durchfahrt entgegenstellen. Es stellt sich die Frage:

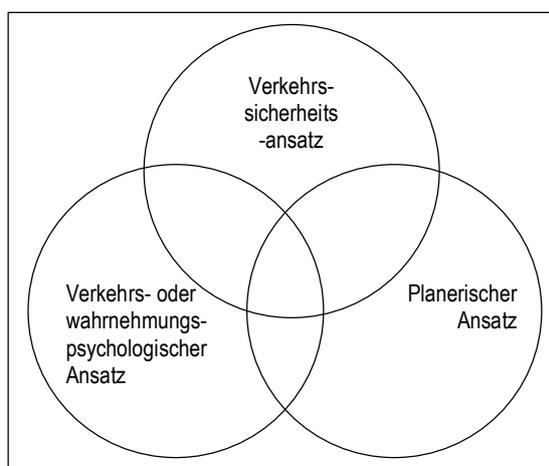
- in welchem Bezug bestimmte räumliche Situationen (z.B. Raumtypen) zum Durchfahrts-widerstand stehen,
- welche Wirkung einzelne Verkehrsmassnahmen oder Massnahmenpakete auf den Durchfahrts-widerstand haben,
- wie das Verkehrsverhalten prognostiziert werden kann?

Dies bedingt eine Charakterisierung der verschiedenen prägenden Einflüsse im System „Mensch – Fahrzeug – Strasse - Umfeld“ und des Verhaltens der Autofahrenden in bestimmten Situationen.

### 4.3 VERSCHIEDENE SCHULEN UND ANSÄTZE

Mit dem System „Mensch – Fahrzeug – Strasse - Umfeld“ beschäftigen sich zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen unterschiedlicher Forschungsrichtungen, wobei nicht alle gleich geeignet sind, Aussagen zum Fahrverhalten der Autofahrenden in bestimmten Situationen zu machen.

Abbildung 2: Methodische Ansätze und Schulen zum System „Mensch – Fahrzeug – Strasse/Umfeld“



Nach einer groben Klassifikation können im interdisziplinären Untersuchungsfeld drei grundsätzliche Schulen und Ansätze unterschieden werden, wobei selbstverständlich methodische und inhaltliche Überschneidungen zu beobachten sind:

VERKEHRS- ODER WAHRNEHMUNGSPSYCHOLOGISCHER ANSATZ	VERKEHRSSICHERHEITS-ANSATZ	PLANERISCHER ANSATZ
In Erweiterung des klassischen verkehrspsychologischen Ansatzes, der die Verkehrstauglichkeit der Teilnehmenden abklärt, steht hier die Frage im Vordergrund, was bestimmte Typen von Autofahrenden in bestimmten Situationen wahrnehmen und was nicht.	In diesem durch die Ingenieurwissenschaften dominierten Untersuchungsfeld stehen Unfallanalysen und verkehrstechnische Fragestellungen zur Beschaffenheit, Dimensionierung und Ausgestaltung von Verkehrsinfrastrukturen im Vordergrund.	In diesem mehrheitlich interdisziplinären Untersuchungsfeld steht die Frage im Vordergrund, welche verkehrlichen, städtebaulichen und strassenfunktionellen Parameter das Fahrverhalten beeinflussen.

#### 4.4 VERKEHRS- ODER WAHRNEHMUNGSPSYCHOLOGISCHER ANSATZ

Die Verkehrspsychologie erforscht und gestaltet die Wechselbeziehungen zwischen Mobilitäts-, Transport- und Verkehrssystemen und menschlichem Erleben und Verhalten. Im deutschsprachigen Raum liegt der Schwerpunkt in der psychologischen Diagnostik und in der Beratung, Rehabilitation und Nachschulung von verhaltensauffälligen Fahrzeuglenkenden. Daneben spielen aber auch andere Fragestellungen eine Rolle, wie die psychologischen Aspekte der Gestaltung der Verkehrswege und der Verkehrsumwelt, die Gestaltung und das Design von Fahrzeugen, die Analyse der Fahraufgaben und der Voraussetzungen, welche die Autofahrenden zu deren Bewältigung benötigen.

Verkehrspsychologische Untersuchungen geben grundlegende Erklärungen darüber ab, wie die Wahrnehmung von Autofahrenden zustande kommt und wie Informationen aufgenommen und verarbeitet werden. Im deutschsprachigen Raum hat v.a. Cohen (z.B. 1984, 1997, 1998, 2004) mit zahlreichen Untersuchungen entscheidend zu einem besseren Verständnis des Fahrverhaltens beigetragen.

Im Folgenden wird – in Bezug auf den Durchfahrtswiderstand - anhand einiger Leitfragen das Fahrverhalten und die damit verbundene Wahrnehmung erklärt:

##### **Welches sind die wesentlichen Aufgaben, die beim Fahren bewältigt werden müssen?**

Um sich effizient von einem Ort zum anderen fortbewegen zu können, müssen Fahrzeuglenkende immer verschiedene Aufgaben gleichzeitig bewältigen, obwohl die visuelle Aufmerksamkeit im Augenblick nur auf eine Stelle gelenkt werden kann:

- Navigation: Die Fahrzeuglenkenden müssen sich im Strassennetz orientieren können, um die richtige Route zu wählen.
- Führung des Fahrzeugs: Die Fahrzeuglenkenden müssen die Fahrweise im voraus planen, z.B. Festlegung der Fahrspur, der Richtung, der Geschwindigkeit.

- Stabilisierung des Fahrzeugs: Die Fahrzeuglenkenden müssen die Fahrweise kontrollieren, indem der Soll- mit dem Ist-Zustand verglichen wird. Falls Abweichungen zwischen dem Soll- und dem Ist-Zustand auftreten, müssen Korrekturen erfolgen.
- Überwachung: Im Verkehr treten unvorhersehbare Ereignisse auf. Jedes dieser plötzlich eintretenden und nicht vorhersehbaren Ereignisse müssen die Fahrzeuglenkenden möglichst früh entdecken und darauf reagieren.
- Antizipation: Die Fahrzeuglenkenden machen von ihren bisherigen Erfahrungen und Kenntnissen Gebrauch und suchen gezielt nach relevanten Informationen.

### **Wie kommt die visuelle Orientierung beim Autofahren zustande?**

Die Informationsaufnahme und deren Verarbeitung bildet die Grundlage für die Handlungsentscheidungen und das Fahrverhalten im Verkehr. Rund 90% aller verkehrsrelevanten Informationen werden durch die visuelle Sinnesmodalität aufgenommen (Cohen, 1987 und 1998). Der Rest verteilt sich auf die übrigen Sinne. Was Autofahrende sehen, ist deshalb entscheidend für das Fahrverhalten.

Bei der visuellen Wahrnehmung kann grob unterschieden werden zwischen dem zentralen (fovealen) und dem peripheren Sehen. Das foveale Sehen erfolgt über den zentralen Teil der Retina im Auge. In diesem Teil des Auges fixierte Objekte werden detailliert abgebildet und über cortikale Informationsverarbeitung wahrgenommen. Das foveale Sehfeld umfasst jedoch nur ca. 2% des visuellen Feldes. Wird ein Objekt ausserhalb dieses schmalen Kegels auf der Netzhaut abgebildet, spricht man vom peripheren Sehen. Der Bereich des peripheren Sehens ist zwar ausserordentlich lichtempfindlich, aber nicht befähigt, Details wahrzunehmen, Objekte genau abzugrenzen oder deren Farbe zu bestimmen. Zwischen dem fovealen und dem peripheren Sehbereich besteht eine enge Zusammenarbeit. Im Vorgang der Informationsaufnahme dient das periphere Sehen dank seiner räumlichen Ausdehnung als Alarmstation. Wird im Sehfeld ein Objekt als verkehrsrelevant vermutet, verlagert sich zuerst die Aufmerksamkeit und danach der direkte Blick dorthin. Aufgrund des peripheren Sehens gelangt der fixierende Blick regelmässig auf besonders informative Stellen der Umgebung. Dank diesem Mechanismus

erfolgt die Selektion der verkehrsrelevanten Information, die zur Verarbeitung geleitet wird. Obwohl das Blickfeld beschränkt ist und das Netzhautbild sich mehrmals pro Sekunde ruckartig verlagert, ermöglicht das periphere Sehen zudem die Wahrnehmung eines kontinuierlichen und stabilen Raumes. Das periphere Sehen leistet darüber hinaus einen wesentlichen Beitrag zur Geschwindigkeitswahrnehmung, indem es die Gradientenverlagerung entlang der Netzhautperipherie verwertet.

### **Wie wird die Information aufgenommen und damit die Fahraufgabe verarbeitet?**

Cohen (1998) hat in Ableitung der Theorie des visuellen Abtastens sehr aufschlussreich aufgezeigt, dass die Fahrzeuglenkenden Informationen (verkehrsrelevante Situationen) hauptsächlich mit Fixationen (foveales Sehen) aufnehmen, mit denen die Objekte der Reihe nach abgetastet werden. Dabei ist das Auge kein passives Sinnesorgan, das auf den Zustrom beliebiger Informationen wartet. Vielmehr bewegt sich der Blick, vom Gehirn gesteuert, von einem Objekt zur nächstfolgenden Fixation.

Die mittlere Fixationsdauer beim Autofahren beträgt im Mittel etwa 1/3 Sekunden. Die Autolenkenden können also ca. 3 Objekte pro Sekunde detailliert wahrnehmen. Die Fixationszeit wird von der Fahrgeschwindigkeit nicht beeinflusst. Je schneller gefahren wird, umso weniger Fixationen kommen auf der gleichen Streckenlänge vor, desto höher ist die Gefahr, dass eine ausreichende Übersicht über die Umgebung nicht mehr möglich ist. Empirische Untersuchungen haben zudem gezeigt, dass sich die visuelle Aufmerksamkeit von einer Fixation zur nächstfolgenden in einem nicht grösseren Bereich als  $10^\circ$  verlagern kann. Ab diesem Wert ist das Signal in der Regel zu schwach, um einen relevanten Reiz im peripheren Sehbereich zu identifizieren und eine zielgerichtete Blickzuwendung auszulösen. Mit anderen Worten, bei einem grösseren Winkelabstand als 10 Winkelgrade zwischen aktueller Fixation und einem Objekt, ist mit dem Übersehen des Objekts zu rechnen.

Möhler (1988) hat festgestellt, dass bei einer Zunahme der Komplexität bzw. einem Anstieg der Bildinhalte – etwa an einer Kreuzung oder am Ortseingang – die Fixationsdauer zurückgeht, dafür aber entsprechend die Frequenz der Fixationen zunimmt. Strassenräume, deren Verlauf einer grossen Änderung unterliegen, bewirken sozusagen eine Einengung des Blickfeldes auf den Fahrbahnbereich und den strassenrandnahen Bereich, um bei der anwach-

senden Informationsdichte den relevanten Nahbereich mit der maximal möglichen Wahrnehmungsdichte zu belegen.

### **Aktivationsniveau und Beanspruchung**

Cohen (1996) weist weiter darauf hin, dass Strassenanlagen so dimensioniert sein sollten, dass eine mittlere Beanspruchung des Fahrzeuglenkenden hervorgerufen wird. So werden die Aufmerksamkeitsvorgänge auf einem optimalen Niveau aufrechterhalten und ein gewisses Mass an Leistungsreserven beibehalten. Es ist also eine Überbeanspruchung zu vermeiden, die zu rascher Ermüdung führt. Gleichzeitig ist aber auch eine Unterbeanspruchung zu unterlassen, die zu Monotonie führt und ein herabgesetztes Aktivationsniveau bedingt. In beiden Fällen nimmt die Wahrscheinlichkeit von Fehlleistungen stark zu.

### **Was wird auf Ortsdurchfahrten innerorts wahrgenommen?**

Metker (1997) hat das Blickverhalten von Autofahrenden in Innerortssituationen untersucht. Dabei hat er festgestellt, dass die meisten Fixationen die eigene Fahrbahn betreffen. Besonders viele Fixationen sind es, wenn sich ein Objekt in der eigenen Fahrbahn befindet, wie ein vorausfahrendes Fahrzeug oder Fussgänger und Velofahrer. Auch die rechten Randbereiche der Fahrbahn werden relativ häufig fixiert, also Bereiche, wo parkierte Fahrzeuge stehen oder Radfahrer und Fussgänger sich längs zur Fahrtrichtung bewegen. Den linken Randbereichen der Fahrbahn wird nur dann vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt, wenn dort parkierte Fahrzeuge stehen. Vermehrte Fixationen betreffen auch Fussgänger, die am Fahrbahnrand stehen oder sich diesem nähern. Ein grosses Mass an Aufmerksamkeit gilt auch den Lichtsignalanlagen. Hingegen werden Vorfahrtbeschilderungen an Knotenpunkten erstaunlich selten fixiert. Dies gilt auch für Rechtseinmündungen, die vortrittsberechtigt sind.

### **Wird die Strassensignalisation genügend wahrgenommen?**

Im Strassenraum liegen zwei verschiedene Informationssysteme vor. Mit primärer Information werden Objekte wie die Fahrbahn, die Umgebung oder Verkehrsteilnehmende bezeichnet. Demgegenüber sind Verkehrszeichen Ele-

mente eines sekundären Informationssystems. Empirische Untersuchungen zeigen, dass die Elemente des sekundären Informationssystems nur unzureichend wahrgenommen werden. Weniger als 10% der Autolenkenden erinnern sich an das Signal, an dem sie in den letzten 60 Sekunden vorbeigefahren sind (Cohen, 1997b). Es gibt verschiedene Erklärungsansätze, warum Verkehrszeichen übersehen werden. So enthalten etwa 75% der Verkehrszeichen keine relevanten Informationen für den fließenden Verkehr. Im Lauf ihrer Fahrpraxis stellen sich die Verkehrslenkenden auf diesen Umstand ein und verlassen sich viel stärker auf die konkrete primäre Information als auf die sekundäre. Ein geringer Beachtungsgrad von Verkehrszeichen geht auch aus der Blickverhaltensanalyse hervor, die aufzeigt, dass das Erfassen von Zeichen Zeit benötigt. Gemäss einer Untersuchung aus Deutschland (Schneider, 1995) variieren die Fixationszeiten von Verkehrszeichen, welche relevante Informationen für die Fahraufgabe enthalten, zwischen 0.3 und 0.5 Sekunden. Dabei werden nur rund 60% der Zeichen überhaupt angeblickt.

### **Wie wirkt sich das Verkehrsklima auf die Autofahrenden aus?**

Maag (2004) hat die Emotionen im Strassenverkehr untersucht. In der Stadt sind kooperative Fahrmanöver deutlich häufiger anzutreffen (ca. 4 – 5 kooperative Manöver pro Stunde) und rücksichtsloses oder behinderndes Fahren beträchtlich seltener (ca. 1 bis 1.5 Manöver pro Stunde). Über kooperative Fahrmanöver kann auch im dichten Verkehr das Verkehrsklima zwischen den Verkehrsteilnehmenden verbessert werden. Das Fahren bleibt zwar nach wie vor anstrengend, allerdings wird es emotional positiver erlebt. Je mehr kooperative Fahrmanöver während der aktuellen Fahrt auftreten, desto positiver gestimmt sind die Lenkenden. Rücksichtsloses Fahren führt hingegen nachweislich zu Ärger und negativen Emotionen. Je verärgelter ein Autolenkender ist, desto eher nimmt er eine Behinderung durch einen anderen Fahrer wahr. Diese Argumentation ist quasi selbstverstärkend: Negativ gestimmte Fahrzeuglenkende nähern sich schneller und abrupter an vorausfahrende und behindernde Fahrzeugen an und folgen diesen mit geringerem Abstand.

Die Argumentation von Spiegel (1995) kann ähnlich verstanden werden: Er hat die Arbeitspulsfrequenzen und den damit verbundenen Energieumsatz in verschiedenen Situationen und mit verschiedenen Fahrzeugen gemessen. Dabei hat er festgestellt, dass die Arbeitspulsfrequenz auf Autobahnen geringer ist als in Ausserortssituationen von Bundesstrassen und dort wiederum geringer als in Innerortssituationen. Damit verbunden ist aber auch das Zeit-

empfinden: Je geringer die Pulsfrequenz, desto geringer das „Gewicht“ der Zeit. Das heisst: Autofahrende werden in aller Regel eine Innerortsdurchfahrt (mit hoher Arbeitspulsfrequenz) als relativ stressig, aufwendig und zeitraubend empfinden.

### **Wie wirken Strassengestaltungselemente auf das Fahrverhalten?**

Zwieling et al. (2001) haben den Einfluss von Strassengestaltungselementen auf das Fahrverhalten im Ausserortsbereich untersucht. Der Einfluss einzelner Gestaltungsmassnahmen kann über das Spurverhalten (Abstand zum Fahrbahnrand bzw. zur Mitte) und über die Veränderung der Geschwindigkeiten identifiziert werden.

Wirkung auf das Spurverhalten:

- Markierungen des rechten Fahrbahnrandes wirken sich in einer deutlichen Verlagerung des Fahrens nach rechts aus. Mittelmarkierungen als Leitlinie verwendet bewirken eine Konzentration des Fahrens auf die linke Hälfte der rechten Fahrstreifens. Dabei sind die Sichtverhältnisse zu beachten. Bei Dunkelheit wirken Seiten- oder Mittelmarkierungen akzentuierter.
- Herrscht Gegenverkehr, so wird im Schnitt ca. 15 cm rechtsversetzt von der Linie gefahren, die ohne Gegenverkehr gefahren wird.
- Breitere Fahrzeuge nutzen den Fahrstreifen gleichmässiger aus als schmalere Fahrzeuge, die die Tendenz haben, Kurven zu schneiden.

Wirkungen auf das Geschwindigkeitsverhalten:

- Auf frisch sanierten Strecken (neuer Deckenbelag) wird deutlich schneller gefahren als vorher (plus 10–15 km/h).
- Auf geraden Streckenabschnitten mit Mittelmarkierung ist ein Anstieg, auf Streckenabschnitten mit Aussenmarkierung eine deutliche Verminderung der Fahrgeschwindigkeit zu beobachten.
- Leitpfosten und Schutzplanken beeinflussen die Fahrgeschwindigkeiten verzögernd.
- Alleen mit geschlossenem Baumdach haben eher einen beschleunigenden Effekt. Ein Baumspiegel links hat tendenziell den gleichen Effekt.
- Nasse Fahrbahnen wirken tagsüber auf Geraden eher beschleunigend, in Kurven aber immer verzögernd.
- Ein Einfluss des Gegenverkehrs auf das Geschwindigkeitsverhalten ist nicht nachweisbar. In Rechtskurven wirkt der Gegenverkehr jedoch leicht geschwindigkeitsverzögernd (ca. 2 km/h).

- In Linkskurven wirken Mittellinien beschleunigend; Leitpfosten, Aussenmarkierungen und Baumspiegel eher verzögernd. In Rechtskurven kehren sich die Wirkungen im Vergleich zu Linkskurven um. Leitpfosten, Aussenmarkierungen und Baumspiegel wirken eher beschleunigend; Mittellinien verzögernd.
- Ortskundige Fahrzeuglenkende fahren tendenziell schneller als ortsunkundige.
- Kleinere Längsneigungen (-2% bis +2%) beeinflussen das Geschwindigkeitsverhalten nicht.

Zusammenhang zwischen Geschwindigkeitsverhalten und Spurverhalten:

- Mit zunehmender Geschwindigkeit wird weiter links im Fahrstreifen gefahren.
- Autos, vor denen ein Fahrzeug fährt, halten sich deutlich weiter links im Fahrstreifen auf als Autos ohne vorausfahrendes Fahrzeug (ca.10-25cm).

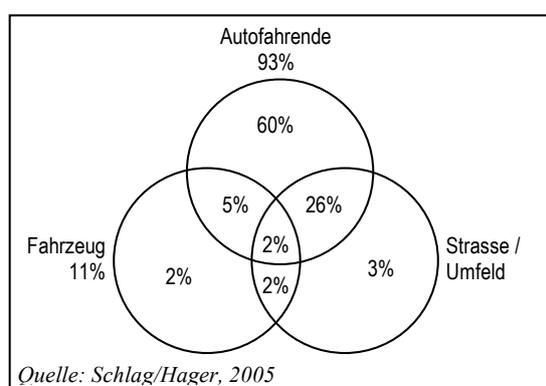
Marx et al. (1991) aber auch Kämpfe et al. (2003) haben versucht den Einfluss von Erscheinungsbild und Strassengestaltungselementen auf das Fahrverhalten im Innerortsbereich zusammenzufassen, wobei unterschieden wird zwischen nutzbarer Breite, Baufluchtenabstand und optischer Breite eines Strassenraumes:

- Mit steigender nutzbarer Breite nimmt die Geschwindigkeit (V85) relativ stark zu. Dabei spielt die Stärke des Gegenverkehrs eine Rolle. Ist der Gegenverkehr gering, so wird die Strasse unbewusst als Einbahnstrasse verstanden mit dem entsprechenden beschleunigenden Effekt. Der gleiche Effekt der zunehmenden Geschwindigkeit mit zunehmender Breite kann bei der optischen Breite gefunden werden, während der Baufluchtenabstand nur einen sehr geringen Einfluss auf die Geschwindigkeiten hat.
- Auf Strassen mit relativ grosser nutzbarer Breite wird die eigene Geschwindigkeit eher unterschätzt. Auf schmalen Strassen ist die Geschwindigkeitswahrnehmung realistischer. Das Risiko plötzlich auftauchender Gefahren erscheint den meisten Autolenkenden hier auch höher, so dass auch real langsamer gefahren wird.
- Strassentyp: Strassen mit optisch gekrümmter Linienführung (relativ unübersichtlich) haben ein deutlich geringeres V85 als Strassen mit neutralem Randabschluss, diese wiederum ein deutlich geringeres als Strassen mit optisch glattem Randabschluss (mit Betonung der Längsorientierung).

## 4.5 VERKEHRSSICHERHEITSANSATZ

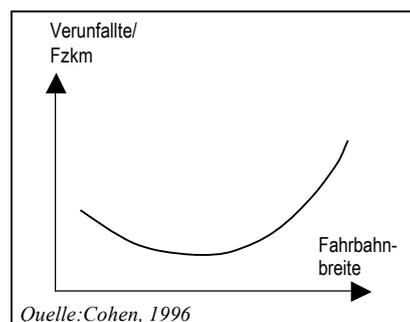
Beim Verkehrssicherheitsansatz steht die Absicht im Vordergrund, basierend auf Unfallanalysen und verkehrstechnischen Untersuchungen die Sicherheit im Verkehr zu optimieren. Die Erkenntnisse fließen laufend in die Normenwerke und die Empfehlungen von VSS und FVS sowie des Fahrzeugbaus ein. Auch wenn andere Fragestellungen im Vordergrund stehen, lassen sich aus den Untersuchungen des Verkehrssicherheitsansatzes für das Konzept des Durchfahrtswiderstands interessante Erkenntnisse ableiten.

Abbildung 3: Unfallverursachungsanteile in %



Nach Schlag/Hager (2005) kann festgehalten werden, dass dem Zusammenhang zwischen dem Fahrverhalten und der Strasse in der Forschung eher zuwenig Aufmerksamkeit geschenkt wird, obwohl in dieser Schnittstelle relativ viele Unfälle entstehen. Zwar tragen im System „Mensch – Fahrzeug – Strasse/Umfeld“ am häufigsten die Benutzenden die Schuld an Unfällen. Die Abbildung zeigt aber auch, dass wesentliche Verkehrssicherheitsprobleme in der Interaktion zwischen Fahrer und Strasse liegen: Diese Wechselbeziehung wird auch als vergessene Schnittstelle bezeichnet, da ihr weit weniger Aufmerksamkeit geschenkt wird als den Schnittstellen zwischen Autofahrenden und Fahrzeug.

Noch bis Anfangs der 90er-Jahre wurde postuliert, „je breiter eine Strasse desto sicherer“ (Cohen, 1996). Inzwischen ist diese Aussage empirisch klar widerlegt. Die Unfälle nehmen zwar mit zunehmender Fahrbahnbreite zunächst ab, aber dann ab einem Optimum wieder stark zu. Die Vorteile



einer Fahrbahnerweiterung können sich in Nachteile umwandeln, wenn der technische Sicherheitsgewinn durch das veränderte Fahrverhalten überkompensiert wird. Fühlen sich die Autofahrenden zu sicher, weil keine Risiken mehr wahrgenommen werden, fahren sie unter Umständen schneller, unaufmerksamer oder verlagern das Fahrzeug zu stark in die Fahrbahnmitte.

Die Normen und Empfehlungen wurden sukzessive den Gegebenheiten angepasst. Lindenmann (1997) postuliert, dass die Beachtung der in Normen und Empfehlungen der VSS und den FVS enthaltenen Regeln der Baukunst, die sich aus Untersuchungen und Analysen der Wechselbeziehungen zwischen Strassenanlage, Verkehrsverhalten und Unfallgeschehen stützen, die wichtigste Grundlage für den Bau und Betrieb sicherer Strassen ist. Durch sorgfältig geplante Strassenanlagen kann vieles gegen eine Überforderung der Autofahrenden unternommen und damit die Verkehrssicherheit entscheidend verbessert werden. Wie zusätzliche Sicherheitsüberlegungen Eingang in die Normung gefunden haben, kann anhand der Festlegung von Geschwindigkeitsregelungen aufgezeigt werden (Schlag, 2003). Lange Zeit wurden die Strassen mit dem Konzept der sogenannten Entwurfsgeschwindigkeit projektiert, mit dem die Mindestwerte einer Trasse festgelegt werden. Da das reale Geschwindigkeitsverhalten von der Entwurfsgeschwindigkeit erheblich abweichen kann, wurde für die Kontrolle des Entwurfs sowie für die fahrdynamische Bemessung sicherheitsrelevanter Entwurfselemente Ende der 80er Jahre die sogenannte Geschwindigkeit V85 in die Richtlinien eingeführt. Die Erkenntnisse wurden in fünf Grundsätzen zusammengefasst:

#### **Richtige Anlage am richtigen Ort**

Innerorts ist die Ausscheidung eines verkehrsorientierten Basisnetzes und die Bestimmung von Zwischengebieten mit nutzungsorientierten Strassen nötig. Geometrische Anlagegrößen, Ausrüstung, Signalisation und Markierung sind auf die entsprechenden Strassentypen auszurichten.

#### **Übereinstimmung räumliches Erscheinungsbild / Verkehrsregime**

Die Verkehrssicherheit erhöht sich, wenn die bauliche Gestaltung der Strasse, das Verkehrsregime und der Verkehrsablauf übereinstimmen.

#### **Raumgliederung innerorts**

Verschiedene Nutzungsbedürfnisse und wachsende Zahlen von Verkehrsteilnehmenden auf nicht erweiterbaren Flächen erfordern aus Sicherheitsgründen zunehmend langsamere, rücksichtsvollere und umsichtigere Verhaltensweisen der Autofahrenden. Die konsequente Gliederung des Raumes mit

begrenzter Sicht in die Tiefe und bewusstem Wechsel der Querschnittsgestalt bei Knoten und Querungen trägt wesentlich dazu bei, das Geschwindigkeitsniveau relativ tief zu halten, die Aufmerksamkeit auf den Verkehr, die Umgebung und die Fussgänger zu verbessern und die Umweltauswirkungen durch Lärm und Schadstoffe zu verringern.

#### **Optimierung des Betriebs**

Infolge der Verkehrsdichte und der zunehmenden Verkehrsmengen stellen sich immer grössere Anforderungen an die Optimierung des Betriebs zur Verkehrsbeeinflussung (z.B. durch Pfortner- und Dosierungsanlagen, Privilegierungen, Wechselsignale und Leitsysteme etc.).

#### **Einfachheit**

Gefordert sind einfache Verkehrsführungen vor allem im Knotenbereich. Die Verkehrsteilnehmenden sollen wo immer möglich ähnliche Situationen mit denselben Fahr- und Verhaltensweisen antreffen. Diese Automatismen tragen wesentlich dazu bei, dass die Verkehrsteilnehmenden freie Kapazitäten für die Beobachtung und Beachtung der anderen Verkehrsteilnehmenden gewinnen, was sich positiv auf die Verkehrssicherheit auswirkt.

## **4.6 PLANERISCHER ANSATZ**

Das Konzept der selbsterklärenden Strassen (SER = Self Explaining Road, Schlag, 2003) ist ein neuerer verkehrspsychologischer Ansatz. SER sollen sicheres Verhalten und optimalen Verkehrsfluss allein durch die Gestaltung gewährleisten, ohne weitere externe Intervention wie Verkehrszeichen. Dazu müssen Verhaltensoptionen durch die Strassenraumbilder abgerufen werden. Für die Strassenraumgestaltung bedeutet dies, dass jene wahrnehmbaren Aspekte betont werden, die geeignet sind, erwünschtes Verhalten hervorzurufen. Das Konzept der SER geht zurück auf die Theorie von Gibson (1982) und wurde in den letzten Jahren systematisch weiterentwickelt, bis anhin aber hinsichtlich konkreter Strassenraumgestaltung noch nicht praktisch ausdifferenziert.

#### **4.7 VERWENDUNG DER ERKENNTNISSE IN DER WEITEREN ARBEIT**

Die auf die Gestaltung von Strassenräumen bezogenen konkreten Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen sind im Folgenden sowohl in die Konzeption der Befragungen wie der Kriterienformulierung zur Bedeutung von Strassenraumbildern im Kapitel Arbeitsinstrumente eingeflossen.

## 5 VERSTÄNDNISMODELL

*Die aus der Definition des Durchfahrtswiderstandes abgeleiteten Fragenbereiche stellen den Menschen ins Zentrum der Untersuchung. Nur wenn es gelingt, die Zusammenhänge zwischen der wahrgenommenen Umwelt und dem Verhalten im Verkehr zu verstehen, kann ein adäquates Instrumentarium zum gezielten Einsatz des Durchfahrtswiderstandes erarbeitet werden.*

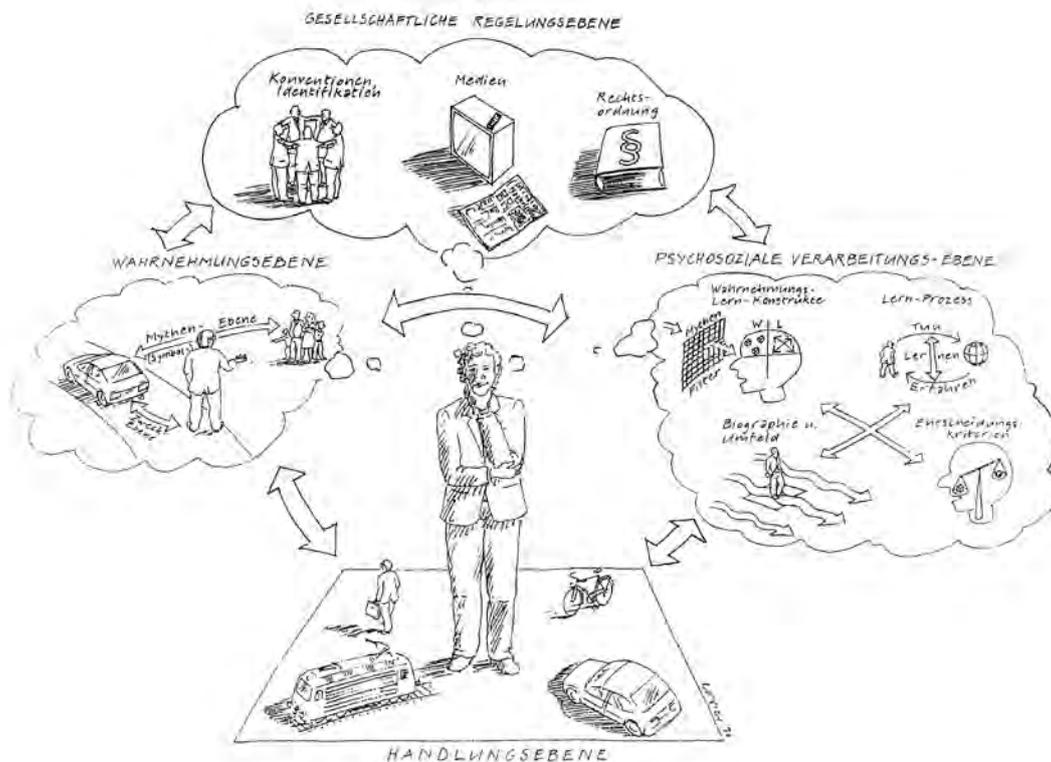
### 5.1 WAS MENSCHEN BEWEGT

Die folgenden Überlegungen basieren auf vorangehenden Forschungsarbeiten der Bearbeiter<sup>1</sup>. Darin wurde in einem interdisziplinären Prozess ein Verständnismodell der Mobilitätshandlungen im Verkehr entwickelt. Dieses geht aus vom Grundprinzip der individuellen Vernunft und Optimierung. Demnach wählen Individuen immer die Möglichkeit, die bezogen auf die individuelle oder die Clansituation den grössten Nutzen mit dem geringsten Aufwand bringt. Diese Optimierung erfolgt aber nicht nur entlang der Skala von Kosten- und Zeitfaktoren, soziale und psychologische Komponenten spielen eine dominierende Rolle.



Die folgende Abbildung zeigt das auf diesem Grundprinzip basierende Verständnismodell. Es umfasst die Einflussbereiche der Wahrnehmung, der individuellen psychologischen Verarbeitung und der gesellschaftlichen Regelung auf die individuelle Verhaltensbildung:

<sup>1</sup> Was Menschen bewegt – Motive und Fahrzwecke der Verkehrsteilnahme (1998) und Warum steht Paul Müller lieber im Stau als im Tram? – Motive der Verkehrsteilnahme Teil 2 (2002)



## Die Wahrnehmungsebene

Was sehen wir? Wie nehmen wir die Welt wahr? Diese Fragen führen zum Begriff der Mythen. Saner<sup>2</sup> schreibt dazu: „Die Mobilität ist vielleicht der stärkste Mythos des letzten Jahrhunderts, der die Welt am radikalsten verändert hat. Von Mythen wird gesprochen, wenn im Bereich der Wahrnehmung die Semantik (die Bedeutung) der Zeichen die Sprache des Rationalen überdeckt.“ Für alle weiteren Überlegungen zum Verkehrsverhalten ist deshalb wichtig, durch den „Mythenfilter“ zu blicken, durch den das Individuum die Wirklichkeit aufgrund seiner Prägungen aufnimmt. Die Bilder, die wahrgenommen werden, haben also bereits den Wandlungsprozess vom wahren Objekt zum Zeichen vollzogen. Beispiel: Wahrgenommen wird nicht der Zweckgegenstand Auto, sondern das Zeichen, das Symbol für Mobilität, für Freiheit, für Potenz. Mit anderen Worten: Bereits bei der Wahrnehmung ist die Realität zugunsten individueller Einstellungen und Werte ausgeschaltet.

2 „Die Bedeutung der Mythen für den Verkehr sowie für die Verkehrs- und Raumplanung“, Hans Saner 1995

### Die gesellschaftliche Regelungsebene

Jedes Individuum ist in einen gesellschaftlichen Kontext (Gesetz, gebaute Umwelt, „öffentliche Meinung“ etc.) eingebunden. Dieser Kontext setzt die Rahmenbedingungen für die Teilnahme am gesellschaftlichen Alltag und entfaltet seine Wirkung durch – für die Individuen mehr oder weniger stark wahrgenommene – soziale Zwänge. Ein Beispiel für strukturelle Zwänge sind entmischte Siedlungsstrukturen, die für viele Individuen den Zwang zur Mobilität bedeuten. Ein anderes Beispiel sind die Verkehrsregeln. Kaum ein anderer Bereich ist so stark reglementiert wie der Verkehr, dem doch der Nymbus der Freiheit anhaftet. Überall sind Signale anzutreffen, die fortwährend Befehle erteilen.

### Die psychosoziale Verarbeitungsebene

Die folgenden Elemente bestimmen in ihrem Wechselspiel Wahrnehmung und Reaktion auf den Durchfahrtswiderstand eines Strassenraumes.

*Wahrnehmen und Lernen:* Wahrgenommen wird nicht die Welt wie sie ist, sondern die durch den Mythenfilter transferierten Zeichen. Diese treffen auf Hirnstrukturen, die sich im Verlaufe der individuellen Biographie mit ihren Erfahrungen gebildet hat. Das individuell geprägte Hirn wiederum ordnet die Bilder individuellen Assoziationen zu. Das heisst: Jeder Mensch sieht anders, jeder sieht seine Wahrheit. Dies macht Kommunikation, aber auch Forschung schwierig.

*Tun und Erfahren:* „Das Verhalten beginnt in der Umwelt, nicht im Kopf“<sup>3</sup>. Der Mensch lernt nicht abstrakt, sondern nur durch Erfahrung. Erst wenn gewohntes Tun auf Widerstand stösst, wenn zwischen Tun und Erfahren ein Spannungsfeld entsteht, setzen Denk-, Lern- und Verhaltensänderungsprozesse ein. Bezug zum Durchfahrtswiderstand: Nicht Appelle bewirken Reaktionen, sondern optische und physische Veränderungen in den Strassenraumbildern.

*Individuelle Biographie und Sozialisation:* „Den Verkehrsteilnehmer“ gibt es nicht. Der Mensch durchläuft Lebensphasen und steht immer wieder vor neuen Situationen und in wechselnden Primärbeziehungen, die seine Einstellungen, seine Motive und sein Verkehrsverhalten neu bestimmen. Überlegungen in

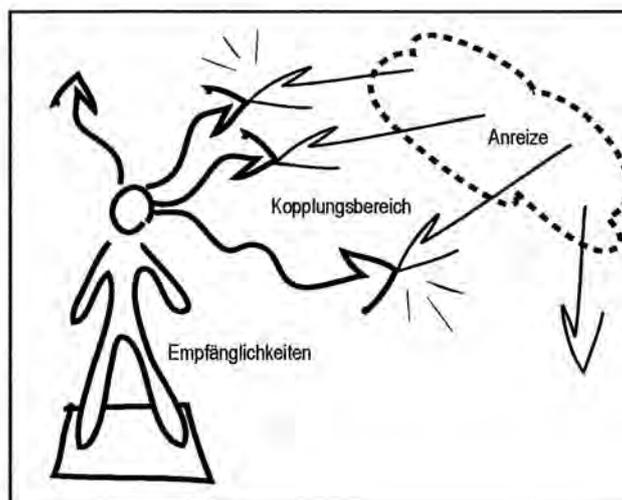
3 „Wahrnehmung und Umwelt“, J.J. Gibson, 1982

Bezug auf den Durchfahrtswiderstand müssen deshalb die unterschiedlichen Lebensphasen von Lenkenden immer mitdenken.

*Entscheiden:* Schliesslich stellt sich bei allen Handlungen die Frage, nach welchen Entscheidungskriterien aus den möglichen Optionen eine bestimmte gewählt wird. Die Ansätze der vergleichenden Verhaltensforschung<sup>4</sup> sind geeignet, das individuelle Entscheidungsverhalten zu erklären. Das grundlegende Konzept der modernen Ethologie ist die Individualelektion. In der Ressourcennutzung überlegene Individuen weisen eine potentiell höhere Fitness (Überlebens- und Reproduktionsfähigkeit) auf. Handlungsleitendes Prinzip ist dementsprechend die individuelle und clanbezogene Nutzen- und Lustoptimierung. Altruistische und kooperative Motive sind bei den Entscheidungen der Individuen nur insofern von Bedeutung, als sie nach Abwägung individueller Vor- und Nachteile gegenseitigen Interessen entsprechen.

## 5.2 ÜBERLEITUNG ZUM THEMA DURCHFARTSWIDERSTAND

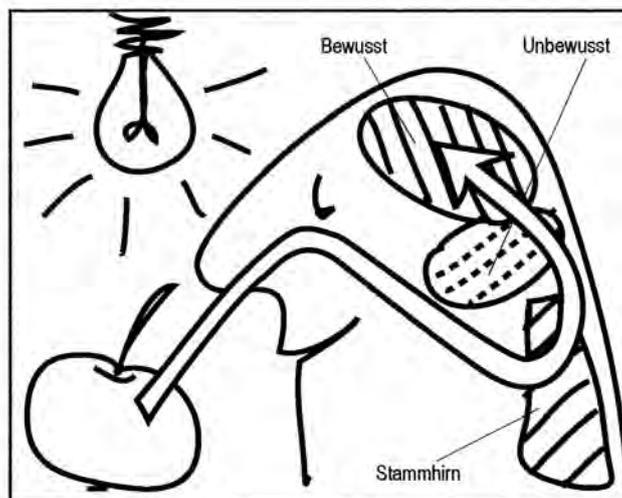
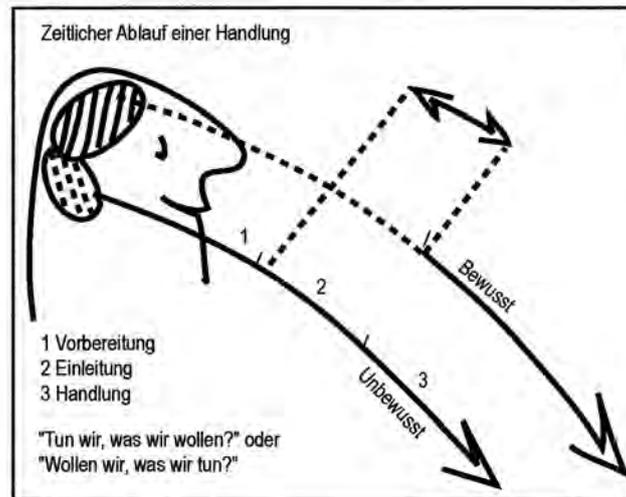
Die für die Fragen zum Durchfahrtswiderstand wichtigen Erkenntnisse aus diesen vorangehenden Forschungen lassen sich folgendermassen zusammenfassen:



*Das System Mensch – Umwelt:* Situationen (zum Beispiel Strassenräume) strahlen Anreize aus. Individuen haben aufgrund der evolutionären Wurzeln und der kulturellen Ausprägungen positive und negative Empfänglichkeiten. Damit Wechselwirkungen zwischen Situation und Individuum zustande kom-

4 „Im Egoismus vereint – das neue Weltbild der Verhaltensforschung“, Kurt Kotrschal, 1995

men, müssen Anreize und Empfänglichkeiten auf der „gleichen Frequenz“ liegen und sich zusammenkoppeln. Stadtgestalterische und verkehrsplanerische Interventionen müssen deshalb so konzipiert werden, dass sie die Empfänglichkeiten der Autofahrenden ansprechen und so die gewünschten Verhaltensweisen auslösen.

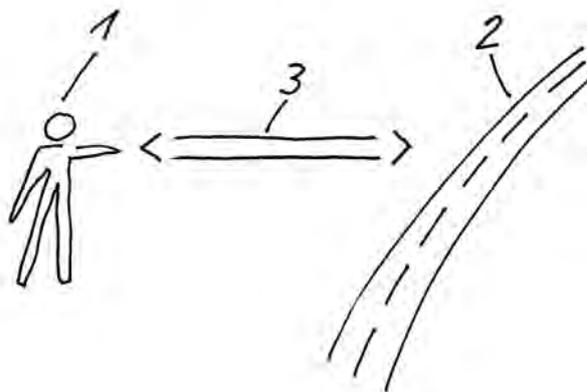


*Das Zustandekommen von Verhaltensentscheidungen:* Menschen lernen durch Erfahrung und Menschen verhalten sich immer vernünftig - bezogen auf ihren individuellen Nutzen. Durch die Erfahrungen werden die Gehirnstrukturen geprägt und vernetzt. Um Überbelastungen zu vermeiden, verbleibt der weitestgehend grösste Teil von Wahrnehmungs- und Entscheidungsprozessen im Unbewussten und wird von diesem direkt erledigt. Ins Bewusstsein gelangen Informationen nur dann, wenn sie „für das Überleben wichtig“ sind und nicht

mit einer bereits gespeicherten und bewährten Reaktion erledigt werden können. Wichtig in diesem Zusammenhang sind auch die Ergebnisse der modernen Hirnforschung, die zeigen, dass alle Handlungen im Unbewussten (im limbischen Bewertungs- und Gedächtnissystem) ausgelöst werden, bevor die bewussten Hirnregionen aktiv werden.

### 5.3 ERKENNTNISSE FÜR DIE WEITEREN ARBEITEN

Mobilitätshandlungen sind grösstenteils Routinehandlungen, sie werden Tag für Tag wiederholt. Sie gehören deshalb zu den Bereichen, die weitgehend vom Unbewussten gesteuert und erledigt werden. Massnahmen zur Beeinflussung des Durchfahrtswiderstandes müssen deshalb so konzipiert sein, dass sie primär auf die unbewusste Wahrnehmung einwirken. Daraus ergeben sich die folgenden zu untersuchenden Systemelemente:



1 - Der Mensch, seine Empfänglichkeiten.

Wie funktioniert er?

2 - Der Raum, seine Botschaften.

Wie drücken sich diese aus?

3 - Die Wechselwirkungen.

Wie kommen die Kopplungen zustande?

Wie drücken sie sich im Verkehrsverhalten aus?

Diesen drei Systemelementen wird mit dem Forschungsansatz nachgespürt. Im System Mensch – Umwelt werden sie in Bezug auf die Fragen, welche sich aus den Wechselwirkungen stellen, einzeln, aber transdisziplinär betrachtet:

Fragenbereich 1:

Die verhaltenswissenschaftliche und psychologische Optik liefert Wissen zum „Funktionieren“ des Menschen: Wie und was nimmt er wahr, welche Anlagen führen zu welchen Reaktionen?

Fragenbereich 2:

Das Umfeld (der Strassenraum) wird beurteilt – welche Botschaften sendet das Raumbild mit seinen Elementen aus? Damit die Wirkungen der verkehrstechnischen wie der stadträumlichen Elemente auf den Durchfahrtswiderstand verstanden werden können, müssen sie in Bezug auf die Erkenntnisse aus Fragenbereich 1 hinterfragt werden.

Fragenbereich 3:

Die Erkenntnisse aus den Bereichen 1 und 2 werden verbunden und im Verständnismodell operabel umgesetzt. Mit dem Modell werden Fallbeispiele analysiert. In der Rückkopplung wird das Modell weiterentwickelt.



## 6 NEUROBIOLOGISCHE GRUNDLAGEN

*Basierend auf den Ergebnissen der neurobiologischen Forschung werden die EOS eingeführt und deren Anwendung in der Arbeit zum Durchfahrtswiderstand diskutiert. Anschliessend werden Verbindungen zum Forschungsthema formuliert.*

### 6.1 Einleitung

Verkehrsplanung hat es nicht nur mit dem homo rationale, dem vernünftigen Menschen zu tun, sondern auch mit dem homo emotionale, dem emotionalen Menschen, und nicht selten sogar mit dem homo instinctivus, dessen Verhalten sich der Vernunft weitgehend entzieht.

Dass rationale Verkehrsplanung, die solches nicht beachtet, oftmals illusorische Ziele setzt und sich damit zum vornherein in grosse, eventuell unüberwindlichen Schwierigkeiten verstrickt, wurde bereits dargestellt<sup>1</sup>. Es zeigte sich, dass vor allem die sogenannten „Emotional Operating Systems“ (EOS), wie sie von der Neurobiologie postuliert werden, einen systematischen Zugang bieten, um nicht-rationale Aspekte des menschlichen Verhaltens im allgemeinen zu analysieren und gewisse Aspekte des Verkehrsverhaltens im speziellen besser zu verstehen. „Warum steht Hans Müller lieber im Stau“ als die öffentlichen Verkehrsmittel zu benutzen? Es sind nicht rationale Gründe, die er dafür angeben könnte, sondern - oft unbewusste - Emotionen, die das Auto zu einem mächtigen Attraktor seines Verhaltens werden lassen, der ihn unwiderstehlich anzieht. Das Auto „ist ein Paradebeispiel für ein Produkt, welches sämtliche durch EOS erzeugten Bedürfnisse bedient. Es ist geradezu die mechanische Inkarnation der menschlichen Neugier und des menschlichen Mobilitätsverhaltens. Es verspricht Schutz und Geborgenheit als Verwirklichung der transportablen eigenen vier Wände. Es ist ideales Instrument männlichen Imponier- und Dominanzverhaltens, aber auch weiblicher Fürsorge und Brutpflege. Es eignet sich hervorragend zur Unterstützung menschlicher Bindungsbedürfnisse und als Versicherung gegen Verlustängste. Das Fahren selber ist schliesslich für nicht wenige Menschen - wer würde das nicht verstehen - der Inbegriff von Amusement und Spiel<sup>2</sup>.“

1 „Von Menschen und Reptilien. Neurobiologie und Verhalten“, Albert Zeyer, In: Schweizerischer Verband der Verkehrsingenieure. Forschungsauftrag 137 / 1999

2 „Affective neuroscience the foundations of human and animal emotions“, J. Panksepp, Oxford University Press. New York. 1998

Das vorliegende Forschungsprojekt baut auf dieser Einsicht auf, geht aber in zweierlei Hinsicht darüber hinaus:

- Zum ersten erweitert es die grundlegende Hypothese. Das Konzept der EOS, so die Annahme, erklärt nicht nur wesentliche Aspekte der Attraktivität des Autos sondern auch des Umgangs mit ihm. Nicht nur WARUM es benutzt wird, sondern auch WIE es gefahren wird, lässt sich wesentlich aus dem Konzept der EOS erklären. Damit wird der Durchfahrtswiderstand einer Strasse – der Fokus der Forschungsarbeit – zu mehr als nur einer Funktion von äusserlichen Merkmalen. Vielmehr lässt er sich nur verstehen, wenn er auch die emotionale Empfänglichkeit des Menschen, die Reaktion seiner EOS auf die präsentierten Merkmale der Umgebung, einbezieht. Der Durchfahrtswiderstand als empirischer Faktor (indirekt quantifizierbar über Durchfahrtsgeschwindigkeit und Routenwahl) wird damit zum direkten Output der Funktion der EOS.
- Gerade dieser Aspekt führt nun zweitens zu der ambitionierten Zielsetzung, den postulierten Zusammenhang zwischen EOS und Durchfahrtswiderstand empirisch zu erforschen. Zu diesem Zweck wurden eigenständige, aus der empirischen Sozialforschung abgeleitete Methoden entwickelt, die Rückschlüsse auf die Wirkungsweise der EOS in Bezug auf den Durchfahrtswiderstand zulassen.

Im Folgenden soll zunächst das neurobiologische Konzept der EOS entwickelt werden, so wie es der vorliegenden Forschungsarbeit zu Grunde liegt. Dann soll gezeigt werden, wie daraus der empirische Zugang modelliert wurde und schliesslich soll kurz auf die Ergebnisse des Forschungsprozesses eingegangen werden, wie sie sich im Licht der neurobiologischen Ausgangshypothese präsentieren.

## 6.2 Neurobiologische Grundlagen der Forschungsarbeit

### Ventrales und dorsales Gehirn

In den folgenden Abschnitten werden Ergebnisse der modernen Hirnforschung dargestellt, ohne jedoch im Detail auf methodologische oder andere grundsätzliche Fragen einzugehen. Die Ausführungen folgen weitgehend

der Darstellung von J. Panksepp in seinem Lehrbuch *Affective Neuroscience*<sup>3</sup> und den Darstellungen von Zeyer im Zusammenhang mit Fragen der Angewandten Ethik, die von einer neurobiologischen Grundlage menschlicher Intuition ausgehen.

Die grundsätzliche Erkenntnis, von der die folgenden Überlegungen ausgehen werden, besagt, dass das Gehirn des Menschen in zwei sehr unterschiedliche Bereiche aufgeteilt werden kann, die sowohl anatomisch als auch entwicklungsgeschichtlich und (besonders wichtig im vorliegenden Zusammenhang) funktionell motiviert sind. Diese Unterteilung ist natürlich sehr grob, respektiert nur zum Teil anatomische Grenzen und negiert selbstverständlich keineswegs die intensive Interaktion aller Hirnbereiche untereinander.

Der entwicklungsgeschichtlich ältere Teil des Gehirns, das sogenannte ventrale Gehirn, umfasst vor allem den Bereich des verlängerten Rückenmarks, des Mittelhirns und des sogenannten limbischen Systems. Er findet sich in ausgereifter Form bereits bei den älteren Säugetieren und wurde in der Evolution in allen weiteren Entwicklungsstufen übernommen. Alle Säugetiere verfügen also über das ventrale Gehirn in vergleichbarer Form. Diese Homologie ist nicht nur eine anatomische, sondern auch eine funktionelle. Die neuronalen Schaltkreise des ventralen Gehirns sind genetisch bestimmt und in diesem Sinne „fest verdrahtet“, dh. der Modifikation und Beeinflussung durch die Umwelt nur beschränkt zugänglich. In einer groben Analogie wird das ventrale Gehirn mit dem ROM, dem Read Only Memory eines Computers verglichen, jenem Speicheranteil, der fest verdrahtet und keiner Veränderung oder Beeinflussung zugänglich ist.

Im Unterschied dazu ist das dorsale Gehirn vom RAM-Typ (Random Access Memory), dh. es ist durch die Einwirkung der Umwelt plastisch verformbar.

Der zweite der beiden Teile, das dorsale Gehirn, ist entwicklungsgeschichtlich neueren Datums. Bestehend aus den Strukturen des Thalamus und des Neocortex ist es allen höheren Säugetieren gemeinsam, kann aber je nach phylogenetischer Stellung der entsprechenden Spezies sehr unterschiedlich entwickelt sein. Vor allem der Neocortex des Menschen zeigt bekanntlich eine herausragende Entwicklung und Grösse. Die (sehr grobe) Einteilung in dorsales und ventrales Gehirn entspricht auch in etwa der Unterteilung in „corticale“ und „subcorticale“ Strukturen, dh. Rindengebiete und Gebiete „unterhalb der

<sup>3</sup> siehe in: Zeyer A., *Der Altruismus des Primaten*. Neurobiologie und Ethik. Zeitschrift für Evangelische Ethik. Vol. 45. S. 302-314.

Rinde“. Die folgenden Ausführungen folgen diesem üblichen Sprachgebrauch.

Verwandt mit diesen Unterscheidungen und doch ebenfalls nicht ganz identisch ist die unscharfe und umstrittene Grenze von Bewusstsein und Unbewusstsein. Während man früher davon überzeugt war, dass Bewusstsein ein Privileg des menschlichen Gehirns sei, zeigt die sorgfältige Erforschung des Tiergehirns und seiner Funktionen zunehmend, dass die Annahme solcher Exklusivität nicht gerechtfertigt ist. Wichtig scheint, dass die „Trennlinie“ zwischen Bewusstsein und unbewussten Gehirnfunktionen nicht identisch ist mit der anatomischen Unterscheidung zwischen dorsalem und ventralem Gehirn oder corticalen und subcorticalen Funktionen. Vielmehr scheint es schon bei höheren Säugetieren auch eine Art emotionales Bewusstsein zu geben, was sich zum Beispiel durch die klassische Konditionierung von emotionalen Reaktionen bei Ratten experimentell zeigen lässt. Emotionen sind aber, wie wir sehen werden, subcorticalen Zentren zugeordnet.

### **Das „triune brain“ von P. MacLean**

Die Unterscheidung in ventrales und dorsales Gehirn verträgt sich auch mit einer etwas älteren Unterteilung, die noch immer anerkannt ist und für die folgenden Überlegungen zentral sein wird. Gemeint ist die Unterteilung in „drei Gehirne“ (the triune brain), wie sie Paul MacLean in den 40er Jahren vorschlug. Danach ist das Gehirn aus drei entwicklungsgeschichtlich unterschiedlich alten funktionellen Einheiten aufgebaut. Im Folgenden wird zunächst ein kurzer Überblick über diese drei Einheiten gegeben. Das anschließende Kapitel wird sich im Detail mit ihnen beschäftigen.

Die tiefste und älteste Schicht ist allen Wirbeltieren gemeinsam und im wesentlichen identisch mit dem Mittelhirn. Panksepp und andere rechnen auch die sogenannten Basalganglien (Extrapyramidales motorisches System) dazu. Der Einfachheit halber wird vom Stammhirn (zu dem streng genommen auch das verlängerte Rückenmark, die medulla oblongata gehört) gesprochen. Hier sind die vegetativen Regulationen, viele grundsätzliche Bewegungsmuster und insbesondere axiale und Ganzkörper-Bewegungen angelegt, aber auch primitive Verhaltensantworten im Sinne Flucht, Kampf und Sexualität.

Die nächste, entwicklungsgeschichtlich jüngere Schicht ist das limbische System. Es enthält komplexere affektive Muster, insbesondere soziale Emoti-

onen wie den Mutterinstinkt (maternal acceptance), soziales Bindungsverhalten, Trennungsangst und Spielverhalten.

Die dritte Struktur ist der sogenannte Neocortex, der für höhere Säugetiere charakteristisch ist, und bei anderen Wirbeltieren nur in rudimentären Ansätzen vorkommt. Der Neocortex zeigt die grössten Abweichungen innerhalb der verschiedenen Säugetierarten, und ist bekanntlich beim Menschen mit Abstand am ausgeprägtesten entwickelt. Er ist für die höheren kognitiven Funktionen, die Verarbeitung von Sinneseindrücken nach logischen Gesetzmässigkeiten und für das rationale Denken verantwortlich.

Das triune brain von MacLean kann zwanglos mit der Unterteilung in dorsales und ventrales Gehirn in Übereinstimmung gebracht werden. Das dorsale Gehirn entspricht im wesentlichen dem dritten Gehirn MacLeans, dem Neocortex, und ist sozusagen das „rationale“ Gehirn. Es ist entwicklungsgeschichtlich das neuste Gehirn und ist plastisch, verändert also Struktur und Funktion in der Auseinandersetzung mit der Aussenwelt. Alle höheren Säugetiere verfügen über dieses Gehirn. Es ist aber beim Menschen besonders leistungsfähig ausgebildet.

Das ventrale Gehirn fasst im Wesentlichen limbisches System und Stammhirn zusammen. Diese Hirnteile sind entwicklungsgeschichtlich älter und bei allen Säugetieren, auch den niederen, vergleichbar ausgebildet. Sie sind nicht plastisch, sondern gleichen dem fest verdrahteten ROM-Anteil eines Computers.

### **Das Stammhirn**

Mittelhirn und Basalganglien repräsentieren (abgesehen vom verlängerten Rückenmark, welches keine Verhaltensmuster bestimmt, sondern nur vegetative Muster steuert) den ältesten Bereich des Gehirns und werden plakativ auch als das „Reptilgehirn“ bezeichnet, weil es bei allen Tieren seit den primitivsten Wirbeltieren homolog ist.

Das Mittelhirn ist der Sitz von primitiven Verhaltensprogrammen, die man sich gut den täglichen Routineverhalten ähnlich vorstellen kann, die Reptilien heute noch zeigen: Schutz suchen, jagen, ruhen, Suche von Wärmequellen, Werbung um Weibchen, aggressive Herausforderung und unterwürfige Unterordnung. Reptilien leben nach einem solchen neuralen „Masterplan“. Ganz

allgemein sind aber die meisten „arttypischen“ Verhaltensweisen von Tieren im Mittelhirn festgeschrieben. Werden Mittelhirn und Basalganglien zerstört, so enden diese Tätigkeiten auf der Stelle.

Anatomisch umfassen die Basalganglien, die auch als Zwischenhirnkerne bezeichnet werden mehrere subkortikale Anhäufungen von Nervenzellkörpern (daher der Begriff des „Kerns“). Die klassische Neuroanatomie weist den Basalganglien eine Rolle bei der Kontrolle motorischer Vorgänge zu, da sie mit der Grosshirnrinde und dort speziell mit den motorischen Rindengebieten komplexe Regelkreise bilden. Sie werden daher auch als extrapyramidales System bezeichnet. Heute weiss man aber auch, dass ebensolche Regelkreise zwischen Basalganglien und limbischem System bestehen, so dass diese Kerne auch von entscheidender Bedeutung für unsere Gedanken und Gefühle sein müssen.

Insgesamt scheinen Mittelhirn und Basalganglien ein primitives Gefühl motorischer Präsenz zu generieren, eine Quelle von elementarer „Willenskraft“ zu sein, von der die Steuerungsfunktionen der höheren Hirnzentren gespeist werden müssen, sollen ihre Impulse zu Handlungen umgesetzt werden.

### **Das limbische System**

Das limbische System umfasst ringförmig einerseits das Reptilgehirn mit den Basalganglien und andererseits das Corpus callosum, den mächtigen Balken, der die beiden Hirnhemisphären verbindet. Die genauen Grenzen sind unter Anatomen umstritten (nicht aber das Konzept als solches). Alle Säugetiere weisen im Bereich des limbischen Systems intrinsische psychomotorische Kontrollsysteme auf, deren Funktion nicht erlernt werden muss, sondern die spontan und selbsttätig Aktionspotentiale generieren. Diese „instinktiven“ Kontrollinstanzen reifen in einem genetisch fixierten zeitlichen Muster aus und ermöglichen die Suche nach Nahrung, Information und anderen Ressourcen, welche für das eigene Überleben und die erfolgreiche Aufzucht von Nachkommen entscheidend sind.

Wenn diese „affektiven“ Systeme ihre Funktion aufnehmen, interagieren sie mit höheren Hirnzentren des dorsalen Gehirns, was zu einer Verfeinerung und Modifikation ihre Wirkung führt und dem Tier die Möglichkeit des Lernens und der aktiven Wahl von Verhaltensalternativen eröffnet. Aus dieser Wechselwirkung entstehen „Gefühle“ (sog. kognitiven Theorie der Emotionen von Schachter und Singer).

Das limbische System ist also in gewisser Weise „Quelle“ der Gefühle. Wie schon einleitend bemerkt, muss man allerdings diese Aussage etwas differenzieren. Unter Gefühlen werden hier verschiedene Qualitäten subsumiert: Primitive „Instinkte“ wie der Suchtrieb, Teile der Angst, Aggression und Sexualität, elementare Affekte wie Angst, Ärger, Mutterliebe und Spieltrieb und schliesslich subtile Emotionen, die im Zusammenspiel mit dem Neocortex zustande kommen wie etwa Liebe oder Eifersucht. Der Übergang zwischen Stammhirn und limbischem System ist fließend (dh. wir sprechen hier eigentlich von den ventralen Anteilen des Gehirns). Je primitiver ein Affekt, desto tiefer ist er in evolutionär alten Anteilen des Gehirns eingegraben, desto mehr ist er auch vor dem Bewusstsein verborgen.

Entscheidend ist nun die Tatsache, dass die ventralen Anteile des Gehirns und damit diese intrinsischen psychomotorischen Kontrollsysteme bei allen Säugetieren anatomisch, strukturell und funktionell ausserordentlich ähnlich sind. Dabei handelt es sich nicht etwa nur um eine Analogie, sondern um eine sogenannte Homologie.

Basalganglien und limbisches System von höheren Säugetieren wie Ratte, Katze oder Affe sind jenem des Menschen homolog. Es ist daher möglich, in Tierexperimenten Aussagen zu gewinnen, die mit gebührender Vorsicht direkt auf die Funktion aller Säugetierhirne, mithin auch des menschlichen Gehirns übertragen werden können (im Bereich des Vorderhirnes (Thalamus und Neocortex) ist dies nicht möglich, weil die anatomischen und strukturellen Differenzen zwischen den einzelnen Spezies zu gross sind, als dass funktionelle Schlüsse gerechtfertigt wären). Mit entsprechender Vorsicht lässt sich also sagen: Die elementaren Gefühle der höheren Säugetiere sind jenen des Menschen sehr ähnlich, ausser dass sie graduell weniger bewusst sind und nicht verbalisiert werden.

### **Intrinsische psychomotorische Kontrollsysteme**

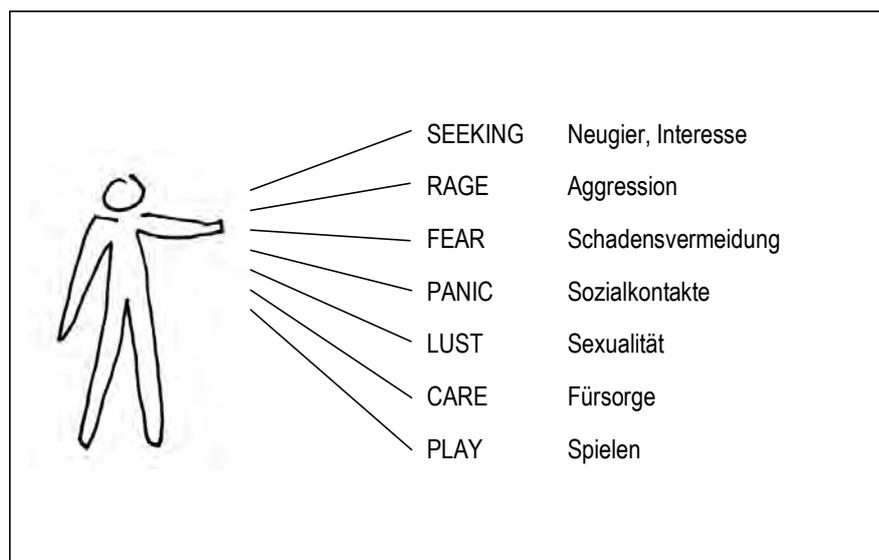
Im folgenden werden die einzelnen intrinsischen psychomotorischen Kontrollsysteme kurz besprochen. Sie reifen in einem bestimmten zeitlich festgelegten Fahrplan aus. „Emotionale Tendenzen“ im Bereich von Angst, Ärger und Trennungsstress zeigen sich bereits in frühen Entwicklungsstadien des jungen Tieres und ermöglichen ihm, rasch und sinnvoll auf Bedrohungssituationen zu reagieren. Andere, wie zum Beispiel der „Sexualtrieb“ oder der „Mutterinstinkt“ entfalten sich später, um Nachwuchs zu garantieren. Wieder

andere soziale Tendenzen wie das Spiel oder das Dominanzstreben prägen verschiedene Phasen der individuellen Biographie in unterschiedlichem Ausmass und ermöglichen den Aufbau sozialer Strukturen.

Panksepp spricht in diesem Zusammenhang vom emotional operating systems (EOS) als Inbegriff der komplexen neuronalen Interaktionen, welche solche angeborenen psychomotorischen Tendenzen generieren. Im folgenden wird diese Bezeichnung verwendet.

Interessant ist nun, dass es distinkte EOS gibt, die kohärente emotionale Muster erzeugen. Jedes dieser Systeme ist selbstverständlich in die Hierarchie übergeordneter kognitiver und untergeordneter motorischer Strukturen eingebunden und steht in Wechselwirkung mit nachbarlichen emotionalen Strukturen. Die EOS wirken als endogene Verhaltensgeneratoren, die spontanes aktives Verhalten erst möglich machen, und die durch höher evolvierte Zentren immer besser kontrolliert, modifiziert, wahrgenommen und schliesslich sogar verbalisiert werden. In diesem Zusammenhang wird auch Lernen möglich (bzw. Konditionieren). So wird denn auch zum Beispiel als minimales Kriterium für bewusst wahrgenommene Affekte bei Tieren die Möglichkeit zur klassischen Konditionierung emotionaler Reaktionen angenommen.

### Sieben „emotional operating systems“ (EOS)



Im Folgenden sollen sieben EOS, spezifische emotionale Systeme beschrieben werden. Aus Bequemlichkeitsgründen werden sie von Panksepp mit Etti-ketten versehen, die ihre Funktion jeweils nur rudimentär wiedergeben. Man muss sich vielmehr vorstellen, dass in jedem dieser Systeme „Programme“ abgelegt sind, die sowohl vegetative als auch motorische Funktionen plus dazugehörige affektive Qualitäten enthalten. Werden sie abgerufen, sei es spontan, durch eine entsprechende Umweltsituation, aber auch durch Elektrostimulation oder etwa einen Tumor, so entsteht immer ein komplexes Aktivitätsbild, welches durch die jeweilige Etikette nur angedeutet werden kann. Um dies zu symbolisieren, wählte Panksepp für jede Etikette die Grossbuchstaben-Schreibweise. Diese Konvention und ebenfalls die englischen Bezeichnungen werden im folgenden beibehalten, nämlich: SEEKING, RAGE, FEAR, PANIC, LUST, CARE and PLAY. Ein weiteres System, welches diskutiert wird, ist das social-DOMINANCE-System.

1 - Das SEEKING system ist ein kohärentes neuronales Netzwerk, welches im weitesten Sinne das Neugierverhalten steuert. Anatomisch findet es sich im Bereich des lateralen Hypothalamus. Es führt zu intensivem Interesse am Erkunden der umgebenden Welt und zu Lustempfindung beim Entdecken. Ursprünglich stellt es dem Tier die Energie und Aktivitätsmenge bereit, die es benötigt, um sich mit seiner Umgebung vertraut zu machen und Quellen der überlebenswichtigen Ressourcen wie Nahrung, Wasser, Wärme, aber auch Sexualpartner ausfindig zu machen und auszuschöpfen. Dabei ist es wichtig, das Neugierpotential selber nicht mit der Affinität zu den aufgesuchten Gütern zu verwechseln. Obwohl das SEEKING system also zur Erkundung von Nahrungsquellen führen kann, ist sein Aktionspotential nicht primär im Sinn von Hungergefühl auf Nahrung gerichtet, sondern auf das Suchen, und kann jederzeit auch auf z.B. das Suchen von Wasser überwechseln.

Beim Menschen scheint das SEEKING system auch die Energie für höhere intellektuelle Leistungen wie echte Neugier, Lern- und Informationsverarbeitungsvorgänge bereit zu stellen. Eine verminderte Funktion dieses Systems geht mit Antriebslosigkeit und Depression einher.

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass das SEEKING system neuroanatomisch mit dem wichtigsten Selbst-Stimulations-Zentrum zusammenfällt. Historisch wurde dieses Zentrum dadurch entdeckt, dass Tiere, die eine Elektrode in diesem Hirnbereich eingepflanzt bekamen, sich selber intensiv stimulierten, wenn sie dazu mittels geeigneter Einrichtung Gelegenheit bekamen. Das Zentrum wurde darauf hin lange als „Belohnungssystem“ apostrophiert, in der

Meinung, dass Tiere bei der Aktivierung dieses Systems ein angenehmes Gefühl verspürten, das sie so oft als möglich zu wiederholen trachten. Genauere Beobachtungen zeigten aber schliesslich, dass das Tier durch die Stimulation vielmehr in einen Erwartungszustand gerät, der durch repetitive „virtuelle“ Verheissung immer fieberhafter wird.

2 - Das RAGE system ist eine wichtige Quelle der Aggression. Anders als lange Zeit angenommen, ist Aggression keine eigene emotionale Entität, sondern ein heterologes Konglomerat aus verschiedenen Anteilen. Die am weitesten verbreitete Verhaltenstaxonomie im Bezug auf Ärger kennt sieben Untereinheiten. Angst-induzierte A., mütterliche A., Irritations-induzierte A., sexuelle A., territoriale A., intermale („Aggression zwischen männlichen Tieren“) A., räuberische A. (K. Moyer). Auf der subkortikalen Ebene scheinen diese Aggressionsformen nicht alle unterscheidbar, sondern Mischformen aus grundsätzlicheren Systemfunktionen. So scheint zum Beispiel die räuberische Aggression Ausdruck einer bestimmten Aktivierung des SEEKING systems zu sein. Mütterliche Aggression und „intermale aggression“ sind Ausdruck der Aktivität des LUST systems. Davon unterschieden wird der Ärger (anger). Dieser Begriff wird hier in einem rein funktionellen Sinn als Terminus technicus und nicht antropomorph verwendet. Es ist jener Affekt, der bei jedem höheren Lebewesen durch Einengung seines Bewegungsspielraumes erzeugt werden kann und dazu dient, sich gegen existentielle Vereinnahmung zur Wehr zu setzen. Das RAGE system ist das morphologische Korrelat zu dieser Funktion. Auch dieses EOS produziert selbsttätig Aktionspotentiale, die allerdings natürlich wiederum über kognitive und intellektuelle Funktionen getriggert, gedämpft und allgemein modifiziert werden. Wird es durch Elektrostimulation aktiviert, so zeigt das Versuchstier alle klassischen gestischen, mimischen, vegetativen, funktionellen und soweit beurteilbar auch affektiven Merkmale von Zorn. Menschen, die entsprechend mit Elektrostimulation stimuliert wurden, empfanden intensiven Zorn.

Anatomische entspringt das RAGE Zentrum in den medialen Anteilen der Amygdala und verläuft über die stria terminalis zum medialen Hypothalamus und von dort zum periaquäduktalen Grau. Dabei sind die primitiveren Hirnstrukturen (Amygdala) offenbar wichtiger als die übergeordneten. Physiologische Auslöser der Aktivität dieser Zentren sind Frustration und Einschränkung der Aktionsfreiheit im weitesten (beim Menschen auch im übertragenen) Sinn.

3 - Das RAGE system ist nicht zu verwechseln mit einem weiteren EOS, dem FEAR system, welches im Laufe der Evolution dazu entwickelt wurde, Schmerz und Schädigung zu vermeiden. Das FEAR Zentrum beginnt in den zentralen und lateralen Bereichen der Amygdala, durchzieht den anterioren und medialen Hypothalamus und steigt über die periventriculäre graue Substanz des Hirnstammes bis in die vegetativen Zentren des verlängerten Rückenmarkes ab.

Elektrostimulation des RAGE system erzeugt je nach Intensität verschiedenen Verhaltensmuster bei Tieren. Massive Stimulation löst Flucht mit allen Zeichen der Furcht aus. Schwache Stimulation führt gewöhnlich zu „Freezing“-Reaktionen, bei denen das Versuchstier gewissermassen eingefroren an der Stelle verharrt. Beim Menschen lösen intraoperative Stimulationen solcher Zentren intensive Angstgefühle aus.

4 - Das PANIC system ist ein weiteres intrinsisches System, welches die zentrale Funktion hat, das Suchen und Aufrechterhalten von Sozialkontakten aufrecht zu erhalten. Als zugeordnete Affekte betrachtet man Einsamkeitsgefühle bzw. Traurigkeit, die sich im Extremfall zu Panik ausweiten. Im Unterschied zum klassischen Behaviorismus, der das Lernen von Sozialkontakten durch Belohnung und Verstärkung in den Vordergrund rückte, geht dieser Ansatz also wiederum davon aus, dass es sich hier um ein selbsttätiges System handelt, welches sowohl soziale Anziehung (attraction) als auch Trennungsgänge mit emotionaler Energie speist.

Zur Messung der Aktivität dieses Systems hat sich die Monitorisierung von sogenannten distress vocalizations (DV), dh. Trennungsrufen, durchgesetzt. Sie können auch mittels Elektrostimulation ausgelöst werden, was die Kartierung des entsprechenden Systems erleichtert. Solche anatomischen Studien scheinen zu ergeben, dass sich das PANIC system ursprünglich aus entwicklungsgeschichtlich älteren Schmerzsystemen ableitet (Umgangssprachlich: Trennung als eine schmerzliche Erfahrung). Anatomisch beginnt das PANIC System im Bereich des periaquäduktalen Graus des Zwischenhirns in der Nähe von Schmerzzentren und zieht sich weiter nach oben in den dorsomedialen Hypothalamus und weiter zu der ventralen septalen Aera, Aera präoptica und stria terminalis bis - bei höheren Tieren - zum Gyrus cinguli. DV können auch in vereinzeltten Bereichen der Amygdala ausgelöst werden.

Das PANIC system scheint in seiner Funktion gewissermassen der anatomische Nukleus einer endogenen neuralen Neigung zum Bindungsverhalten

zu sein. Es ist denkbar, und es wird auch darüber spekuliert, ob in Wechselwirkung mit höheren kognitiven Zentren daraus auch Emotionen im Sinne von Freundschaft oder sogar Liebe entstehen könnten.

5 - Darin scheinen aber auch noch andere, grundlegende EOS involviert zu sein. Das LUST system zum Beispiel ist bei männlichen und weiblichen Lebewesen unterschiedlich organisiert. Dabei ist interessanterweise wie im körperlichen Bereich auch im Bereich des Gehirns die weibliche Organisationsform die grundlegendere. Die Entwicklung Richtung männliche Strukturen muss aktiv durch die Steuerung zuständiger Hormone beeinflusst werden, sonst entwickeln sich sowohl ein weiblicher Körper als auch ein weibliches Gehirn. Eine bereits klassische Beobachtung bei Tieren, wonach Aggression und Sexualität bei männlichen Tieren enger verknüpft ist als bei weiblichen wird durch solche hirnanatomischen Untersuchung gestützt.

6 - Noch interessanter ist aber die enge Verknüpfung (auch über das Hormon Oxytocin) von LUST mit dem sogenannten CARE system. Dieses System scheint anatomisch und biochemisch aus dem weiblichen LUST system abgeleitet werden zu können und ist Basis für das Pflegeverhalten (nurture). Dieses System steuert das spontane Sorgen der Mutter für ihr Kind nach der Geburt und scheint viele darauf abgestimmte Verhaltens- und Affektprogramme zu enthalten.

Das will nicht etwa besagen, dass es entsprechende neurale Schaltungen nicht auch im männlichen Gehirn gäbe. Sie sind aber weniger ausgeprägt, was mit dem zurückhaltenden männlichen Verhalten gegenüber von Jungtieren (jedenfalls bei den allermeisten Säugetieren) übereinstimmt. Bemerkenswert ist auch, dass dieselben neurochemischen Systeme (Oxytocin und endogene Opioide) verantwortlich zeichnen für mütterliches Verhalten, soziale Bindung und (weibliches) Sexualverhalten. Man spekuliert, dass es sich dabei um eine alte evolutionäre Entwicklungslinie handelt, die ein System aus dem andern hervorgehen liess. Von beiden Neurotransmittern ist auch bekannt, dass sie aggressives Verhalten dramatisch reduzieren können.

Ein wichtiger Aspekt, der im Zusammenhang mit diesen Funktionen nicht vernachlässigt werden darf, ist das Lernen. So ist bei Tierexperimenten besonders eindrücklich am mütterlichen Pflegeverhalten zu dokumentieren, dass die neurochemische Induktion des Verhaltens nach genügend Rollenerfahrung an Bedeutung verliert. Es ist gerade diese wichtige Rolle des Lernens im Bereich des CARE systems, welche die Erwartung eröffnet, dass erwünschtes

Verhalten durch Training systematisch ausgedehnt werden kann. Das CARE system liefert sozusagen die psychische Energie. Lern- und kognitive Prozesse bestimmen den Bereich, auf den sie ansprechen.

7 - Schliesslich sei abschliessend noch das PLAY system erwähnt. Für dieses System gibt es noch wenig Daten. Trotzdem scheint sich allmählich heraus zu schälen, dass das sogenannte „rough and tumbling play“ (RAT, Balgen) ebenfalls Ausdruck der Spontanaktivität neuraler Schaltkreise ist. Typischerweise ist dieses Verhalten bei jugendlichen Tieren ausgeprägt und nimmt während der Adoleszenz ab, ohne allerdings je ganz zu verschwinden. Im Unterschied zu früheren Berichten scheint es so zu sein, dass weibliche Tiere aktiveres RAT betreiben als männliche. Umgekehrte Feststellungen scheinen daraus zu resultieren, dass man RAT nicht genügend trennscharf von aggressivem und Dominanzverhalten unterschied. Die Existenz eines PLAY systems ist heute noch nicht allgemein anerkannt, aber es gibt doch viele Hinweise, dass ein solches -subcorticales- System existieren muss. Insbesondere haben Tierexperimente, bei denen der Neokortex entfernt wurde, gezeigt, dass RAT dadurch nicht vermindert wird, was ebenfalls auf eine subkortikale Repräsentation dieses Verhaltensaspekts hinweist.

### **Der Neocortex**

Mit dieser Darstellung der bis heute bekannten neuroanatomischen Grundlagen der Affekte wird der Abschnitt über das Limbische System abgeschlossen. Es folgt die Zuwendung zum letzten Teil des triune brain, dem Neocortex. Dieser, der entwicklungsgeschichtlich jüngste Teil des Gehirns, umgibt das Limbische System als eine Art Mantel. Der Neocortex zeigt anders als die andern Hirnanteile markante Unterschiede bezüglich Komplexität und Umfang sogar zwischen den einzelnen Spezies der Säugetiere. Eine phylogenetische Stufe tiefer, bei den Vögeln, ist er sogar kaum noch als solcher zu erkennen, während aber das Limbische System schon weitgehend mit jenem der höheren Säugetiere vergleichbar ist. Es ist dies offenbar Ausdruck davon, dass das Limbische System ein erprobtes, bewährtes Konstrukt ist, welches im Lauf der Evolution bewahrt wird, während der Neocortex gewissermassen frisch aus der Schmiede der Phylogenese kommt und sich auch in den letzten der bekannten Entwicklungsstufen der Evolution noch weiter entwickelt hat.

Aufgabe des Neocortex ist es, eingehende Sinneseindrücke sammeln, in Raum und Zeit zu konzeptualisieren, mit gespeicherten Informationen zu ver-

knüpfen und zu Wahrnehmungen, Konzepten und Attributionen zu verarbeiten. Dazu ist er über die Relaisstation des Thalamus mit den Afferenzen der Sinnesorgane direkt verbunden.

Die Prozessierung der zugeführten Informationen und die neurale Repräsentation der umgebenden Welt geschieht im Neocortex nach logischen Gesetzen (überwiegend jene der propositionalen Logik, wie sie erstmals von Aristoteles formuliert wurde). Dieses Hirngewebe ist also das materielle Äquivalent des rationalen Denkens. Man beachte in diesem Zusammenhang die weitgehende Parallelität zu der Konzeption Kants, wonach die kognitiven Vorgänge durch die Vernunft des Menschen bestimmt seien. Die anatomische Verwandtschaft aller Gehirne der höheren Säugetiere untereinander lässt übrigens eine ähnliche Struktur der Wahrnehmung auch bei ihnen vermuten.

Während aber bei den älteren Hirnstrukturen der Basalganglien und des limbischen Systems diese Ähnlichkeit zur Quintessenz der Erkenntnis wird, darf sie in Bezug auf den Isokortex den Blick auf die speziellen Fähigkeiten des Menschen nicht verstellen.

Zwar brachten sorgfältige Untersuchungen der kognitiven Ethologie in den letzten Jahrzehnten manche scheinbar unüberwindliche Mauern zwischen Mensch und Tier ins Wanken. Bei Primaten, vor allem bei Schimpansen, gibt es durchaus sehr viel mehr Werkzeuggebrauch, Einsicht in funktionale Zusammenhänge und Selbstbewusstsein als lange Zeit geglaubt. Auch ihre Sprachfähigkeit ist ausgeprägter als angenommen und sogar eine gewisse Fähigkeit zu Kultur und Traditionen ist ihnen nicht abzusprechen. Es scheint sich dabei, wie schon Darwin sagte, nicht um eine „Verschiedenheit der Art, sondern des Grades zu handeln“. Doch dieser Grad ist in der Tat beträchtlich, eine wahre Kluft, und zwischen dem Neocortex eines Schimpansen und jenem eines Menschen herrscht nicht nur eine quantitative, sondern eine gewaltige funktionale Differenz.

### **6.3 Das Triune Brain im Kontext der Forschungsfrage Durchfahrts-widerstand**

Wer das Verkehrsverhalten des Menschen verstehen und beeinflussen will, muss sich vorstellen, dass der Fahrer eines Autos mit seinem triune brain am Steuer sitzt. In der Regel wird nur die Steuerungsfunktion des Neocortex berücksichtigt, die zweifelsohne auch eine zentrale Rolle spielt. Alle kognitiven

Funktionen: die Wahrnehmung von Randbedingungen, die Interpretation von Signalen, die Einschätzung von Gefahren und Aufgaben etc. – das alles geschieht im neusten Teil des Gehirns und ist spezifisch menschlich. Es ist unbestritten, dass der Output des Neocortex auch einen wesentlichen Einfluss auf die Fahrgeschwindigkeit hat. So war es etwa eine Schwierigkeit, mit der sich die Forschungsgruppe konfrontiert sah, dass eine Geschwindigkeitsbeschränkung auf 50 km/h in aller Regel derart wirksam ist, dass Geschwindigkeitsmessungen zur Evaluierung des Durchfahrtswiderstandes an diesem Ort obsolet werden. Der Neocortex nimmt die Signaltafel wahr, verknüpft sie mit ihrer Bedeutung und dem Wissen um allfällige Folgen bei Nichtbeachtung, sorgt für die Umsetzung und pendelt die Tachonadel in der Nähe der 50km/h Marke ein.

Doch gleichzeitig spielen die beiden alten Teile des Gehirns ständig mit. Spätestens seit den üblen Erfahrungen mit Rasern in den letzten Jahren ist allgemein klar, dass die Fahrgeschwindigkeit nicht nur von kortikalen Funktionen abhängig ist. Um es plakativ zu sagen: die Begleiterin im Beifahrersitz zum Beispiel lässt das Reptiliengehirn alle kognitiven Bedenken überstimmen und der Fahrer drückt tief auf den Gashebel, selbst wenn er damit sich und alle andern aufs schwerste gefährdet. Dass Alkohol die kortikale Kontrolle mindert und solche Mechanismen noch deutlicher zum Tragen kommen lässt, ist ebenfalls hinlänglich belegt.

Es ist nun Inhalt des vorliegenden Forschungsansatzes, sozusagen die Zwischenebene zu berücksichtigen und den Aspekt der EOS in die Beurteilung des Fahrverhaltens einzuführen. Die Idee dahinter ist stringent und einleuchtend: Wenn ein Fahrer in eine Verkehrsszene hineinsteuert, so beurteilt er diese nicht nur kortikal. Gleichzeitig – wohl sogar etwas vorgelagert – führt sein ventrales Gehirn eine emotionale Lagebeurteilung durch. Der Output verknüpft sich, wie oben beschrieben, mit der kognitiven Einschätzung und führt zu einer ganzheitlichen Einschätzung der Situation und damit zu einem entsprechenden Verhalten. So kann eine Gefahren tafel mit der Darstellung von spielenden Kindern etwa über rationale Prozesse zu einer adäquaten Verminderung der Geschwindigkeit führen, verknüpft mit einer Geschwindigkeitsbeschränkung wird dies sogar mit ziemlicher Sicherheit geschehen. Gelingt es aber den Verkehrsplanern, die spielenden Kinder sichtbar zu machen, ihre Verletzlichkeit und Exponiertheit gleichsam zu unterstreichen, so wird das CARE system mobilisiert und der Fahrer verspürt entsprechende Gefühle – etwa einen Beschützer“instinkt“ oder ein Gefühl der Verantwortlichkeit und Besorgtheit. „Unwillkürlich“ senkt er seine Geschwindigkeit, vielleicht

sogar noch mehr als auf der Tafel angegeben. Der Durchfahrtswiderstand der Strasse ist durch das kombinierte Ansprechen der unterschiedlichen Gehirne angestiegen.

Solche Überlegungen leuchten unmittelbar ein und demonstrieren das Potential dieses Ansatzes. Sie leugnen nicht die Wichtigkeit des kognitiven Zuganges, aber im Unterschied zu diesem rücken sie eine ganzheitliche Sichtweise des Strassenraumes „ins Bild“. Sie tritt dem Fahrer nicht als Kreuzworträtsel, als kognitive Aufgabe, entgegen, sondern als Gestalt, als Bild, als Szenerie, die als Ganzes wirkt. Das Forschungsprojekt ist in diesem Sinne eine Gratwanderung, dem nicht-rationalen, nicht-quantitativen Charakter von Emotionen gerecht zu werden und sie dennoch für die kognitive und instrumentelle Analyse zu erschliessen.

Entsprechend erschwert sich dann aber auch der empirische Zugang! Der holistische, durch die EOS transportierte Effekt muss aufgeschlüsselt werden, um einer systematischen Analyse zugänglich zu werden. Dies wurde im nächsten Schritt mit dem explorativen dreigliedrigen Befragungskonzept angepackt.

## 7 BEFRAGUNGSKONZEPT

*Auf der Basis der Erkenntnisse aus Literaturanalyse, Verständnismodell und neurobiologischen Grundlagen wird im Hinblick auf die angestrebte Praxisanwendung der Resultate ein Befragungskonzept entwickelt, mit dem über die EOS als Koppelungsglieder die Verbindung zwischen Raumbildern, Einzelementen und Fahrverhalten der Autofahrenden untersucht wird.*

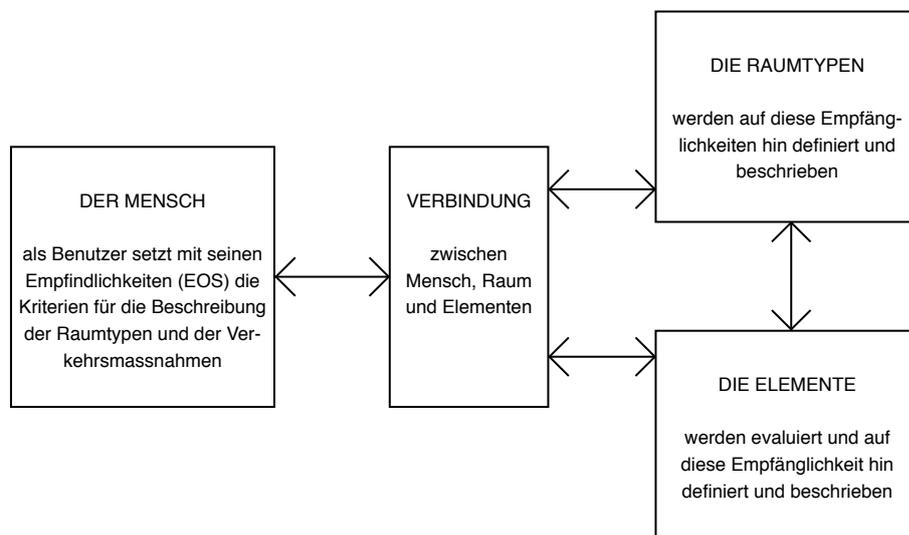
### 7.1 ANWENDUNGSZIEL

Die Untersuchung soll zu praktischen Resultaten führen, die es erlauben, den Durchfahrtswiderstand einer bestehenden Situation einzuschätzen (Schritt 1). Die Elemente, welche diesen Widerstand bestimmen, sollen bezeichnet und quantifiziert werden können (Schritt 2). Diese Grundlagen ermöglichen die Ausarbeitung von Projektvarianten, welche den Durchfahrtswiderstand in eine gewünschte Klasse anheben (Schritt 3).



## 7.2 BEFRAGUNGSKONZEPT

Um dieses Anwendungsziel zu erreichen, müssen Verbindungen hergestellt werden zwischen städtebaulichen Raumbildern, verkehrlichen und gestalterischen Einzelementen in diesen Räumen und autofahrenden Menschen. Diese Verbindung erfolgt über die EOS (emotional operating systems), indem sowohl die Beschreibungen der städtebaulichen Raumbilder wie der Verkehrsmassnahmen auf diese ausgerichtet werden. Welche Botschaften werden von den jeweiligen Strassenräumen ausgestrahlt? Welche Empfänglichkeiten der autofahrenden Menschen werden angesprochen?



## 7.3 VERBINDUNG EOS – STRASSENÄUME - ELEMENTE

Die Anzahl der Variablen – der Einzelemente und deren Kombinationen –, die das Gesamtbild eines Strassenraumes ausmachen, ist enorm gross. Es muss deshalb eine Untersuchungsmethode angewandt werden, welche diese Vielzahl auf ein Mass eingrenzt, das es erlaubt, mit den zur Verfügung stehenden Mitteln zu verlässlichen Resultaten zu gelangen. Ein Instrument dazu sind qualitative explorative Befragungen in Kombination mit Literaturlauswertungen und Analogieinterpretationen aus verwandten, bekannten Bereichen. Das Befragungskonzept baut auf den in der folgenden Tabelle dargestellten Verbindungen der EOS mit den verkehrlichen und städtebaulichen Bereichen auf:

NR.	EOS	INDIKATOREN	VERKEHR UND RAUM	MÖGLICHE FRAGEN
1	SEEKING	erkunden, suchen, lernen, gestalten ausprobieren	Nutzung der Strassenräume, Geschäfte, Gestaltung, Vielfältigkeit, Abwechslung	Ist der Strassenraum vielfältig oder monoton? (Nutzung der Strassenräume, Geschäfte, Gestaltung, Vielfältigkeit, Abwechslung)
2	RAGE	frei bewegen, verwirklichen, ausleben	Verbote, Einengung, unplausible Vorschriften, Diskrepanzen in Erscheinung und Vorschrift	Stimmen Bild und Vorschriften überein? (Verbote, Einengung, unplausible Vorschriften, Diskrepanzen in Erscheinung und Vorschrift)
3	FEAR	Flucht, Furcht, Angst vor Schädigung	Unübersichtlichkeit, subjektives Gefährungsgefühl, Unsicherheit der Situation	Stimmen subjektive Wahrnehmung und objektive Gefährdung überein? (Unübersichtlichkeit, Unsicherheit der Situation)
4	PANIC	Sozialkontakte, Trennungsangst, Einsamkeit	Menschendichte, Augenkontakt, Kommunikation, Schutz, Abstand	Ist Kommunikation möglich? (Menschendichte, Augenkontakt, Kommunikation, Schutz, Abstand)
5	LUST	balzen, imponieren, kämpfen, Rivalen ausstechen	Szeneort, Menschendichte, das andere Geschlecht	Findet man sein Publikum? (Szeneort, Menschendichte, das andere Geschlecht)
6	CARE	Rücksicht, Schutz, Hilfe, Unterstützung	Gefährdung Kinder, Alte, Schulwege, Spielplätze	Sind Gefährdungen sichtbar? (Gefährdung, Kinder, alte Menschen, Schulwege, Spielplätze)
7	PLAY	bewegen, balgen, Geschwindigkeitsrausch	Menschendichte, Perspektive	Lädt die Situation zum Ausprobieren ein? (Menschendichte, Perspektive, dynamik)

Die Tabelle bildet die Grundlage für die Entwicklung des folgenden dreistufigen Befragungskonzeptes. Herauszufinden ist:

Mit Befragung 1 Welche EOS werden durch die Raumbilder angesprochen?

Mit Befragung 2 Wie wirken die Raumtypen auf diese EOS ein?

Mit Befragung 3 Wie wirken welche Elemente auf diese EOS ein?

Dabei flossen die Erkenntnisse aus der jeweils vorhergehenden Befragung in die folgende ein. Aufgrund der Erkenntnisse aus der ersten Befragung wurden so die Fallbeispiele für die zweite Befragung zusammengestellt. Die dritte Befragung wurde in zwei Schritten durchgeführt. In einer ersten Runde wurde nach den Elementen gefragt, welche überhaupt wahrgenommen werden (offene Frage). Anschliessend wurden die so ermittelten Elemente den Probanden nochmals zur Gewichtung vorgelegt.

## 8 EXPLORATIVE BEFRAGUNG

*Zur Befragung wurden Probandengruppen Bildsequenzen unterschiedlicher Strassenräume vorgeführt. Die Auswertung der Beurteilungsergebnisse zeigt, welche EOS wie angesprochen werden und mit welchen Massnahmen diese Effekte zur Beeinflussung des Durchfahrtswiderstandes genutzt werden können.*

### 8.1 BEFRAGUNG 1 – VERBINDUNG RAUMBILDER MIT EOS

Für die Befragung wurde – basierend auf den in den EOS implizierten Aspekten und den Ergebnissen aus der Literaturanalyse – der folgende Fragebogen konzipiert. Die Fragen wurden so entwickelt, dass sie die Inhalte der EOS abdecken und auf die Situationen im Verkehr abgestimmt sind.

SVI 2004 / 057 – FORSCHUNGSaufTRAG DURCHFahrtSWIDERSTAND

#### METHODENTEST 2 – FRAGEBOGEN 1 – STRASSENÄRUME UND FAHRVERHALTEN

Wir zeigen Ihnen Bilderfolgen von Strassenräumen.

NAME: .....

1. Spalte Sie finden hier verschiedene Aussagen  
 2. Spalte Tragen Sie ein, ob die jeweilige Aussage für die gezeigten Bildfolgen für Sie zutrifft oder nicht.  
 3. Spalte Geben Sie an, ob und allenfalls wie dieser Faktor ihr Fahrverhalten beeinflusst.

BILDERFOLGEN NR .....

NR	AUSSAGEN	Diese Aussagen trifft für mich ..... zu		Dies beeinflusst meine Fahrgeschwindigkeit .....		
		überhaupt nicht	absolut	verlangsamend	nicht	beschleunigend
1	Das Fahren in diesem Strassenraum erfordert erhöhte Aufmerksamkeit.	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----
2	Ich fahre gern auf dieser Strasse. Der Strassenraum weckt meine Neugier, was darin alles vor sich geht.	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----
3	In diesem Strassenraum können unvermutet Gefahren auftauchen, z.B. dass jemand plötzlich auf die Strasse tritt, ein Fahrzeug unerwartet einbiegt etc.	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----
4	Diesen Strassenraum empfinde ich als unübersichtlich.	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----
5	Auf dieser Strasse fühle ich mich als Autofahrer irgendwie fehl am Platz, weil ich andere Personen belästigen oder stören könnte.	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----
6	Die Fahrbahngestaltung und der umgebende Siedlungsraum passen zusammen.	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----
7	Nachts gehört diese Strasse dem Verkehr.	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----	----- ----- ----- -----

Gezeigt wurden systematisch konzipierte Bildserien unterschiedlicher, für ihre Kategorie typischer Strassenräume:



Serie 1 - Nutzungsorientierter multifunktional genutzter Strassenraum im dörflichen Umfeld. Mischverkehr, nicht ausgebaut.



Serie 2 - Nutzungsorientierter multifunktional genutzter Strassenraum im dörflichen Umfeld. Mischverkehr, ausgebaut



Serie 3 - Verkehrsorientierter Strassenraum im halbstädtischen Umfeld. Auf die Strasse orientierte Nutzung, mit Trottoir.



Serie 4 - Verkehrsorientierter Strassenraum im Agglomerationsbereich. Von der Strasse abgewandte Nutzung, mit Trottoir.

Die Probandengruppen wurde daraufhin befragt, in welchem Sinne die Fragen – bezogen auf das jeweilige Strassenraumbild – für sie zutreffend sind. Die folgende Abbildung zeigt als Beispiel die Linienbündel aus den Antworten einiger Probanden mit dem Spektrum der Wirkungseinschätzungen der Bildbotschaften auf Aufmerksamkeit und Fahrgeschwindigkeit und damit auf die einzelnen EOS.

SVI 2004 / 057 – FORSCHUNGS-AUFTRAG DURCHFAHRTSWIDERSTAND

METHODENTEST 2 – FRAGEBOGEN 1 – STRASSEN-RÄUME UND FAHRVERHALTEN

Wir zeigen Ihnen Bilderfolgen von Strassenräumen.

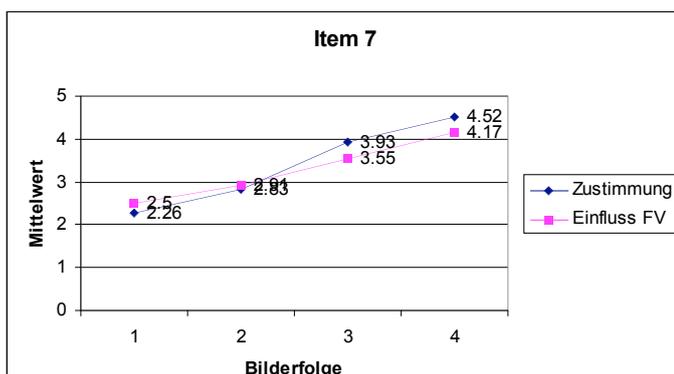
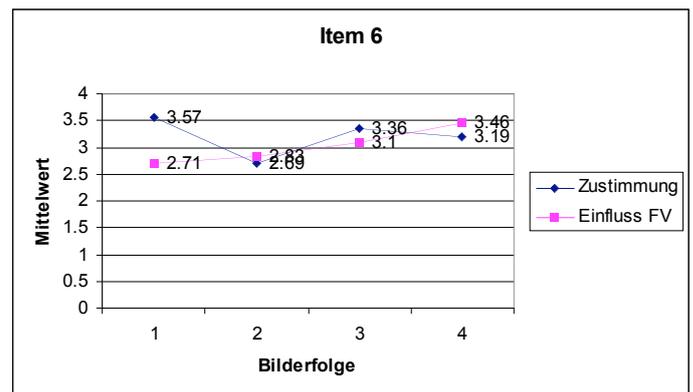
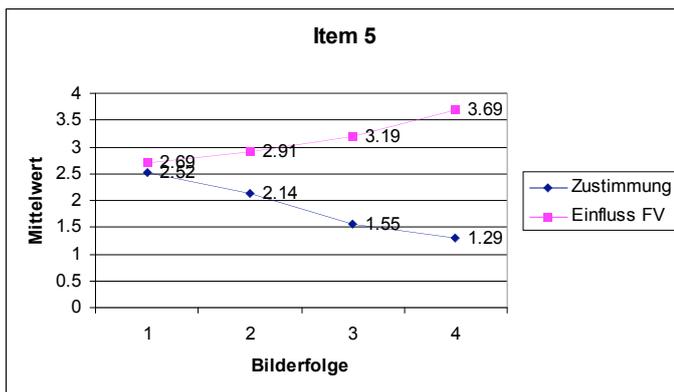
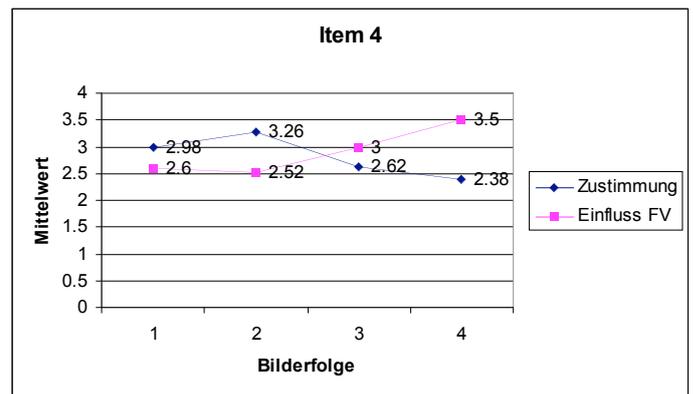
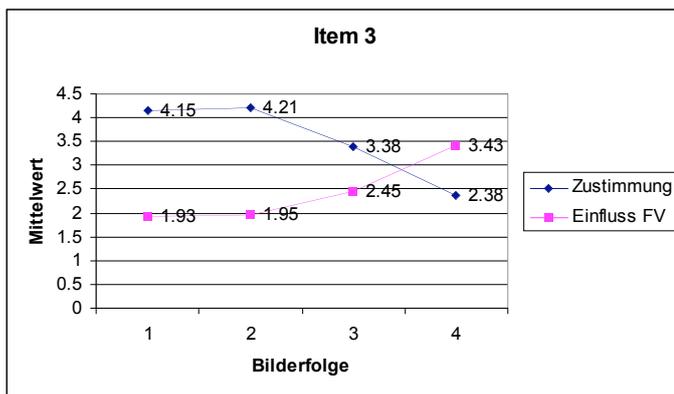
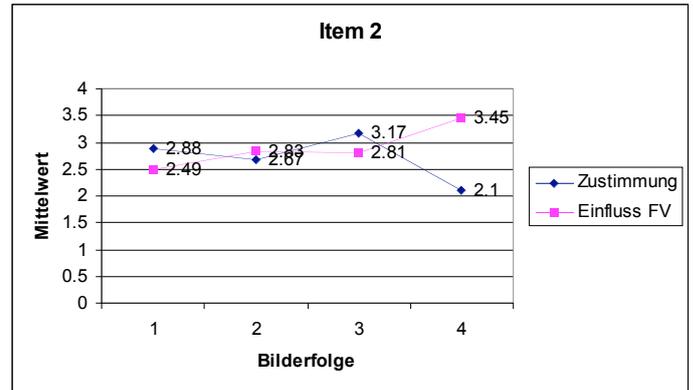
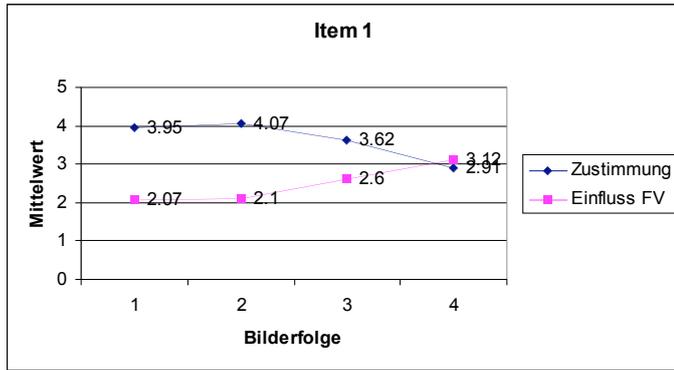
NAME: .....

BILDERFOLGEN NR. **7**

1. Spalte Sie finden hier verschiedene Aussagen  
 2. Spalte Tragen Sie ein, ob die jeweilige Aussage für die gezeigten Bilderfolgen für Sie zutrifft oder nicht.  
 3. Spalte Geben Sie an, ob und allenfalls wie dieser Faktor ihr Fahrverhalten beeinflusst.

NR	AUSSAGEN	Diese Aussagen trifft für mich ..... zu		Dies beeinflusst meine Fahrgeschwindigkeit .....		
		überhaupt nicht	absolut	verlangsamend	nicht	beschleunigend
1	Das Fahren in diesem Strassenraum erfordert erhöhte Aufmerksamkeit.					
2	Ich führe gern auf dieser Strasse. Der Strassenraum weckt meine Neugier, was darin alles vor sich geht.					
3	In diesem Strassenraum können unversehrt Gefahren auftauchen, z.B. dass jemand plötzlich auf die Strasse tritt, ein Fahrzeug unerwartet einbiegt etc.					
4	Diesen Strassenraum empfinde ich als unübersichtlich.					
5	Auf dieser Strasse fühle ich mich als Autofahrer irgendwie fehl am Platz, weil ich andere Personen belästigen oder stören könnte.					
6	Die Fahrbahngestaltung und der umgebende Siedlungsraum passen zusammen.					
7	Nachts gehört diese Strasse dem Verkehr.					

In der statistischen Auswertung wurden sodann die Antworten über alle Bildfolgen auf Übereinstimmungen und Differenzen untersucht und dargestellt. Item bezeichnet die Fragenummer, horizontal sind die Antworten zu den jeweiligen Bildfolgen aufgetragen.



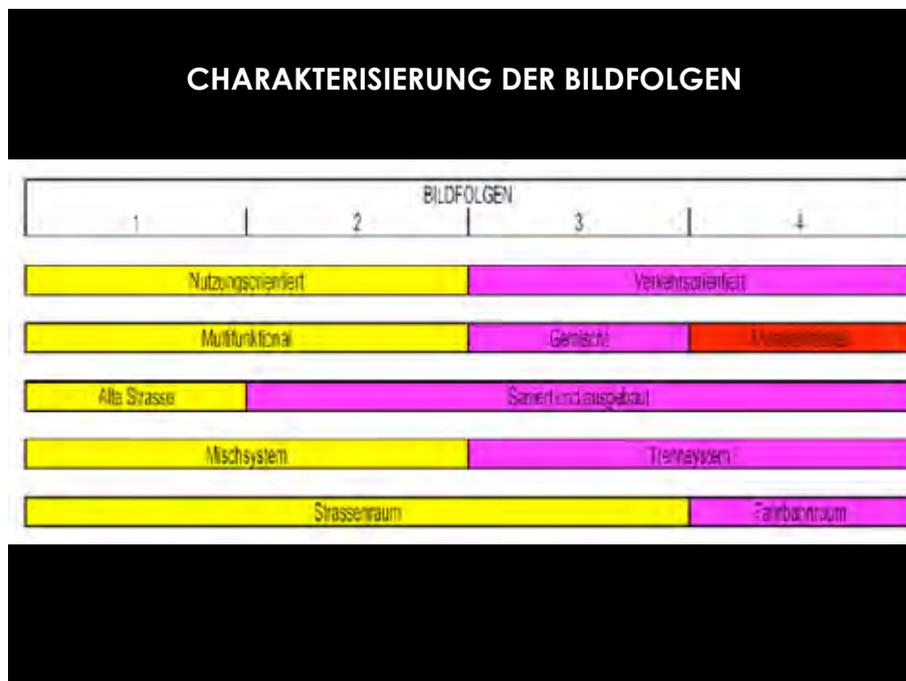
In der folgenden Tabelle werden die Ergebnisse beschrieben: Bei welchen Bildfolgen sind die Antworten identisch, wo sind sie unterschiedlich. Die Beschreibungen bilden die Grundlage für die Analyse der Bildfaktoren, welche für die Ergebnisse massgebend sind. Farblich angelegt sind die Bereiche, in denen die Antworten eine übereinstimmende Einschätzung der Bildfolgen zeigen, weiss sind die Bereiche mit unterschiedlicher Einschätzung.

	FRAGEN (ITEM)	BILDFOLGEN			
		1	2	3	4
1	Aufmerksamkeit	Beantwortung identisch, Bilder lösen hohe Aufmerksamkeit aus		Anforderung mittel	Anforderung tief
2	Neugier	Beantwortung identisch Charakteristik der Bilder: sie zeigen Leben			Einschätzung: uninteressant
3	Gefahren	Erwartung eines hohen Gefahrenpotentials		mittleres Gefahrenpotential	tiefes Gefahrenpotential
4	Übersichtlichkeit	Beantwortung identisch gemeinsame Charakteristik Kurvigkeit			Einschätzung: übersichtlich
5	Fehl am Platz	ausgesprochene Zustimmung	weniger Zustimmung	noch weniger Zustimmung	ausgesprochene Verneinung
6	Raumbild	stimmiges Gesamtbild	Fahrbahnbild und Siedlungsbild stimmen nicht überein		
7	Situation nachts	nachts Aufmerksamkeit nötig	weniger nötig	noch weniger nötig	nachts Aufmerksamkeit unnötig

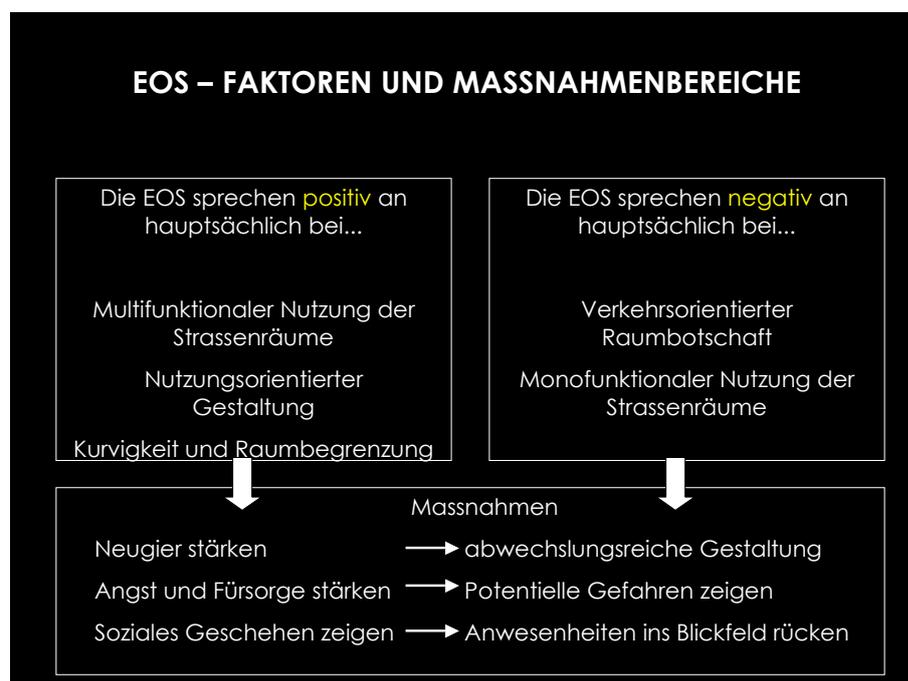
Bei der Vergleichsanalyse der Bildfolgen zeigen sich die folgenden Charakteristiken:

- Bildfolgen 1 und 2  
werden identisch eingeschätzt bezüglich der Fragen 1 - Aufmerksamkeit, 2 - Neugier, 3 - Gefahrenpotential und 4 – Übersichtlichkeit. Unterschiede zeigen sich bei den Fragen 5 – Fehl am Platze, 6 – Raumbild und 7 – Nacht.
- Bildfolgen 1, 2 und 3  
werden identisch eingeschätzt bezüglich der Fragen 1 – Neugier und 4 – Übersichtlichkeit.
- Bildfolge 3  
wird gegenüber den andern Bildfolgen separat eingeschätzt bezüglich der Fragen 1 - Aufmerksamkeit, 3 – Gefahrenpotential, 5 – Fehl am Platze und 7 – Nacht.
- Bildfolgen 2, 3 und 4  
werden identisch eingeschätzt bezüglich der Frage 6 – Raumbild.
- Bildfolge 4  
spricht auf die EOS – Fragen praktisch nicht an.

In der folgenden Tabelle sind die vier Bildfolgen verkehrsplanerischen und städtebaulichen Strukturelementen zugeordnet.



Die Verbindung der Auswertungen (Befragung, Bildanalyse und Charakterisierung der Bildfolgen) zeigen, dass verkehrsdämpfende Wirkungen durch Strassenraumbilder ausgelöst werden, die multifunktionale Benutzung, nutzungsorientierte Gestaltung und räumliche Sichtbegrenzungen aufweisen. Dabei kommen hauptsächlich SEEKING, FEAR, PANIC und CARE – EOS zur Wirkung. Für die Erzielung eines höheren Durchfahrtswiderstandes müssen bei der Strassenraumgestaltung deshalb die folgenden Ziele und Massnahmen angestrebt werden:



## 8.2 BEFRAGUNG 2 – WIRKUNGEN DER RAUMTYPEN

Untersucht wird die Frage, wie unterschiedliche Raumtypen auf den Durchfahrtswiderstand einwirken. Gefragt wird nach den Geschwindigkeitsrelationen zwischen unterschiedlichen Strassenraumtypen. Auch dazu wurden den Probanden unterschiedliche Bildfolgen zur Einschätzung vorgelegt. Diese wurden so ausgewählt, dass wieder die Bandbreite von nutzungsorientierten Dorfstrassen bis zu verkehrsorientierten Agglomerationsstrassen abgedeckt ist. Auf dem Fragebogen gaben die Probanden an, in welcher Situation sie am schnellsten, in welcher sie am langsamsten fahren würden.

SVI 2004 / 057 – FORSCHUNGS-AUFTRAG DURCHFABRTSWIDERSTAND Erdberg  
BaugmbH

**METHODENTEST 2 – FRAGEBOGEN - GESCHWINDIGKEIT**

Wir zeigen Ihnen Bilderfolgen von Strassenräumen. NAME: \_\_\_\_\_

Welche Fahrgeschwindigkeiten sind in den jeweiligen Strassenräumen zu erwarten?

Ordnen Sie die gezeigten Bilder in der Reihenfolge aufsteigender Geschwindigkeiten.

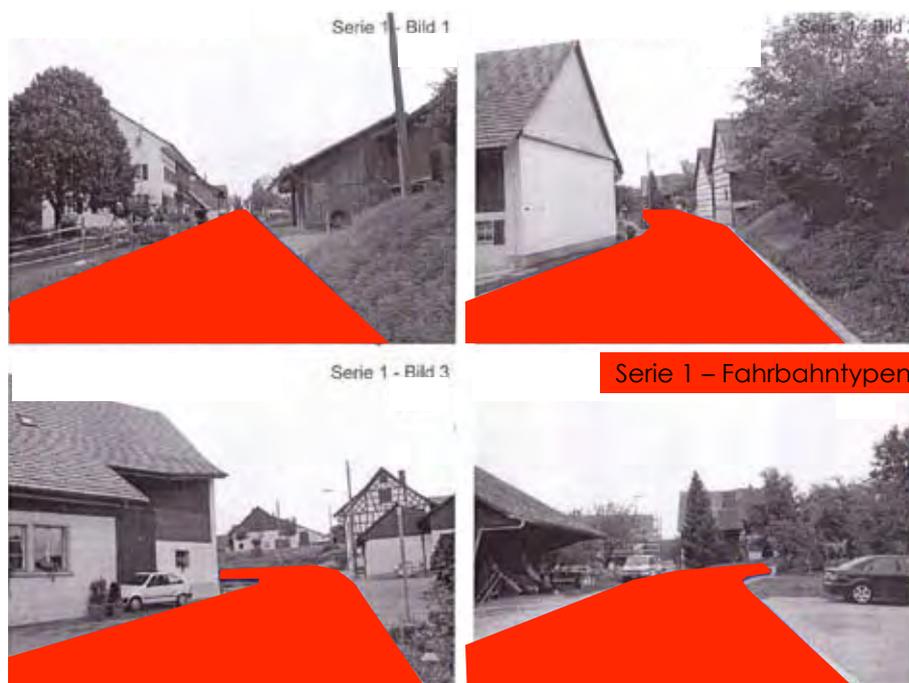
SERIE 1	SERIE 2	SERIE 3	SERIE 4	SERIE 5
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4</span>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2</span>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3</span>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

In der statistischen Auswertung wurden die Antworten über alle Bildfolgen in Rangfolgen gebracht:



Wie beim Fragebogen 1 wurden auch hier die Raumbilder verkehrlichen und städtebaulichen Typisierungen zugeordnet, die auf den Ergebnissen der Literaturanalyse basieren. Die folgenden Bilder zeigen zwei Beispiele: Die Raumproportionen von Gasse zu Platz und die Fahrbahnbilder der Kurvigkeit von gerade bis engkurvig.





Die Verbindung der beiden Auswertungen (Statistik und Bildanalyse) zeigen, dass verkehrsdämpfende Wirkungen von bestimmten Charakteristiken der Strassenraumbilder abhängig sind. Diese bilden das Grundgerüst der Kriterienliste im Kapitel Arbeitsinstrumente.

### 8.3 BEFRAGUNG 3 – WIRKUNGEN DER EINZELELEMENTE

Untersucht wird die Frage, wie Einzelelemente im Strassenraum - Einfahrten, Signale, Menschen, parkierte Autos, etc. - auf den Durchfahrtswiderstand einwirken. Diese Befragung wurde in zwei Schritten durchgeführt:

- In Schritt 1 wurden den Probanden wiederum Bildsequenzen unterschiedlicher Strassenräume gezeigt. Gefragt wurde nach Elementen, welche ihre spontane Aufmerksamkeit wecken.
- In Schritt 2 wurden die in Schritt 1 benannten Elemente bezeichnet und es wurde nach der Reihenfolge gefragt, in der diese Elemente die Aufmerksamkeit beanspruchen.

#### Schritt 1

Fragebogen: Gefragt wird nach den aufmerksamkeitsweckenden Elementen. In den Bildern bezeichneten die Teilnehmer diejenigen Strassenraumelemente, die ihnen spontan in die Augen stachen, die primär ihre Aufmerksamkeit weckten.

SVI 2004 / 057 – FORSCHUNGS-AUFTRAG DURCHFARTSWIDERSTAND Anleitung zum  
Befragungsumfrage

**METHODENTEST 2 – FRAGEBOGEN – ELEMENTE**

Wir zeigen Ihnen Bilder von Strassenräumen.  
Diese setzen sich zusammen aus Raumeindrücken, Gebäuden, Nutzungen, Menschen, Bepflanzungen, Signalen etc. NAME: \_\_\_\_\_

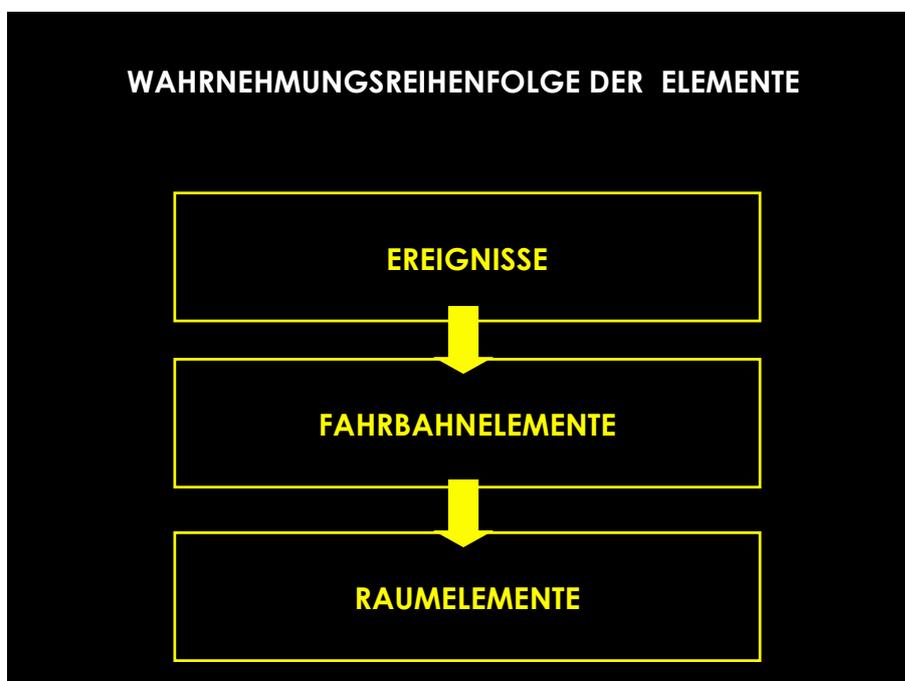
Tragen Sie in den Bildern diejenigen Eindrücke und Elemente ein, die Ihr Fahrverhalten primär beeinflussen. Nummerieren Sie diese pro Bild in aufsteigender Wichtigkeit.

Bild 1	Bild 2	Bild 3
		
2 - ELEMENTE		
Welche Elemente wirken mit welcher Intensität auf die EOS?		
Bild 4	Bild 5	Bild 6
		

Für die Analyse wurden die von den Probanden genannten Elemente den bereits bei der Befragung 2 (Raumtypen) verwendeten Kriterien zugeordnet:

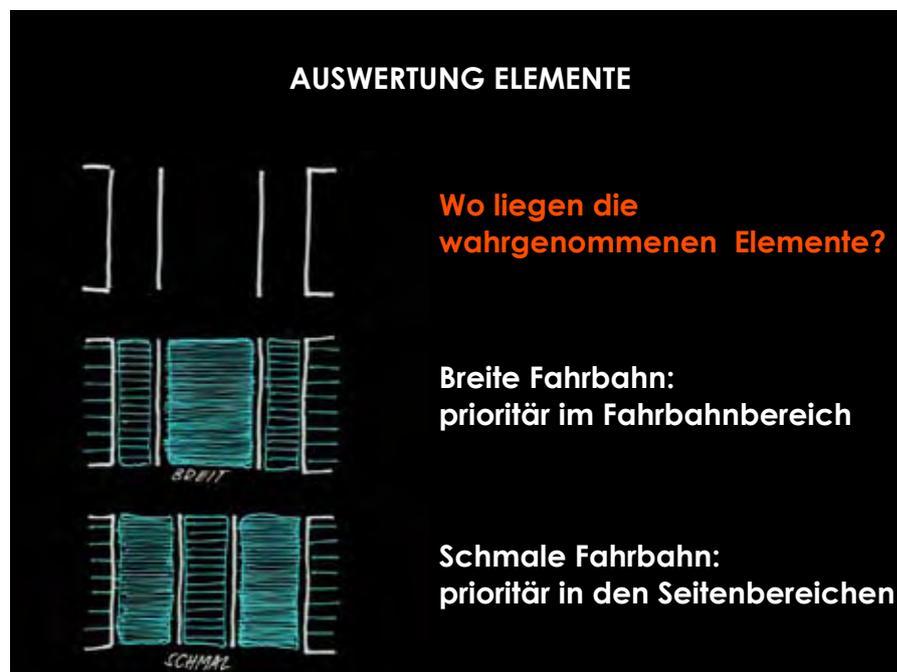
KRITERIEN	VON DEN TEILNEHMERN BEZEICHNETE ELEMENTE
Fahrbahnbilder	Kurve, Gerade, Einmündung, Parkierung, Signale, Bushaltestelle, Fahrstreifenmarkierung, Auto vor mir, Verkehrsbelastung, Fahrbahnbreite, LSA, Abbieger in Fahrbahnmitte
Raumbilder	Gebäudekante, Kirchturm, Baumreihe, Trennrabatte, Randstein, Plakate, Waldrand
Nutzungsbilder	Restaurant, Fussgänger, Schulkinder, Auto auf Vorplatz, Velo auf Trottoir, Holzbeige

Anzugeben in Schritt 1 war auch, in welcher Reihenfolge diese Elemente wahrgenommen werden. Aufgrund der Auswertungen sind klare Prioritätenfolgen erkennbar:



- Im Vordergrund stehen dynamische Elemente, die mit einem potentiellen Ereignis verbunden sind: ein Schulkind auf dem Trottoir, ein parkiertes Auto neben der Fahrbahn etc.
- In zweiter Linie folgen physische Elemente im Bereich der Fahrbahn (Randsteine, Markierungen, Signale etc.)
- In dritter Linie folgen Raumelemente im Bereich zwischen Fahrbahn und begrenzenden Fassaden (Bepflanzung, Möblierung, Vorgärten etc.).

Wie aufgrund der Literaturanalyse zu erwarten war, zeigen sich Wahrnehmungsunterschiede zwischen breiten und schmalen Fahrbahnen, die sich aus dem fokussierten Blickfeld beim Autofahren erklären lassen. Bei breiten Fahrbahnen werden fast ausschliesslich Elemente im Bereich der Fahrbahn genannt. Was in den Seitenbereichen passiert, wird kaum beachtet. Bei schmalen Fahrbahnen hingegen richtet sich der Blick vor allem auch auf die Seitenbereiche zwischen Fahrbahn und Fassaden, weil sich hier die potentiellen Gefahren abzeichnen können.



## Schritt 2

In welchem Masse nun sind die Einzelemente in Bezug auf den Durchfahrts-widerstand wirksam? Um diese Frage zu beantworten, wurde den Probanden der Fragebogen - in welchem die nun bekannten Elemente bezeichnet waren - ein zweites Mal vorgelegt. Gefragt wurde nach der Rangfolge der Elemente in Bezug auf Reihenfolge und Stärke ihrer Wahrnehmung.

SVI 2004 / 057 – FORSCHUNGS-AUFTRAG DURCHFahrtSWIDERSTAND Beratung und  
Bewertung

**METHODENTEST 2 – FRAGEBOGEN - ELEMENTE**

Wir zeigen Ihnen Bilder von Strassenräumen.  
Diese setzen sich zusammen aus Raumeindrücken, Gebäuden, Nutzungen, Menschen, Bepflanzungen, Signalen etc.

NAME: .....

In den Bildern sind solche Elemente bezeichnet mit A bis E.

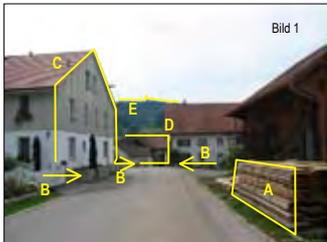


Bild 1

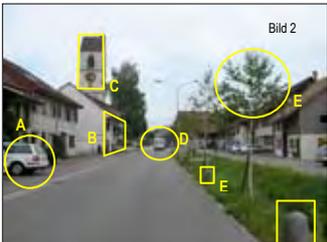


Bild 2

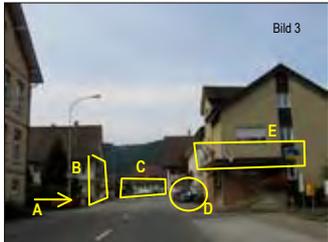


Bild 3

Frage: Welche dieser Elemente wecken Ihre Aufmerksamkeit am stärksten? Notieren Sie die Rangfolgen der Elemente pro Bild von 1 (am stärksten) bis 5 (am schwächsten).  
Wichtig: Jeder Rang kann nur einmal vergeben werden

NR.	ELEMENT	RANG
A	Seitliche Begrenzung	
B	Seitliche Einfahrten	
C	Haus und Vorgarten	
D	Raubegrenzung vorn	
E	Landschaft	

NR.	ELEMENT	RANG
A	Senkrechtparkplätze	
B	Haus und Vorplatz	
C	Kirchturm, Uhr	
D	Auto vorne	
E	Wehrsteine, Bäume	

NR.	ELEMENT	RANG
A	Seitliche Einfahrten	
B	Haus und Vorplatz	
C	Raubegrenzung mit genutztem Vorplatz	
D	Menschen auf Trottoir	
E	Reklame und Fahnen	

Fällt Ihnen ein weiteres Element auf? Welchen Rang würden Sie diesem geben? (wieder Ränge 1 – 5)

F	.....	
---	-------	--

F	.....	
---	-------	--

F	.....	
---	-------	--

In der statistischen Auswertung wurde für jedes der im Fragenbogen aufgeführten Bilder eine Ergebnistabelle generiert. In den Spalten der Tabellen befinden sich die zu bewertenden Elemente. In den Zeilen sind die fünf Ränge aufgeführt (Rang 1 - Rang 5). Somit kann in den Zellen der Tabellen abgelesen werden, wie die Testpersonen einem bestimmten Element einen der fünf möglichen Ränge zugewiesen haben. In jeweils der letzten Zeile einer jeden Tabelle ist der „mittlere Rang“ eines jeden Elementes aufgeführt. Der mittlere Rang errechnet sich aus dem arithmetischen Mittel über alle Rangplatzierungen, die ein Element erhalten hat. Dahinter steht jeweils noch in Klammern, welchen „globalen“ Rang ein bestimmtes Element im Vergleich zu den anderen Elementen desselben Bildes inne hat (bezogen auf den Vergleich der mittleren Ränge).

## Wahrnehmung und Wirkung von Einzelementen (Ergebnistabellen)

Tab. 1

Bild 1:	Element									
	Seitliche Begrenzung		Seitliche Einfahrten		Haus und Vorgarten		Raumbegrenzung vorn		Landschaft	
Aufmerksamkeit	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Rang 1	39	56	13	19	14	20	1	2	2	3
Rang 2	15	22	15	22	23	33	16	23	0	0
Rang 3	10	15	18	26	15	22	22	32	4	6
Rang 4	4	6	17	24	15	22	25	36	8	11
Rang 5	1	1	6	9	2	3	5	7	55	80
mittlerer Rang*	1,74 (1)		2,83 (3)		2,54 (2)		3,25 (4)		4,65 (5)	

\*entspricht dem arithmetischen Mittel über alle Rangeinstufungen zu einem Bildelement; in Klammern steht jeweils der über dieses Gesamtmittel erhaltene relative Rang der fünf Bildelemente untereinander

Tab. 2

Bild 2:	Element									
	Senkrechtparkplätze		Haus und Vorplatz		Kirchturm, Uhr		Auto vorne		Wehrsteine, Bäume	
Aufmerksamkeit	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Rang 1	20	29	1	1	13	19	18	26	17	25
Rang 2	23	34	4	6	11	16	19	28	12	17
Rang 3	14	20	13	19	13	19	19	28	10	14
Rang 4	9	13	26	38	7	10	10	14	17	25
Rang 5	3	4	25	36	25	36	3	4	13	19
mittlerer Rang	2,3 (1)		4,01 (5)		3,29 (4)		2,43 (2)		2,96 (3)	

Tab. 3

Bild 3:	Element									
	seitliche Einfahrten		Haus und Vorplatz		Raumbegrenzung mit genutztem Vorplatz		Menschen auf Trottoir		Reklame und Fahnen	
Aufmerksamkeit	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Rang 1	10	14	0	0	9	13	32	46	18	26
Rang 2	27	39	3	4	13	19	19	28	7	10
Rang 3	17	25	12	18	16	23	9	13	15	22
Rang 4	7	10	31	45	17	25	7	10	7	10
Rang 5	8	12	23	33	14	20	2	3	22	32
mittlerer Rang	2,65 (2)		4,07 (5)		3,2 (4)		1,96 (1)		3,12 (3)	

Tab. 4

Bild 4:	Element									
	Haus mit genutztem Balkon		abbiegender Töfffahrer		Auto vorne		Menschen auf Trottoir		Reklametafeln	
Aufmerksamkeit	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Rang 1	3	4	57	83	6	9	1	1	2	3
Rang 2	4	6	8	12	26	38	19	28	12	17
Rang 3	1	1	3	4	18	26	31	45	16	23
Rang 4	8	12	1	1	16	23	14	20	30	44
Rang 5	53	77	0	0	3	4	4	6	9	13
mittlerer Rang	4,51 (5)		1,25 (1)		2,77 (2)		3,01 (3)		3,46 (4)	

Tab. 5

Bild 5:	Element									
	Tankstellen mit Reklamen		Abbiegende Autos		Verkehrssignalisation		Vorplatz mit Nutzung		seitliche Einfahrten	
Aufmerksamkeit	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Rang 1	0	0	33	48	6	9	12	17	18	26
Rang 2	3	4	21	30	18	26	19	28	8	12
Rang 3	13	19	10	15	20	29	18	26	8	12
Rang 4	17	25	5	7	11	16	18	26	18	26
Rang 5	36	52	0	0	14	20	2	3	17	24
mittlerer Rang	4,25 (5)		1,81 (1)		3,13 (4)		2,7 (2)		3,12 (3)	

Tab. 6

Bild 6:	Element									
	seitliche Gebäudefluchten		Lichtsignalanlagen		Auto vorne		Werbeplakate		seitlicher Wald	
Aufmerksamkeit	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Rang 1	20	29	19	27	24	35	4	6	2	3
Rang 2	12	17	25	36	19	28	3	4	10	14
Rang 3	24	35	10	15	12	17	17	25	6	9
Rang 4	11	16	13	19	12	17	19	27	14	20
Rang 5	2	3	2	3	2	3	26	38	37	54
mittlerer Rang	2,46 (3)		2,33 (2)		2,26 (1)		3,87 (4)		4,07 (5)	

Die Auswertung über alle Bilder zeigt, in welchen Relationen die Elemente, die in den Strassenräumen als wahrgenommen genannt wurden, einflussmässig zueinander stehen. Ziel ist, mit der Zuordnung von Gewichten eine Aussage der Wirkungsgrössen gegeneinander und in Bezug auf den Durchfahrtswiderstand machen zu können. Als Ergebnisse zeigen sich die folgenden Gewichtsklassen:

GEWICHTE	ELEMENTE DER GEWICHTSKLASSEN
Gewicht 4	Dynamische Elemente in Konfliktichtung, z.B. abbiegende Fahrzeuge in Gegenrichtung, Menschen auf Trottoir, seitliche Begrenzungen direkt an Fahrbahn in engen Verhältnissen etc.
Gewicht 3	Potentielle Gefahrenereignisse: z.B. seitliche Einfahrten, senkrechte Parkplätze, Auto vorne, LSA, seitliche Begrenzungen und direkt angrenzende Vorplätze in weniger engen Verhältnissen etc.
Gewicht 2	Statische Elemente in den Seitenbereichen: z.B. Reklamen, Signale, Plakate, Raumbegrenzungen in der Tiefe durch Gebäude etc.
Gewicht 1	Elemente im weiteren Blickfeld: z.B. abgesetzte Bauten mit Vorplätzen oder Balkonen, Wald, Hügel als Raumbegrenzung in der Tiefe etc.

## 8.4 ERKENNTNISSE AUS DER BEFRAGUNG

Die explorative Befragung hat gezeigt, in welchen Bereichen Strassenraumbilder über die EOS auf den Durchfahrtswiderstand einwirken. Befragt wurden insgesamt ca. 200 Probanden aus unterschiedlichen Alters- und Berufsgruppen. Die statistischen Auswertungen, verbunden mit strukturbezogenen Bildanalysen und Analogiebetrachtungen weisen auf konkrete städtebauliche und verkehrliche Massnahmenbereiche hin.

- Die Bilder, die Autofahrende als Strassenräume mit all ihren Elementen wahrnehmen, aktivieren primär vier EOS: SEEKING, FEAR, PANIC UND CARE. Die aus der Aktivierung dieser Verhaltensmotoren resultierenden

Reaktionen können beeinflusst werden, wenn die Strassenräume möglichst viele Neugier weckende Attraktivitätsfaktoren aufweisen. Dazu gehören primär Elemente des sozialen Lebens, Menschen unterwegs, gehend, stehend.

- Im Gegensatz zu traditionellen Sanierungsstrategien, bei denen potentielle Gefahren möglichst ausgeräumt werden, lassen sich verkehrsdämpfende und aufmerksamkeits erhöhende Verhaltensreaktionen dann erreichen, wenn mit Gefahren und Gefährdungen real gerechnet werden muss, wenn diese deutlich sichtbar sind. Beispiele dafür sind seitliche Einfahrten, Menschen auf Trottoirs direkt an der Fahrbahn, senkrecht parkierte Autos etc.
- Bei den Raumbildern hat sich eine klare Wahrnehmungshierarchie gezeigt. In erster Linie wahrnehmungswirksam sind dynamische Elemente, die auf potentielle Ereignisse hinweisen. Darauf wird unmittelbar reagiert. In zweiter Linie werden Elemente im Fahrbahnbereich wahrgenommen und in dritter Linie das, was in den Seitenbereichen zwischen Fahrbahnrand und begrenzenden Fassaden vorhanden ist.
- Die Untersuchung, wie Einzelelemente in Bezug auf den Durchfahrts-widerstand wirksam sind, hat die Ergebnisse der Raumbilduntersuchung bestätigt. Grösstes Gewicht kommt dynamischen Elementen in Konflikt-richtung sowie der Präsenz von Menschen im Strassenraum zu. Die geringste Wirkung entfalten Elemente im weiteren Blickfeld wie abgesetzte Bauten mit Vorplätzen, Hügel oder Wald als Raumbegrenzung in der Tiefe etc.

Diese Erkenntnisse weisen auf die Herausforderung und die Möglichkeiten hin, städtebauliche Gestaltungselemente zur Erhöhung des Durchfahrts-widerstandes einzusetzen. Dies kann gelingen, wenn durch die geschickte Kombination von Massnahmen in allen Bereichen eine möglichst hohe Gesamtwirkung erzielt werden kann.

## 9 ARBEITSINSTRUMENTE DURCHFahrtSWIDERSTAND

*Der Durchfahrtswiderstand als Reaktion auf das von den Autofahrenden wahrgenommene Strassenraumbild ist das Resultat des Zusammenwirkens vieler Einzelelemente. Ein Arbeitsinstrument muss diese Situation ganzheitlich abbilden können. Die dazu vorgeschlagene „DurchfahrtswiderstandsRose“ stellt Stärken und Schwächen in bezug auf den Durchfahrtswiderstand augenfällig dar und ermöglicht die partizipative Diskussion um Probleme, Ziele und Massnahmen.*

### 9.1 INDIKATOREN UND KRITERIEN

Die Untersuchungen zeigen, dass der von Autofahrenden empfundene Durchfahrtswiderstand eines Strassenraumes Ergebnis vieler bewusster, aber vor allem unbewusster Einzelwahrnehmungen ist. Um dies planerisch zu nutzen, müssen in möglichst vielen Bereichen sich ergänzende Massnahmen realisiert werden, die zusammen einen gesteigerten Gesamtnutzen bringen. Dies setzt eine ganzheitliche und über Städtebau, Verkehr und Nutzung gleichgewichtige Analyse voraus. Aus der Literaturanalyse und der explorativen Befragung hat sich ein Set von Indikatoren zu den Kriterien Fahrbahnbild, Raumbild und Nutzungsbild mit Eckwerten zur Wirkungsbeurteilung herauskristallisiert. Diese Indikatoren sind in der folgenden Tabelle als Arbeitsgrundlage zusammengestellt.

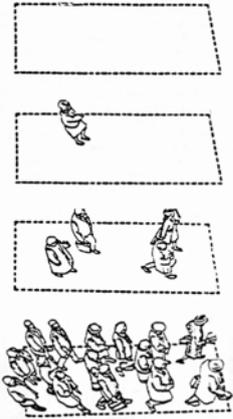
### 9.2 BEURTEILUNG UND GEWICHTUNG

Die Indikatoren werden anhand einer Kriterienskala von 1 – 4 Punkten beurteilt. Die Wirkung eines jeden Kriteriums im Verhältnis zu den anderen Kriterien drückt sich in den Einflusspunkten aus.

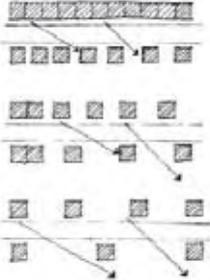
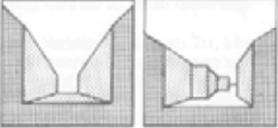
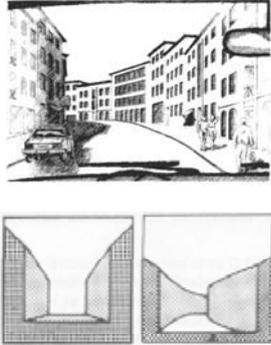
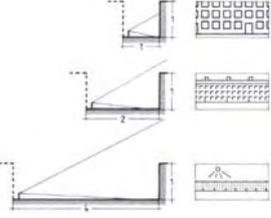
## Indikatoren nach Gewichtung geordnet

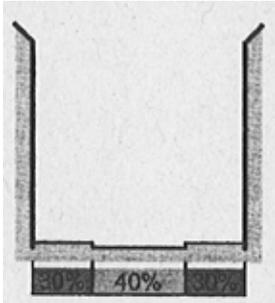
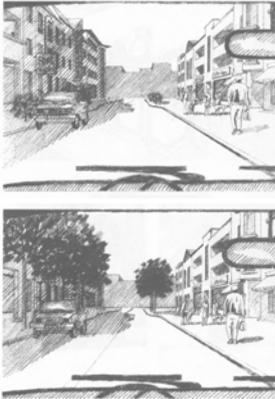
KRITERIEN	KRITERIEN-PUNKTE	EINFLUSS-PUNKTE	HINWEISE ZUM VERSTÄNDNIS
Umfeldnutzung, Bezug zur Strasse, Erlebniswert	<p>1 ganz ohne Bezug zur Strasse, keinerlei Nutzung, monoton</p> <p>2 vereinzelte Nutzungen, Büro- und Gewerbenutzung, kaum Strassenraumstruktur, Gebäude sind eher abgewendet</p> <p>3 Geschäfte, Gebäude hingewendet,</p> <p>4 Geschäfte mit vielen Auslagen, Restaurants mit Freisitzen und viel öffentliches Leben (Marktstände u.ä.), offen, einladend</p>	4 sehr gross	<p>Die höchsten mittleren Geschwindigkeiten findet man mit knapp 50 km/h auf Strassen mit überwiegender Büro- und Gewerbenutzung bzw. mit reiner Wohnnutzung. Auf Strassen mit überwiegender Geschäftsnutzung liegt die mittlere Geschwindigkeit mit rund 34 km/h um rund 16 km/h tiefer. Bei den Wohnnutzungen spielt es hingegen keine Rolle, ob es sich um Ein- und Zweifamilienhäuser oder um Mehrfamilienhäuser handelt.</p> <p>HAUGER (1996), 118</p> <p>Dort, wo Strassenraumstruktur als positiv empfunden wird (vielfältig, differenziert) beträgt die mittlere Geschwindigkeit unter 40 km/h. Auf Strassen, wo die Strassenraumstruktur negativ eingestuft wird (monoton, undifferenziert) liegt die mittlere Geschwindigkeit um knapp 10 km/h höher.</p> <p>HAUGER (1996), 124</p>
Bauliche Querungen (Fussgängerüberwege, Querungshilfen, vertikale / horizontale Versätze, Einengungen)	<p>1 keine Versätze oder Einengungen</p> <p>2 einige wenige Versätze, die den fliessenden Verkehr kaum beeinflussen</p> <p>3 Versätze und Einengungen beeinflussen den fliessenden Verkehr</p> <p>4 Versätze und Einengungen beeinflussen den fliessenden Verkehr stark</p>	4 sehr gross	SVI-Forschungsprojekt Widerstandsfunktion BÜRO WIDMER (2007)

KRITERIEN	KRITERIEN-PUNKTE	EINFLUSS-PUNKTE	HINWEISE ZUM VERSTÄNDNIS
Breite der Fahrbahn	<p>1 breit &gt; 9m</p> <p>2 eher breit 7-9m</p> <p>3 eher schmal 6-7</p> <p>4 schmal &lt; 6m</p>	4 sehr gross	<p>Es gibt keinen Zusammenhang zwischen Baufluchtenabstand und der mittleren Geschwindigkeit. HAUGER (1996), 140</p> <p>Mit der Zunahme der optischen Breite steigt die mittlere Geschwindigkeit und zwar zwischen 6m und 16m Breite um ca. 15 km/h. HAUGER (1996), 141</p> <p>Mit der Zunahme der nutzbaren Fahrbahnbreite steigt die mittlere Geschwindigkeit deutlich, und zwar zwischen 4m und 12m Breite um ca. 16 km/h. HAUGER (1996), 142</p> <p>Mit steigender nutzbarer Breite nimmt das <math>V_{85}</math> stark zu. Dabei spielt die Stärke des Gegenverkehrs eine Rolle. Ist der Gegenverkehr gering, so wird die Strasse unbewusst als Einbahnstrasse verstanden mit dem entsprechenden beschleunigenden Effekt. MARX ET AL. (1991)</p> <p>Auf Strassen mit relativ grosser nutzbarer Breite wird die eigene Geschwindigkeit unterschätzt. Auf schmalen Strassen ist die Geschwindigkeitswahrnehmung realistischer. Das Risiko plötzlich auftauchender Gefahren erscheint den Autolenkenden hier auch höher, so dass auch real langsamer gefahren wird. KÄMPFE ET AL. (2003)</p>
Andere Fahrzeuge auf der Fahrbahn (auch Radfahrende, etc.)	<p>1 freie Fahrt, keine weiteren Verkehrsteilnehmer auf der Fahrbahn</p> <p>2 fast keine Einflüsse durch andere Verkehrsteilnehmer auf der Fahrbahn</p> <p>3 Verkehrsteilnehmer wird durch andere auf der Fahrbahn beeinflusst</p> <p>4 Verkehrsteilnehmer ist durch andere auf der Fahrbahn sehr eingeschränkt, keine freie Fahrt mehr möglich</p>	4 sehr gross	<p>Je höher die Verkehrsbelastung umso weniger schnell kann gefahren werden.</p> <p>Die meisten Fixationen und damit eine erhöhte Aufmerksamkeit betreffen die eigene Fahrbahn, v.a. wenn sich ein Objekt in der eigenen Fahrbahn befindet, wie ein vorausfahrendes Fahrzeug, Velofahrer und Fussgänger.</p> <p>Ähnlich sind die Erfahrungen mit Kernfahrbahnen im Vergleich mit konventionellen Fahrbahnen. Die Autofahrenden nehmen mehr Rücksicht und haben die Tendenz, bei etwas tieferen Geschwindigkeiten mehr in Fahrbahnmitte zu fahren</p> <p>METKER (1997)</p>

KRITERIEN	KRITERIEN-PUNKTE	EINFLUSS-PUNKTE	HINWEISE ZUM VERSTÄNDNIS
Parkierende Autos und Güterumschlag (auf Aktion bezogen)	<p>1 kein Parkieren am Fahrbahnrand</p> <p>2 Parkieren an einem Strassenrand, ab und zu</p> <p>3 mässig häufiges Parkieren an beiden Strassenrändern</p> <p>4 ständiges Ein- und Ausparkieren am Fahrbahnrand (Kurzparkzone)</p>	4 sehr gross	<p>Die rechten Randbereiche der Fahrbahn, wo z.B. parkierte Fahrzeuge stehen, werden häufig fixiert. Den linken Randbereichen der Fahrbahn wird nur dann vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt, wenn dort parkierende Fahrzeuge stehen.</p> <p>METKER (1997)</p> <p>Die geringste mittlere Geschwindigkeit wird auf Strassen mit Kurzparkzonen (41 km/h) gemessen, die höchsten auf Strassen, an deren Rändern das Halten und Parkieren verboten ist (50 km/h).</p> <p>HAUGER (1996)</p>
<p>Menschen</p> 	<p>1 keine Fussgänger</p> <p>2 ca. 1 Person auf 10 m<sup>2</sup></p> <p>3 ca 2 Personen auf 3 m<sup>2</sup></p> <p>4 Seitenbereich ist mit Fussgängern gefüllt</p>	4 sehr gross	<p>Vermehrte Fixationen betreffen Fussgänger, die sich dem Fahrbahnrand nähern oder die sich längs zur Fahrtrichtung bewegen.</p> <p>METKER (1997)</p>
öV-Haltestellen	<p>1 keine öV-Haltestellen, kein öV-Verkehr</p> <p>2 es sind zwar Haltestellen vorhanden, jedoch beeinflusst der öV den übrigen fliessenden Verkehr kaum, Busse kommen selten oder Busbuchten.</p> <p>3 Haltestellen vorhanden, mässiger öV-Betrieb, Haltestellen gestatten jedoch überholen</p> <p>4 Haltestellen vorhanden mit regem öV-Betrieb, Haltestellen blockieren fliessenden Verkehr, Buskaps</p>	4 sehr gross	<p>SVI-Forschungsprojekt Widerstandsfunktion</p> <p>BÜRO WIDMER (2007)</p>

KRITERIEN	KRITERIEN-PUNKTE	EINFLUSS-PUNKTE	HINWEISE ZUM VERSTÄNDNIS
<p>Beläge</p>    	<p>1 Belag sehr glatt, neuer Asphaltbelag</p> <p>2 alter Asphaltbelag mit kleineren Unebenheiten, Belag eher rauh</p> <p>3 Asphaltbelag mit Schäden, Pflasterung mit gestocktem oder geschnittenem Neupflaster</p> <p>4 Altpflaster, Kopfsteinpflaster (Rundkopf-, Kleinpflaster, Bollersteine), sehr unebener, schadhafter Belag</p>	<p>4 sehr gross</p>	<p>Ausserorts wird auf frisch sanierten Strecken (neuer Deckenbelag) deutlich schneller gefahren als vorher (ca. + 10 – 15 km/h).</p> <p>ZWIELICH ET AL. (2001)</p>
<p>Nutzung Verkehr</p>	<p>1 Trennung, Fahrbahn völlig frei von Fremdeinflüssen</p> <p>2 Trennung, es existiert aber ein Seitenraum, von dem Einflüsse auf die Fahrbahn kommen könnten</p> <p>3 teilweise Mischverkehr, Einflüsse vom Seitenraum</p> <p>4 kompletter Mischverkehr</p>	<p>3 relativ gross</p>	<p>Die meisten Fixationen und damit eine erhöhte Aufmerksamkeit betreffen die eigene Fahrbahn, v.a. wenn sich ein Objekt in der eigenen Fahrbahn befindet, wie ein vorausfahrendes Fahrzeug, Velofahrer und Fussgänger.</p> <p>Ähnlich sind die Erfahrungen mit Kernfahrbahnen im Vergleich mit konventionellen Fahrbahnen. Die Autofahrenden nehmen mehr Rücksicht und haben die Tendenz bei etwas tieferen Geschwindigkeiten mehr in Fahrbahnmitte zu fahren.</p> <p>METKER (1997)</p>

KRITERIEN	KRITERIEN-PUNKTE	EINFLUSS-PUNKTE	HINWEISE ZUM VERSTÄNDNIS
Bebauungsdichte, Baufluchten 	1 ohne Bebauung 2 punktuell, offen 3 verdichtet 4 geschlossen	3 relativ gross	Die mittlere Geschwindigkeit ist auf Strassen mit offener Bebauung mit rund 50 km/h um rund 8 km/h höher als auf Strassen mit geschlossener Bebauung. HAUGER (1996), 119  Auf Strassen, wo die Baufluchtlinie nicht wahrgenommen werden kann, ist die Geschwindigkeit mit rund 49 km/h um 5 km/h höher als auf Strassen mit linearer Baufluchtlinie. HAUGER (1996), 120
Linearität der Fahrbahn (Absätze, Vorsprünge, Versätze, Erker etc.) 	1 linear 2 mässig linear 3 eher aufgelöst 4 aufgelöst	3 relativ gross	Auf linear betonten Strassen ist die mittlere Geschwindigkeit mit 48 km/h etwa 14 km/h höher als auf Strassen mit linearitätsmindernden Elementen. Die Anzahl der Tempoüberschreiter beträgt 36% im Vergleich zu nur 2% mit linearitätsmindernden Elementen. HAUGER (1996), 127/175
Strassenführung Kurvigkeit 	1 geradlinig 2 gebogen 3 gekurvt 4 S-förmig	3 relativ gross	Blicktechnik in Kurven: Fixationen verteilen sich auf alle relevanten Objekte. COHEN 1989  Hohe Unfallhäufigkeit in Kurven; COHEN 1987
Raumproportionen, Verhältnis zwischen Breite und Höhe 	1 sehr weit, Verhältnis ~ 4 2 weit, Verhältnis ~ 3 3 eher eng, Verhältnis ~ 2 4 eng, Verhältnis ~ 1	3 relativ gross	Dort wo das Verhältnis von Höhe der Bebauung zur Breite des Strassenraumes gross ist (>2) ist die mittlere Geschwindigkeit um rund 8 km/h geringer als auf Strassen mit kleinerem Verhältnis (<2). HAUGER (1996), 123

KRITERIEN	KRITERIEN-PUNKTE	EINFLUSS-PUNKTE	HINWEISE ZUM VERSTÄNDNIS
<p>Flächenproportion, Verhältnis zwischen Fahrbahn und Seitenraum</p> 	<p>1 keine Seitenräume vorhanden</p> <p>2 Fahrbahn ist im Verhältnis viel breiter als der Seitenraum</p> <p>3 Verhältnis ist 3:4:3</p> <p>4 Seitenräume sind im Verhältnis breiter als die Fahrbahn</p>	3 relativ gross	<p>Damit Fussgänger sich wohlfühlen, müssen die Seitenräume in einem angenehmen Verhältnis zur Fahrbahn stehen; als angenehm wird eine Aufteilung von Seitenräumen zu Fahrbahn von 30:40:30 empfunden.</p> <p>FGSV, RAST (2006), 22</p>
<p>Grün, Bäume</p> 	<p>1 Grün ist nicht vorhanden</p> <p>2 Bäume / Grün haben wenig Einfluss auf den Strassenraum</p> <p>3 Bäumen / Grün haben Einfluss auf den Strassenraum</p> <p>4 Bäumen / Grün haben einen grossen Einfluss auf den Strassenraum</p>	3 relativ gross	<p>Bäumen haben einen grossen Einfluss auf die Wahrnehmung des Strassenraums, sie schränken die Sicht ein und machen einen Strassenraum enger. Fassaden sind eventuell nicht mehr wahrnehmbar.</p>
<p>Abbieger und Querstrassen</p>	<p>1 keine Abbieger oder Querstrassen</p> <p>2 vereinzelt Abbieger, die aber nicht beeinflussen</p> <p>3 einige Querstrassen und Abbieger, Beeinflussung der Verkehrsteilnehmer</p> <p>4 starke Beeinflussung der Verkehrsteilnehmer durch Abbieger in Querstrassen</p>	3 relativ gross	<p>Vorfahrtbeschilderungen an Knotenpunkten und Rechtseinmündungen werden erstaunlich selten fixiert.</p> <p>METKER (1997)</p> <p>SVI-Forschungsprojekt Widerstandfunktion BÜRO WIDMER (2007)</p>
<p>Verkehrscharakter</p>	<p>1 fast nur Durchgangsverkehr</p> <p>2 Durchgangsverkehr überwiegt Ziel-/Quellverkehr</p> <p>3 Ziel-/Quellverkehr überwiegt Durchgangsverkehr</p> <p>4 fast nur Ziel-/Quellverkehr</p>	2 mittel	<p>Die mittlere Geschwindigkeit nimmt von über 50 km/h bei geringem auf 42 km/h bei hohem Ziel-/Quellverkehrsanteil ab.</p> <p>HAUGER (1996), 139</p>

KRITERIEN	KRITERIEN-PUNKTE	EINFLUSS-PUNKTE	HINWEISE ZUM VERSTÄNDNIS
Gestaltungsqualität der Bauten	1 schlecht 2 anspruchslos 3 gepflegt 4 hohe Qualität	2 mittel	Auf Strassen mit positiv bewerteter Baustruktur (anspruchsvoll, vielfältig, schlicht) ist die mittlere Geschwindigkeit mit rund 41 km/h um rund 7 km/h niedriger als auf Strassen mit negativ bewerteter Baustruktur (anspruchlos, eintönig, überladen). HAUGER (1996), 128
Leitende techn. Möblierung und Markierungen  (Leitpfosten, Leitplanken, Ränder/Randsteine, Fahrbahnmarkierungen)	1 linear, sehr führend, glatte Kanten, sehr regelmässig, Leitplanken 2 leitend, mittlere Kanten, vorwiegend regelmässig 3 wenig leitend, rauhe Kanten, unregelmässig, gestreut 4 keine Randsteine, Kanten oder Markierungen	2 mittel	Auf Strassen mit starker Prägung für den fliessenden Verkehr wird mit einer mittleren Geschwindigkeit von rund 47 km/h leicht schneller gefahren als auf Strassen mit geringer Prägung für den fliessenden Verkehr (43 km/h). HAUGER (1996), 130  Auf Strassen mit unregelmässiger seitlicher Fahrbahnbegrenzung (rauhe Kanten) wird mit durchschnittlich rund 42 km/h um 6 km/h langsamer gefahren als auf Strassen mit glatter seitlicher Fahrbahnbegrenzung. HAUGER (1996)  In Strassen mit reiner Wohnnutzung haben Mittelmarkierungen einen geschwindigkeitserhöhenden Einfluss von rund 6 – 10 km/h. In anderen Gebieten ist kein Zusammenhang festzustellen. HAUGER (1996), 132  Das Vorhandensein von Randlinien führt zu Mittelwertunterschieden von ca. 3 km/h. HAUGER (1996), 133  Im Ausserortsbereich ist auf geraden Streckenabschnitten mit Mittelmarkierung ein Anstieg, auf Streckenabschnitten mit Aussenmarkierung eine deutliche Verminderung der Fahrgeschwindigkeit zu beobachten. Mittellinien in Linkskurven wirken beschleunigend; Leitpfosten, Aussenmarkierungen und Baumspiegel eher verzögernd. In Rechtskurven kehren sich die Wirkungen um. Leitpfosten, Aussenmarkierungen und Baumspiegel wirken eher beschleunigend; Mittellinien verzögernd. ZWIELICH ET AL. (2001)
LW-Anteil	1 LW-Anteil < 3% 2 LW-Anteil 3-5% 3 LW-Anteil 5-10% 4 LW-Anteil > 10%	1 klein	Ein hoher LW-Anteil beeinflusst die Durchfahrt und mindert die Durchflussgeschwindigkeit.

KRITERIEN	KRITERIEN-PUNKTE	EINFLUSS-PUNKTE	HINWEISE ZUM VERSTÄNDNIS
Zustand / Qualität des Raumes 	1 verfallen 2 ordentlich 3 aufgeräumt, sauber 4 gepflegt	1 klein	Vernachlässigte, ungepflegte Aussenräume fördern das unachtsame Verhalten. (Sozialpsychologische Untersuchungen, WINTSCH)
Verkehrssignaletik, Möblierung (Lichtsignalanlagen, Schildermasten, Sitzbänke, Mülleimer, Werbung etc.)	1 keine 2 einzelne Elemente 3 zahlreiche Elemente 4 gestaltet als Gesamtkonzept	1 klein	Leitpfosten und Schutzplanken beeinflussen ausserorts die Fahrgeschwindigkeiten verzögernd. ZWIELICH ET AL. (2001) Strassensignalisationen werden nur unzureichend wahrgenommen. Weniger als 10% der Autolenkenden kennen das Signal, an dem sie in den letzten 60 Sekunden vorbeigefahren sind. Es gibt verschiedene Erklärungsansätze, wieso Verkehrszeichen übersehen werden. So enthalten etwa 75% der Verkehrszeichen keine relevanten Informationen für den fliessenden Verkehr. Im Lauf ihrer Fahrpraxis stellen sich die Verkehrslenkenden auf diesen Umstand ein und verlassen sich viel stärker auf die konkrete primäre Information im Verkehr als auf die sekundäre. COHEN (1997B) Ein geringer Beachtungsgrad von Verkehrszeichen geht aus der Blickverhaltensanalyse hervor. Die Fixationszeiten von Verkehrszeichen, welche relevante Informationen für die Fahraufgabe enthalten, variieren zwischen 0.3 und 0.5 Sekunden. Davon werden nur rund 60% der Zeichen überhaupt angeblickt. SCHNEIDER (1995)

### 9.3 QUANTIFIZIERUNG DES DURCHFARTSWIDERSTANDES

Der Durchfahrtswiderstand ergibt sich aus der Wahrnehmung einer Vielzahl von Elementen und Elementenkombinationen:

- Der Einzelbeitrag jedes Indikators zum Gesamtdurchfahrtswiderstand ist das Produkt aus Kriterienpunkte multipliziert mit den Einflusspunkten.
- Die Summe aller Einzelbeiträge drückt den Durchfahrtswiderstandes des betrachteten Strassenraumes aus.
- Der Koeffizient des Durchfahrtswiderstandes setzt das Ergebnis in Bezug zum maximalen Durchfahrtswiderstand ( $\Sigma$  (maximale Note x Gewichtung)) und ermöglicht es, einen bestimmten Strassenzug einer Klasse des Durchfahrtswiderstandes zuzuordnen.

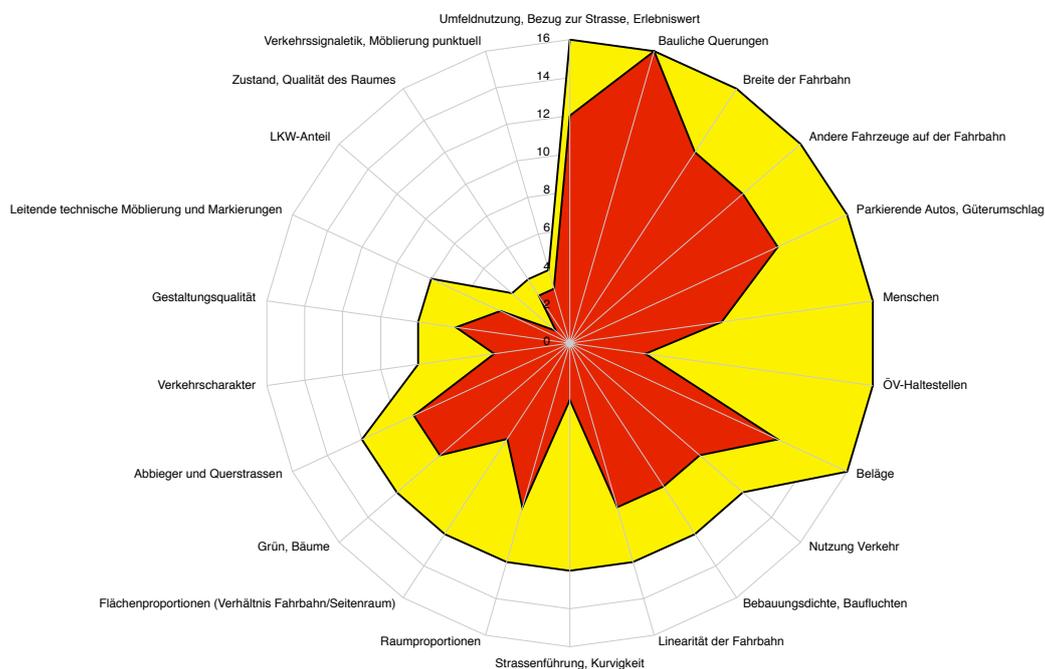
#### BERECHNUNG UND EINORDNUNG DES DURCHFARTSWIDERSTANDES

Einzel-DFW Indikator	= Kriterienpunkte x Einflusspunkte
DFW Strassenraum	= $\Sigma$ (Kriterienpunkte x Einflusspunkte)
DFW Koeffizient	= DFW Strassenraum / max. DFW

### 9.4 GANZHEITLICHE WIRKUNGSBILDER

Um die Facetten des Durchfahrtswiderstandes sichtbar zu machen, ist eine Darstellungsform nötig, welche alle Aspekte des Verkehrs, der Nutzung und des Raumes augenfällig und adäquat ausdrückt.

In Anlehnung an die Instrumente der Nachhaltigkeitsbeurteilung, bei der ähnliche Probleme zu lösen sind, wurde dazu das Bild der „DurchfahrtswiderstandsRose“ gewählt. Diese Darstellungsform erlaubt es, alle Indikatoren als Strahlen darzustellen. Auf den Radien werden die gewichteten Einzel-DFW der betrachteten Strassenraumelemente abgetragen. In der Verbindung dieser Punkte zeigt sich dann als „Rose“ das Zustandsbild des Durchfahrtswiderstandes des betrachteten Strassenraumes.



## 9.5 DISKUSSION UND KOMMUNIKATION

Bei aller Systematisierung wird die Situationseinschätzung durch verschiedene Beteiligte und Betroffene (Ingenieur, Architekt, Behörden, Anwohner etc.) subjektiv unterschiedliche Bilder zeigen. Dies lässt sich nicht vermeiden, denn auch diese Wahrnehmung wird bestimmt durch die Prägungen in den Köpfen, die Ausdruck sind der bisherigen Lebenserfahrungen (siehe Kapitel Verständnismodell). Die „Durchfahrtswiderstandsrose“ ist deshalb auch ein geeignetes Instrument, diese Unterschiede sichtbar und diskutierbar zu machen.

## 9.6 ANWENDUNGSBEISPIEL

Das Bild zeigt eine typische Ortsdurchfahrt. Der Strassenkörper und die Werkleitungen sind sanierungsbedürftig. Mit der Belastung von 16'000 Fahrzeugen pro Tag sind die Verträglichkeitsgrenzen überschritten und die Geschwindigkeitsmessungen zeigen, dass die Übertretungsquote überdurchschnittlich hoch - der Durchfahrtswiderstand also zu tief - ist.

Die Aufgabe besteht nun darin, durch eine ganzheitliche Analyse den Durchfahrtswiderstand der bestehenden Situation zu ermitteln. Dazu wird das Strassenraumbild mit Hilfe der Durchfahrtswiderstandskriterien analysiert.

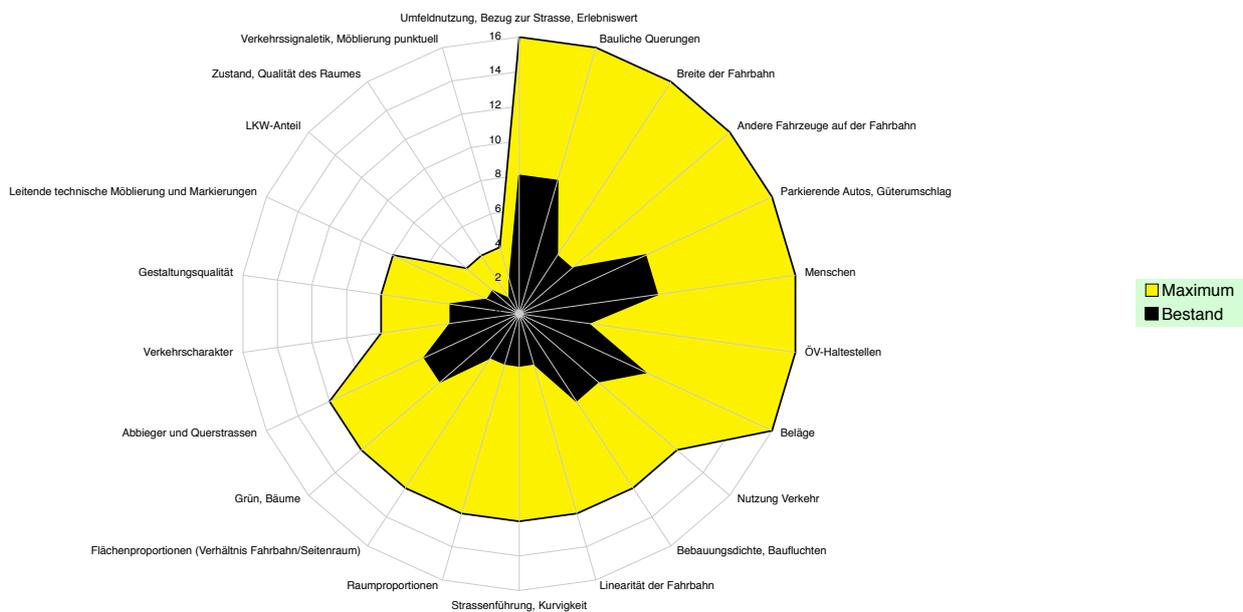


## SCHRITT 1 – DFW ZUSTANDSBILD DES STRASSENRAUMES

### Indikatoren Boswil Bestand

	Gewichtung	Maximum	Bestand	Bestand tot	Projekt	Projekt tot
Umfeldnutzung, Bezug zur Strasse, Erlebniswert	4	16	2	8	0	0
Bauliche Querungen	4	16	2	8	0	0
Breite der Fahrbahn	4	16	1	4	0	0
Andere Fahrzeuge auf der Fahrbahn	4	16	1	4	0	0
Parkierende Autos, Güterumschlag	4	16	2	8	0	0
Menschen	4	16	2	8	0	0
ÖV-Haltestellen	4	16	1	4	0	0
Beläge	4	16	2	8	0	0
Nutzung Verkehr	3	12	2	6	0	0
Bebauungsdichte, Baufluchten	3	12	2	6	0	0
Linearität der Fahrbahn	3	12	1	3	0	0
Strassenführung, Kurvigkeit	3	12	1	3	0	0
Raumproportionen	3	12	1	3	0	0
Flächenproportionen (Verhältnis Fahrbahn/Seitenraum)	3	12	1	3	0	0
Grün, Bäume	3	12	2	6	0	0
Abbieger und Querstrassen	3	12	2	6	0	0
Verkehrscharakter	2	8	2	4	0	0
Gestaltungsqualität	2	8	2	4	0	0
Leitende technische Möblierung und Markierungen	2	8	1	2	0	0
LKW-Anteil	1	4	2	2	0	0
Zustand, Qualität des Raumes	1	4	1	1	0	0
Verkehrssignaletik, Möblierung punktuell	1	4	2	2	0	0
<b>Summe</b>		<b>260</b>		<b>103</b>		<b>0</b>

### DFW-Rose Boswil Bestand



Im Beispiel beträgt der DFW Koeffizient 0.40

Das Zustandsbild zeigt die Stärken und Schwächen des betrachteten Strassenraumes in Bezug auf den Durchfahrtswiderstand. Die äussere umhüllende Linie umfasst das maximale Veränderungspotential (DFW Koeffizient 1), wenn jeder Indikator die maximalen Werte erreichen würde (max. Punktzahl  $4 \times \text{Gewicht} = \text{max. } 16$ ). Die Fläche zwischen Zustands- und Maximallinie ist das maximale Veränderungspotential. Die Rose zeigt die Probleme in den folgenden Bereichen:

- Im Fahrbahnbild dominieren verkehrsgestalterische Elemente und Markierungen (Fahrbahnbreite, Linearität, harte Randsteine, Trennelemente zu den Vorplätzen etc.).
- Im Raumbild wirken die Linearität in die Tiefe und der fehlende Bezug der Bauten zur Strasse einem wirksamen Durchfahrtswiderstand entgegen (fehlende Raumbegrenzung in der Tiefe, ungünstige Raumproportionen etc.).
- Im Nutzungsbild wirkt sich vor allem die Abgrenzung der Seitenflächen von der Strasse, die Anonymität und Lieblosigkeit der Gestaltung und das Fehlen von Menschen im Strassenraum negativ auf den Durchfahrtswiderstand aus (anonyme Fassaden, fehlender Einblick auf die Seitenbereiche, Abdeckung der Menschen hinter Grünrabatten etc.).

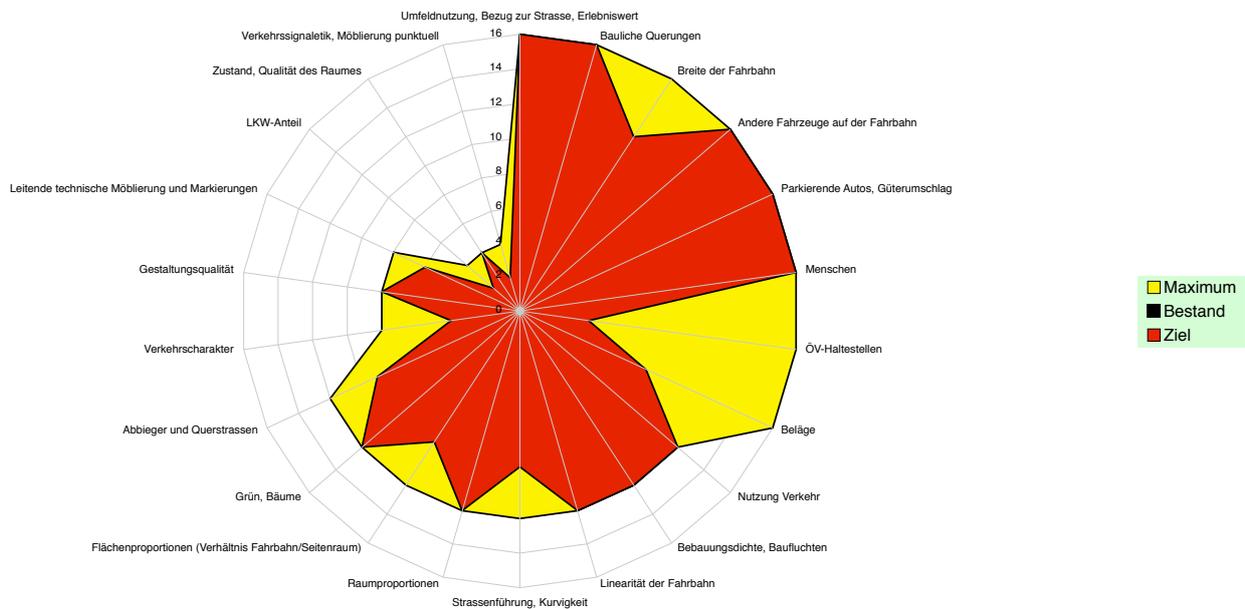
## SCHRITT 2 – DFW ZIELBILD

Aufgrund der Analyse der verschiedenen Facetten und Kriterien wird nun ein Zielbild dargestellt. Dieses zeigt, in welchen Bereichen mit den Projekten Verbesserungen erreicht werden sollen (dämpfende Wirkung auf die Fahrgeschwindigkeit, Erhöhung der Aufmerksamkeit, Verstetigung des Verkehrsflusses).

**Indikatoren Boswil Ziel**

	Gewichtung	Maximum	Bestand	Bestand tot	Ziel	Ziel tot
Umfeldnutzung, Bezug zur Strasse, Erlebniswert	4	16	0	0	4	16
Bauliche Querungen	4	16	0	0	4	16
Breite der Fahrbahn	4	16	0	0	3	12
Andere Fahrzeuge auf der Fahrbahn	4	16	0	0	4	16
Parkierende Autos, Güterumschlag	4	16	0	0	4	16
Menschen	4	16	0	0	4	16
ÖV-Haltestellen	4	16	0	0	1	4
Beläge	4	16	0	0	2	8
Nutzung Verkehr	3	12	0	0	4	12
Bebauungsdichte, Baufluchten	3	12	0	0	4	12
Linearität der Fahrbahn	3	12	0	0	4	12
Strassenführung, Kurvigkeit	3	12	0	0	3	9
Raumproportionen	3	12	0	0	4	12
Flächenproportionen (Verhältnis Fahrbahn/Seitenr	3	12	0	0	3	9
Grün, Bäume	3	12	0	0	4	12
Abbieger und Querstrassen	3	12	0	0	3	9
Verkehrscharakter	2	8	0	0	2	4
Gestaltungsqualität	2	8	0	0	4	8
Leitende technische Möblierung und Markierungen	2	8	0	0	3	6
LKW-Anteil	1	4	0	0	2	2
Zustand, Qualität des Raumes	1	4	0	0	4	4
Verkehrssignaletik, Möblierung punktuell	1	4	0	0	2	2
		<b>260</b>		<b>0</b>		<b>217</b>

**DFW-Rose Boswil Ziel**



Der errechnete Zielkoeffizient beträgt 0.83

### SCHRITT 3 – DFW PROJEKTBILD

Im nächsten Schritt geht es darum, die Ziele in Projektvarianten umzusetzen. Mit kombinierten Massnahmen...

- ... im Fahrbahnbild (Verändern der Flächenaufteilung, Entfernen der Längsmarkierungen, Brechen der linearen Ränder etc.),
- ... im Raumbild (plazieren neuer Bauten mit Orientierung zur Strasse, Öffnen der Seitenbereiche zur Verbesserung der Einsicht, Schliessen der Tiefenwirkung durch einen Abschlussbau etc.) und im
- ... Nutzungsbild (Verändern des abweisenden Fassadenbildes mit neuen Fenstern, optisches Herausheben des Ladeneinganges mit traditionellen Bäumen, Verbessern der Aufenthaltsfunktion und Zeigen der Menschen im Strassenraum etc.)

wird das Bild gezielt verändert und der Durchgangswiderstand angehoben.

Verkehrs-, Betriebs- und Gestaltungskonzept  
Was trägt wie zur Problemlösung bei?

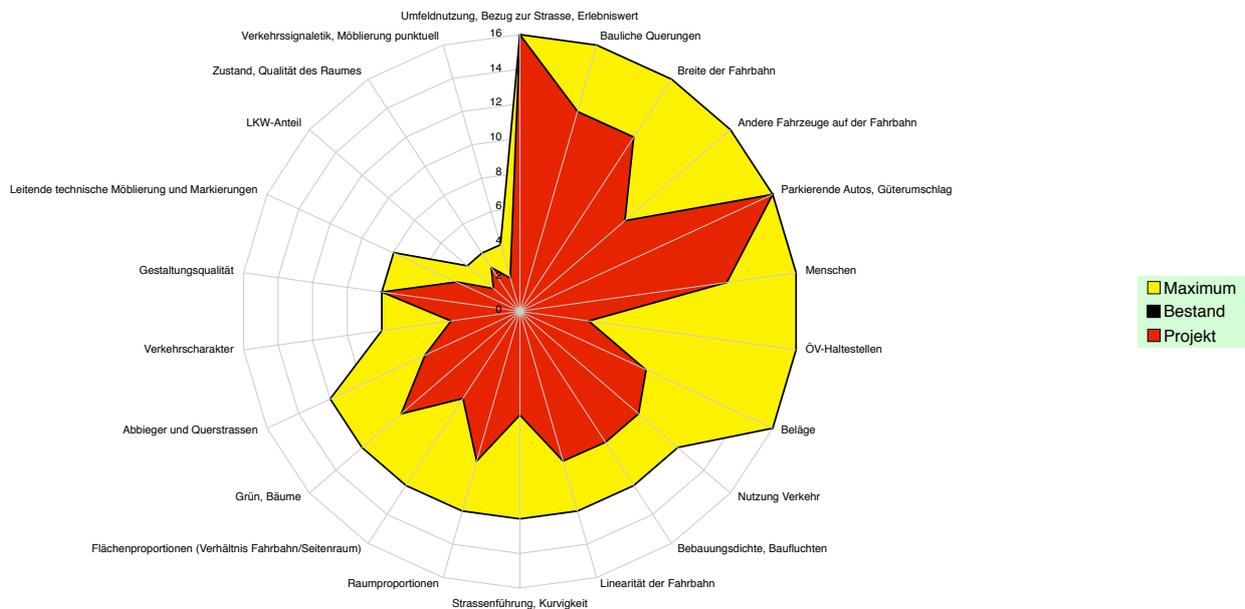


Zielbild und Projektbild stimmen nur idealerweise überein, weil das Verbesserungspotential wegen einschränkender Randbedingungen der Projektierung (Eigentumsverhältnisse, Finanzierung, verkehrliche Einschränkungen, Zeitfaktor etc.) meist nicht voll ausgeschöpft werden kann, beziehungsweise nur etappenweise zu realisieren ist. Projekt und Umsetzung sollen daher noch einmal in ihren Ergebnissen erfasst werden, um noch vorhandene Defizite festzuhalten. Dies ist im vorliegenden Beispiel dargestellt in Form des bewerteten Projektbildes, das heisst eines DFW, der sich zwischen Bestand und Ziel einordnet.

**Indikatoren Boswil Projekt**

	Gewichtung	Maximum	Bestand	Bestand tot	Projekt	Projekt tot
Umfeldnutzung, Bezug zur Strasse, Erlebniswert	4	16	0	0	4	16
Bauliche Querungen	4	16	0	0	3	12
Breite der Fahrbahn	4	16	0	0	3	12
Andere Fahrzeuge auf der Fahrbahn	4	16	0	0	2	8
Parkierende Autos, Güterumschlag	4	16	0	0	4	16
Menschen	4	16	0	0	3	12
ÖV-Haltestellen	4	16	0	0	1	4
Beläge	4	16	0	0	2	8
Nutzung Verkehr	3	12	0	0	3	9
Bebauungsdichte, Baufluchten	3	12	0	0	3	9
Linearität der Fahrbahn	3	12	0	0	3	9
Strassenführung, Kurvigkeit	3	12	0	0	2	6
Raumproportionen	3	12	0	0	3	9
Flächenproportionen (Verhältnis Fahrbahn/Seitenr	3	12	0	0	2	6
Grün, Bäume	3	12	0	0	3	9
Abbieger und Querstrassen	3	12	0	0	2	6
Verkehrscharakter	2	8	0	0	2	4
Gestaltungsqualität	2	8	0	0	4	8
Leitende technische Möblierung und Markierungen	2	8	0	0	2	4
LKW-Anteil	1	4	0	0	2	2
Zustand, Qualität des Raumes	1	4	0	0	3	3
Verkehrssignaletik, Möblierung punktuell	1	4	0	0	2	2
		260		0		174

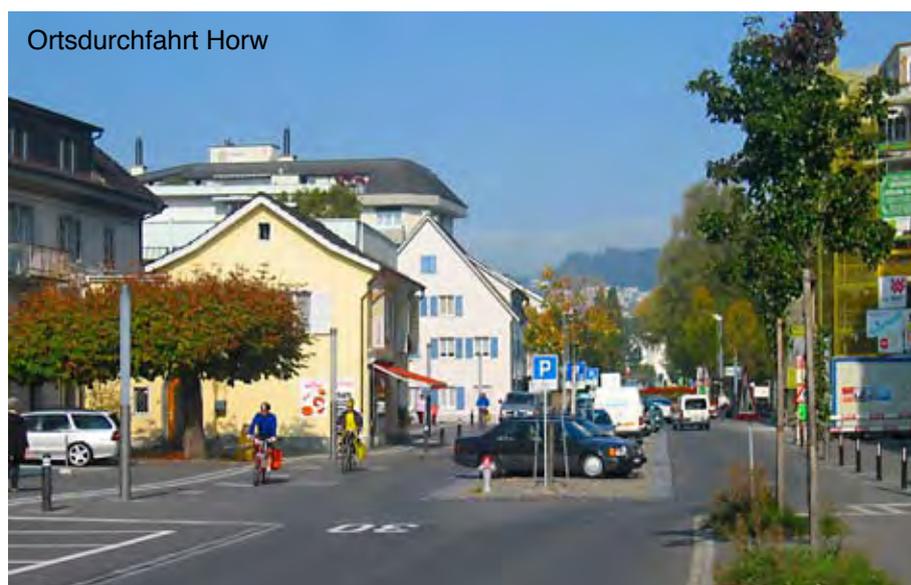
**DFW-Rose Boswil Projekt**



Der errechnete Projektkoeffizient beträgt 0.67

## 9.7 BANDBREITEN DES DURCHFAHRTSWIDERSTANDES

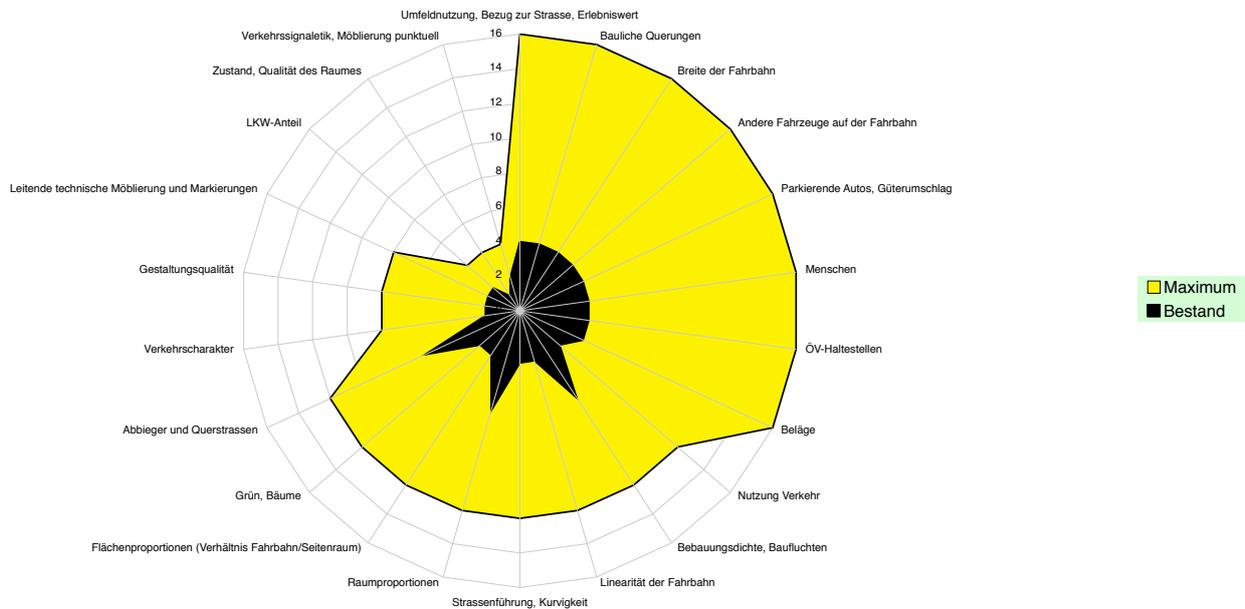
Um die Bandbreite der real zu erwartenden Bewertungsgrößen (DFW Strassenraum und DFW Koeffizient) einzuschätzen, wurden auch Extrembeispiele getestet. Dabei hat sich gezeigt, dass der DFW-Wert zwischen ca. 76 (Ortsdurchfahrt Ebikon mit sehr geringem Durchfahrtschwermetall, verkehrsbetont, Strassenraum dominiert städtebaulichen Kontext) und ca. 224 (Ortsdurchfahrt Horw mit sehr hohem DFW, kombinierter Verkehr, strassenorientierte seitliche Nutzungen, umfassende Gestaltung) pendelt. Im folgenden sind diese zwei Extrembeispiele dargestellt:



**Indikatoren Ebikon**

	Gewichtung	Maximum	Bestand	Bestand tot	Projekt	Projekt tot
Umfeldnutzung, Bezug zur Strasse, Erlebniswert	4	16	1	4		0
Bauliche Querungen	4	16	1	4		0
Breite der Fahrbahn	4	16	1	4		0
Andere Fahrzeuge auf der Fahrbahn	4	16	1	4		0
Parkierende Autos, Güterumschlag	4	16	1	4		0
Menschen	4	16	1	4		0
ÖV-Haltestellen	4	16	1	4		0
Beläge	4	16	1	4		0
Nutzung Verkehr	3	12	1	3		0
Bebauungsdichte, Baufluchten	3	12	2	6		0
Linearität der Fahrbahn	3	12	1	3		0
Strassenführung, Kurvigkeit	3	12	1	3		0
Raumproportionen	3	12	2	6		0
Flächenproportionen (Verhältnis Fahrbahn/Seitenr	3	12	1	3		0
Grün, Bäume	3	12	1	3		0
Abbieger und Querstrassen	3	12	2	6		0
Verkehrscharakter	2	8	1	2		0
Gestaltungsqualität	2	8	1	2		0
Leitende technische Möblierung und Markierungen	2	8	1	2		0
LKW-Anteil	1	4	2	2		0
Zustand, Qualität des Raumes	1	4	1	1		0
Verkehrssignaletik, Möblierung punktuell	1	4	2	2		0
		<b>260</b>		<b>76</b>		<b>0</b>

**DFW-Rose Ebikon Bestand**

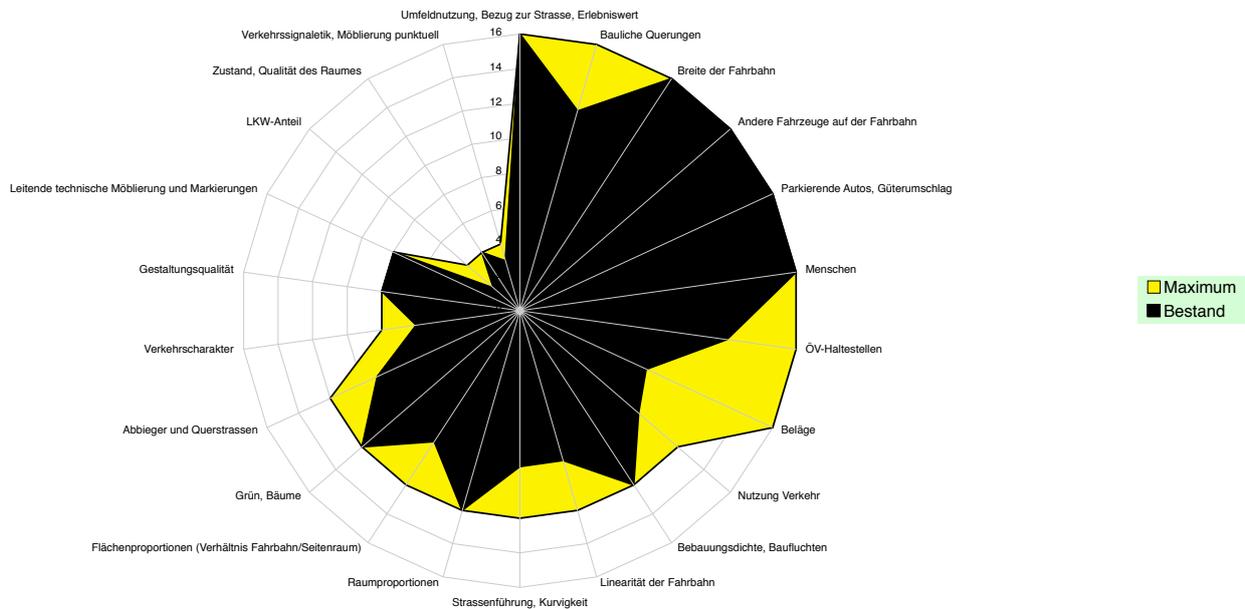


Der errechnete DFW-Koeffizient beträgt 0.29

**Indikatoren Horw**

	Gewichtung	Maximum	Bestand	Bestand tot	Projekt	Projekt tot
Umfeldnutzung, Bezug zur Strasse, Erlebniswert	4	16	4	16		0
Bauliche Querungen	4	16	3	12		0
Breite der Fahrbahn	4	16	4	16		0
Andere Fahrzeuge auf der Fahrbahn	4	16	4	16		0
Parkierende Autos, Güterumschlag	4	16	4	16		0
Menschen	4	16	4	16		0
ÖV-Haltestellen	4	16	3	12		0
Beläge	4	16	2	8		0
Nutzung Verkehr	3	12	3	9		0
Bebauungsdichte, Baufluchten	3	12	4	12		0
Linearität der Fahrbahn	3	12	3	9		0
Strassenführung, Kurvigkeit	3	12	3	9		0
Raumproportionen	3	12	4	12		0
Flächenproportionen (Verhältnis Fahrbahn/Seitenr	3	12	3	9		0
Grün, Bäume	3	12	4	12		0
Abbieger und Querstrassen	3	12	3	9		0
Verkehrscharakter	2	8	3	6		0
Gestaltungsqualität	2	8	4	8		0
Leitende technische Möblierung und Markierungen	2	8	4	8		0
LKW-Anteil	1	4	2	2		0
Zustand, Qualität des Raumes	1	4	4	4		0
Verkehrssignaletik, Möblierung punktuell	1	4	3	3		0
		260		224		0

**DFW-Rose Horw Bestand**



Der errechnete DFW-Koeffizient beträgt 0.86

## 10 TESTUNTERSUCHUNG

Verschiedene Beispiele von Ortsdurchfahrten wurden in Zusammenarbeit mit Studierenden der ZHAW (Architektur- und Ingenieurstudierende) im Kurs Grundlagen Urban Landscape bearbeitet. Untersucht wurden Fallbeispiele aus dem Kanton Zürich, bei denen aktuell Handlungsbedarf zur Verbesserung des Durchfahrtswiderstands besteht und die in absehbarer Zeit saniert werden sollen.

Um das raumgestalterische Lösungsspektrum auszuloten, wurden möglichst unterschiedliche Projektansätze verfolgt und die Rahmenbedingungen hinsichtlich einer Realisierbarkeit bewusst weit gefasst. Neben der methodischen Praktikabilität des Arbeitsinstruments Durchfahrtswiderstand konnte damit auch die Relevanz unterschiedlicher Eingriffstiefen der Projektvorschläge abgeschätzt werden.

Mehrere Untersuchungsreihen wurden von verschiedenen Gruppen parallel geführt, um Quervergleiche zu gestatten. Beobachtungen vor Ort wurden mit Analysen von Fotoserien der Strassenräume kombiniert und in schrittweisem Verfahren in den Beurteilungsraster und schliesslich in die Diagramm-Darstellung der DFW-Rose überführt. Es hat sich dabei gezeigt, dass das Arbeitsinstrument Durchfahrtswiderstand einfach und zielgerichtet angewendet werden kann. Insbesondere unterscheiden sich die Einschätzungen einer vorgegebenen Situation in den individuellen Beurteilungen nur graduell, aber nicht grundsätzlich. Dies deutet darauf hin, dass der Beurteilungsraster grundsätzlich zuverlässig und brauchbar ist.

Allerdings stellten sich je nach Fallbeispiel auch Unsicherheiten bei der Beurteilung ein. Dies hatte verschiedene Hintergründe. Je nach Tageszeit, Verkehrsdichte, und Wetterbedingungen zum Beispiel veränderte sich das Erscheinungsbild des Strassenraums oft merklich. Mehrere Begehungen und Kontrollbeurteilungen waren deshalb unumgänglich. Einflussreich bei der Beurteilung erscheinen auch Rückwirkungen, die aus ersten Projektideen zur Umgestaltung resultieren. Anders gesagt werden Situationen auch vor dem Hintergrund ihres Veränderungspotentials beurteilt. Diese besonders der Arbeitsweise der Architekten innewohnende „Vorurteilshaftigkeit“ lässt sich im Teamwork und mit Hilfe kritischer Wiederholung der Bewertung glätten.

Aus den Diskussionen mit den Studierenden resultierten dann auch wertvolle Hinweise auf inhärente Unschärfen und Widersprüche des Beurteilungsrasters, die bei dessen praktischer Anwendung zutage getreten sind. Daraus ist zu folgern, dass das Arbeitsinstrument Durchfahrtswiderstand im Laufe seiner weiteren praktischen Anwendung laufend verfeinert und angepasst werden muss, wobei ein offener Austausch der Ergebnisse, z.B. über eine webbasierte Datenbank, äusserst hilfreich wäre.

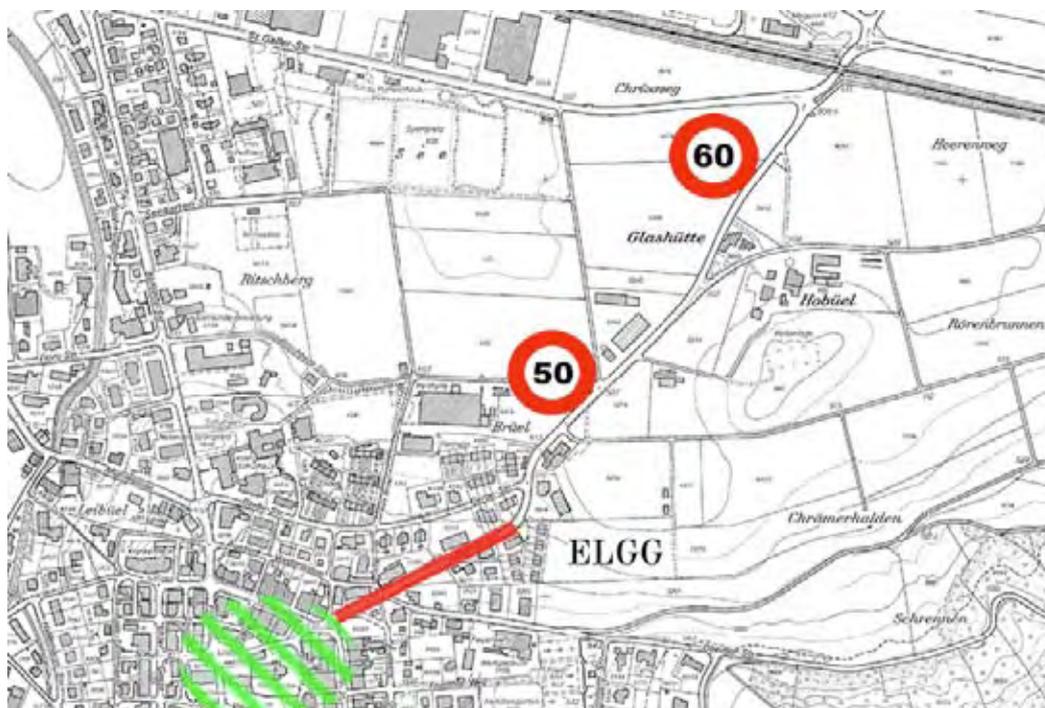
Aus der Fülle unterschiedlicher Vorschläge für die Verbesserung des Durchfahrtswiderstands von Ortsdurchfahrten sind im folgenden 3 Beispiele ausgewählt. Beispiel 1 – Elgg Ost – untersucht einen einzelnen Abschnitt der Ortszufahrt und schlägt eine stufenweise Verbesserung der strassenräumlichen Gestaltung vor. Beispiel 2 – Elgg West – ist hinsichtlich seiner differenzierten Beurteilung unterschiedlicher Abschnitte der Strassenraumsituation vorbildlich. Beispiel 3 – Oerlingen – zeigt auf, wie der Durchfahrtswiderstand mittels unkonventioneller Umgestaltung verbessert werden könnte.

Die Beispiele wurden dem zwischenzeitlich überarbeiteten Beurteilungsraster unterworfen und mittels der ebenfalls aktualisierten Durchfahrtswiderstandsrose dargestellt, wobei auf eine Unterscheidung von Zielbild und Projektbild verzichtet wurde. Die Vorschläge für die Umgestaltung wurden unverändert von den Arbeiten der Studierenden übernommen.

## 10.1 ELGG OST

Die Ortszufahrt von Elgg gliedert sich ab der Bahnunterführung der Aadorferstrasse in drei klar unterscheidbare Abschnitte. Ein erster, relativ linearer Abschnitt (Tempo 60) durchquert offenes Land mit wenig seitlicher Raumbegrenzung, ein zweiter, sanft gekurvter Abschnitt (Tempo 50) wird punktuell von Bauten und Grünvolumen begleitet. Nach einer S-Kurve mündet der zweite in den dritten Abschnitt, der wiederum geradlinig, mit deutlicher Neigung zwischen lockerem Baubestand und markanten Grünelementen zum Ortszentrum hinaufführt. In diesem dritten Abschnitt soll der DFW erhöht werden, da die Autofahrenden dazu neigen, nach der S-Kurve zu beschleunigen und mit zu hoher Geschwindigkeit ins Ortszentrum einzufahren.

## Situation Übersicht:



## Abschnitt 3 Bestand:



Abschnitt 3 Bewertung:

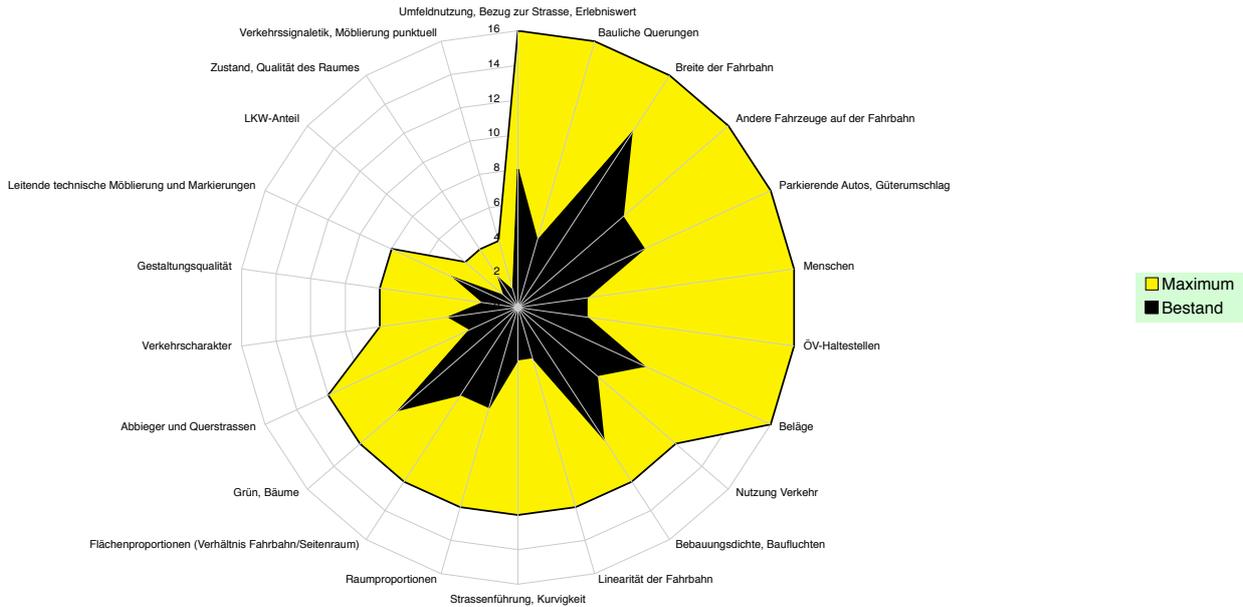
Indikatoren Elgg Ost Bestand

	Gewichtung	Maximum	Bestand	Bestand tot	Projekt	Projekt tot
Umfeldnutzung, Bezug zur Strasse, Erlebniswert	4	16	2	8		0
Bauliche Querungen	4	16	1	4		0
Breite der Fahrbahn	4	16	3	12		0
Andere Fahrzeuge auf der Fahrbahn	4	16	2	8		0
Parkierende Autos, Güterumschlag	4	16	2	8		0
Menschen	4	16	1	4		0
ÖV-Haltestellen	4	16	1	4		0
Beläge	4	16	2	8		0
Nutzung Verkehr	3	12	2	6		0
Bebauungsdichte, Baufluchten	3	12	3	9		0
Linearität der Fahrbahn	3	12	1	3		0
Strassenführung, Kurvigkeit	3	12	1	3		0
Raumproportionen	3	12	2	6		0
Flächenproportionen (Verhältnis Fahrbahn/Seitenraum)	3	12	2	6		0
Grün, Bäume	3	12	3	9		0
Abbieger und Querstrassen	3	12	1	3		0
Verkehrscharakter	2	8	2	4		0
Gestaltungsqualität	2	8	1	2		0
Leitende technische Möblierung und Markierungen	2	8	2	4		0
LKW-Anteil	1	4	1	1		0
Zustand, Qualität des Raumes	1	4	2	2		0
Verkehrssignaletik, Möblierung punktuell	1	4	1	1		0
		260		115		0

DFW-Koeffizient

0.44

DFW-Rose Elgg Ost Bestand



Abschnitt 3 Massnahmen:

- Beidseitige Gehstreifen und Querung mit Belagsänderung ohne Randstein



- Entfernen trennender Grünstreifen und Orientierung der Bauten zur Strasse



- Nutzung der Seitenflächen



- Verbesserung Erlebniswert, und Raumproportionen



- Verstärkung Aufenthaltsfunktion und Gestaltung des Strassenraums



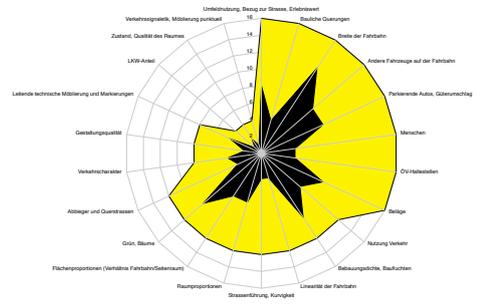
- Endzustand



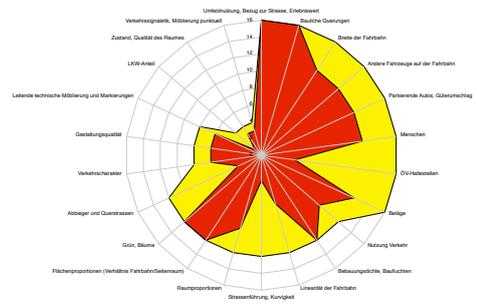
- Vergleich vorher – nachher:



DFW-Rose Eigg Ost Bestand



DFW-Rose



## 10.2 ELGG WEST

Die westliche Ortseinfahrt von Elgg charakterisiert sich analog zur Osteinfahrt durch einen ersten, sehr langen Abschnitt praktisch linearer Strassenführung durchs offene Feld und drei nachfolgende Abschnitte differenzierter Prägung, die ins Ortszentrum führen (in den Plänen als Zonen 1-4 bezeichnet). Abschnitt 1 geht unvermittelt in Abschnitt 2 über, der sich durch eine einseitige Raumbegrenzung mit dichtem Grün kennzeichnet, eine durch die natürlichen Elemente (Baumfront, Getreidefelder) verdeckte, unübersichtliche Kreuzung überquert und anschliessend in die lockere Bebauung des Ortsrands eindringt. Abschnitt 3 umfasst eine Linkskurve mit Bachübergang und den Beginn einer Strassensteigung; Abschnitt 4 ist praktisch linear, mit seitlicher Begrünung und kontinuierlicher Steigung.

Die Analyse untersucht die vier Abschnitte getrennt und konzentriert sich beim Projektvorschlag auf die Zonen 2 und 3, da hier der grösste Bedarf an Verbesserung des DFW besteht.

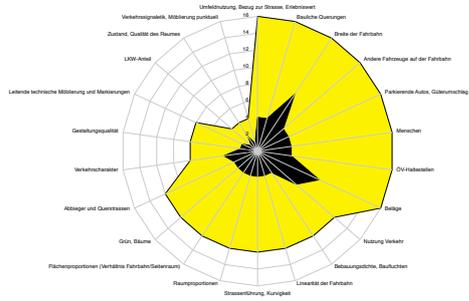
Situation:



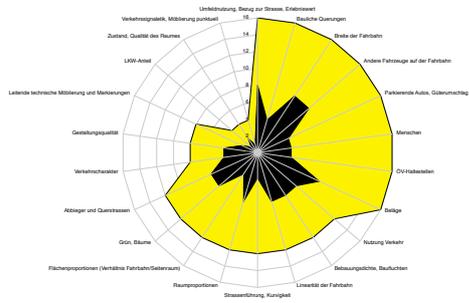
Illustration der 4 Zonen:



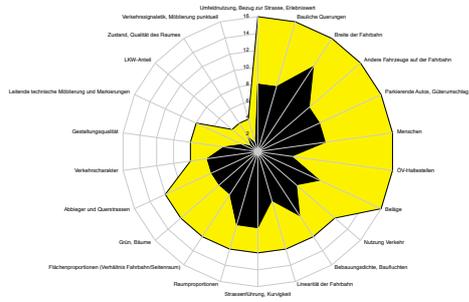
Zone 1 DFW-Rose Elgg West Z1 Bestand



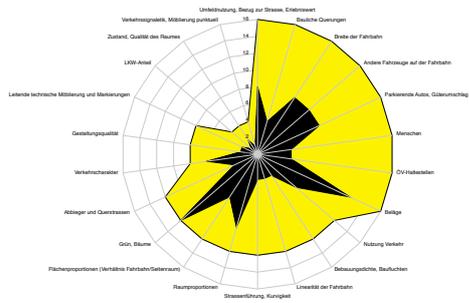
Zone 2 DFW-Rose Elgg West Z2 Bestand



Zone 3 DFW-Rose Elgg West Z3 Bestand



Zone 4 DFW-Rose Elgg West Z4 Bestand



Elgg West Zone 1:



Elgg West Zone 2:



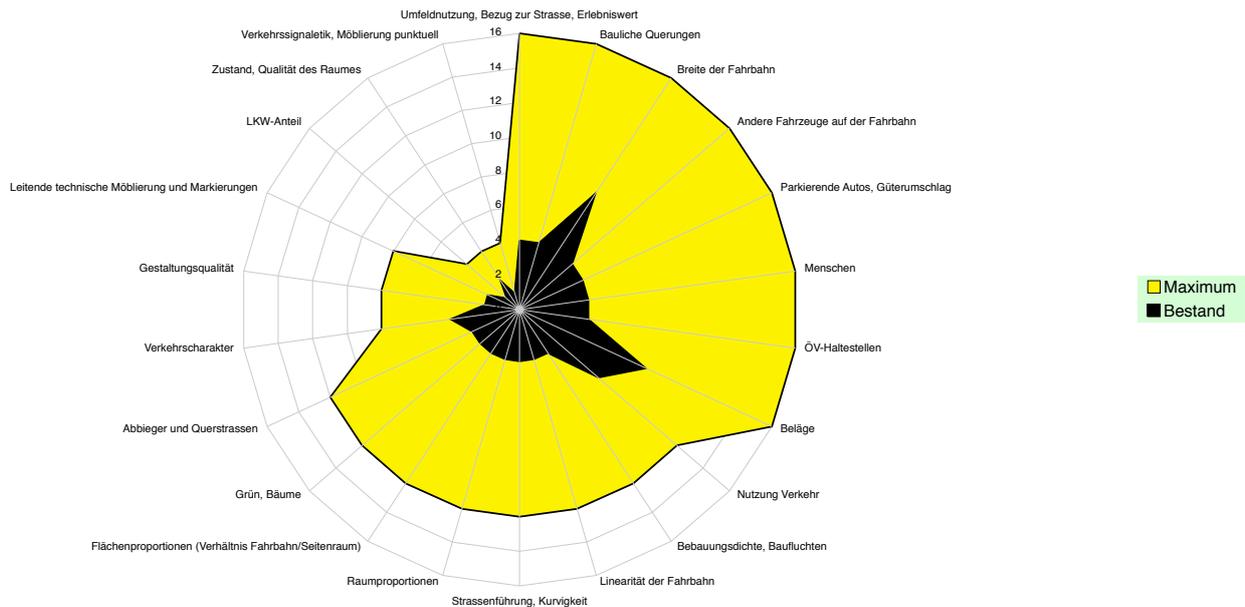
### Indikatoren Elgg West Zone 1 Bestand

	Gewichtung	Maximum	Bestand	Bestand tot	Projekt	Projekt tot
Umfeldnutzung, Bezug zur Strasse, Erlebniswert	4	16	1	4		0
Bauliche Querungen	4	16	1	4		0
Breite der Fahrbahn	4	16	2	8		0
Andere Fahrzeuge auf der Fahrbahn	4	16	1	4		0
Parkierende Autos, Güterumschlag	4	16	1	4		0
Menschen	4	16	1	4		0
ÖV-Haltestellen	4	16	1	4		0
Beläge	4	16	2	8		0
Nutzung Verkehr	3	12	2	6		0
Bebauungsdichte, Baufluchten	3	12	1	3		0
Linearität der Fahrbahn	3	12	1	3		0
Strassenführung, Kurvigkeit	3	12	1	3		0
Raumproportionen	3	12	1	3		0
Flächenproportionen (Verhältnis Fahrbahn/Seitenr	3	12	1	3		0
Grün, Bäume	3	12	1	3		0
Abbieger und Querstrassen	3	12	1	3		0
Verkehrscharakter	2	8	2	4		0
Gestaltungsqualität	2	8	1	2		0
Leitende technische Möblierung und Markierungen	2	8	1	2		0
LKW-Anteil	1	4	1	1		0
Zustand, Qualität des Raumes	1	4	2	2		0
Verkehrssignaletik, Möblierung punktuell	1	4	1	1		0
		<b>260</b>		<b>79</b>		<b>0</b>

DFW-Koeffizient

0.30

### DFW-Rose Elgg West Z1 Bestand



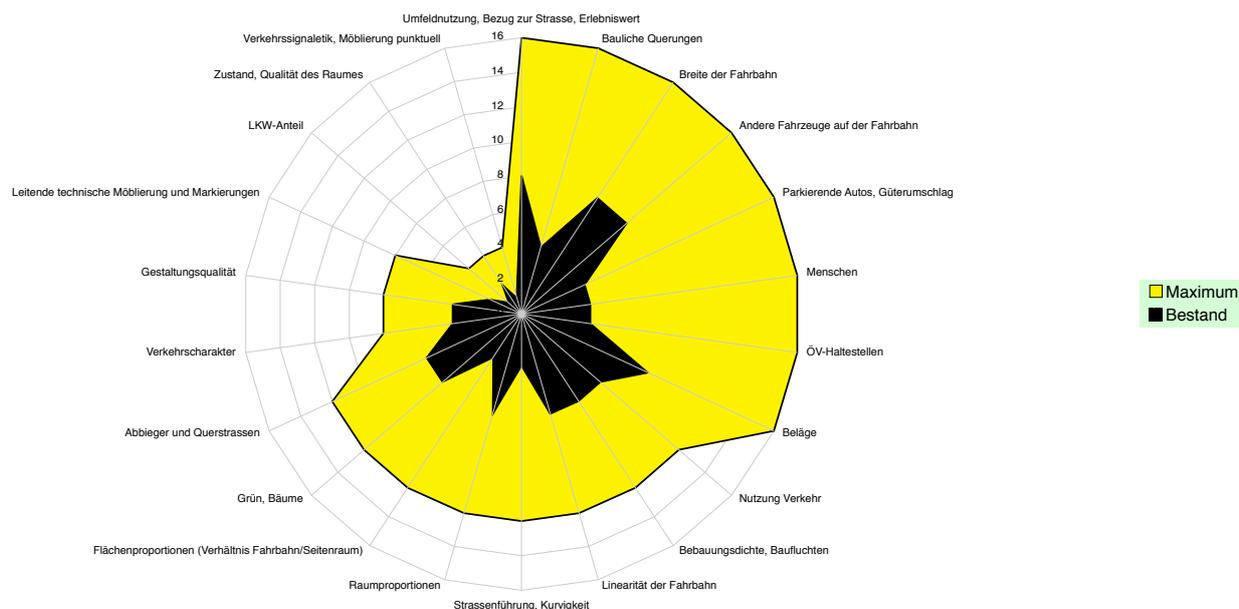
### Indikatoren Elgg West Zone 2 Bestand

	Gewichtung	Maximum	Bestand	Bestand tot	Projekt	Projekt tot
Umfeldnutzung, Bezug zur Strasse, Erlebniswert	4	16	2	8		0
Bauliche Querungen	4	16	1	4		0
Breite der Fahrbahn	4	16	2	8		0
Andere Fahrzeuge auf der Fahrbahn	4	16	2	8		0
Parkierende Autos, Güterumschlag	4	16	1	4		0
Menschen	4	16	1	4		0
ÖV-Haltestellen	4	16	1	4		0
Beläge	4	16	2	8		0
Nutzung Verkehr	3	12	2	6		0
Bebauungsdichte, Baufluchten	3	12	2	6		0
Linearität der Fahrbahn	3	12	2	6		0
Strassenführung, Kurvigkeit	3	12	1	3		0
Raumproportionen	3	12	2	6		0
Flächenproportionen (Verhältnis Fahrbahn/Seitenra	3	12	1	3		0
Grün, Bäume	3	12	2	6		0
Abbieger und Querstrassen	3	12	2	6		0
Verkehrscharakter	2	8	2	4		0
Gestaltungsqualität	2	8	2	4		0
Leitende technische Möblierung und Markierungen	2	8	1	2		0
LKW-Anteil	1	4	1	1		0
Zustand, Qualität des Raumes	1	4	2	2		0
Verkehrssignaletik, Möblierung punktuell	1	4	1	1		0
		<b>260</b>		<b>104</b>		<b>0</b>

DFW-Koeffizient

0.40

### DFW-Rose Elgg West Z2 Bestand



Elgg West Zone 3:



Elgg West Zone 4:



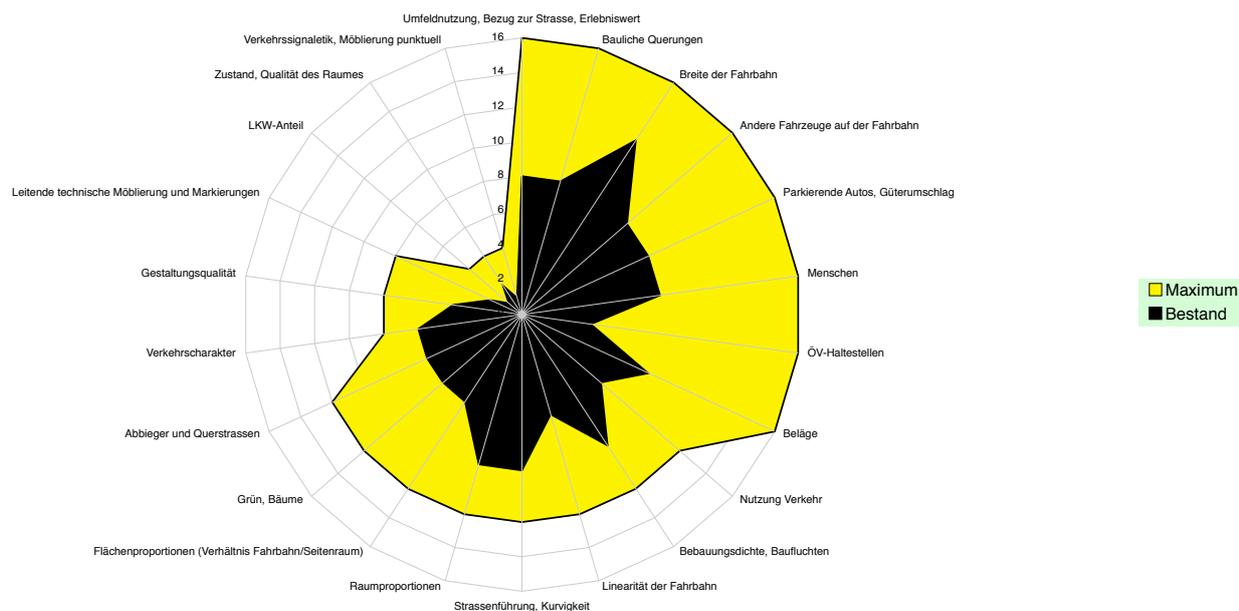
### Indikatoren Elgg West Zone 3 Bestand

	Gewichtung	Maximum	Bestand	Bestand tot	Projekt	Projekt tot
Umfeldnutzung, Bezug zur Strasse, Erlebniswert	4	16	2	8		0
Bauliche Querungen	4	16	2	8		0
Breite der Fahrbahn	4	16	3	12		0
Andere Fahrzeuge auf der Fahrbahn	4	16	2	8		0
Parkierende Autos, Güterumschlag	4	16	2	8		0
Menschen	4	16	2	8		0
ÖV-Haltestellen	4	16	1	4		0
Beläge	4	16	2	8		0
Nutzung Verkehr	3	12	2	6		0
Bebauungsdichte, Baufluchten	3	12	3	9		0
Linearität der Fahrbahn	3	12	2	6		0
Strassenführung, Kurvigkeit	3	12	3	9		0
Raumproportionen	3	12	3	9		0
Flächenproportionen (Verhältnis Fahrbahn/Seitenr)	3	12	2	6		0
Grün, Bäume	3	12	2	6		0
Abbieger und Querstrassen	3	12	2	6		0
Verkehrscharakter	2	8	3	6		0
Gestaltungsqualität	2	8	2	4		0
Leitende technische Möblierung und Markierungen	2	8	1	2		0
LKW-Anteil	1	4	1	1		0
Zustand, Qualität des Raumes	1	4	2	2		0
Verkehrssignaletik, Möblierung punktuell	1	4	1	1		0
		<b>260</b>		<b>137</b>		<b>0</b>

DFW-Koeffizient

0.53

### DFW-Rose Elgg West Z3 Bestand



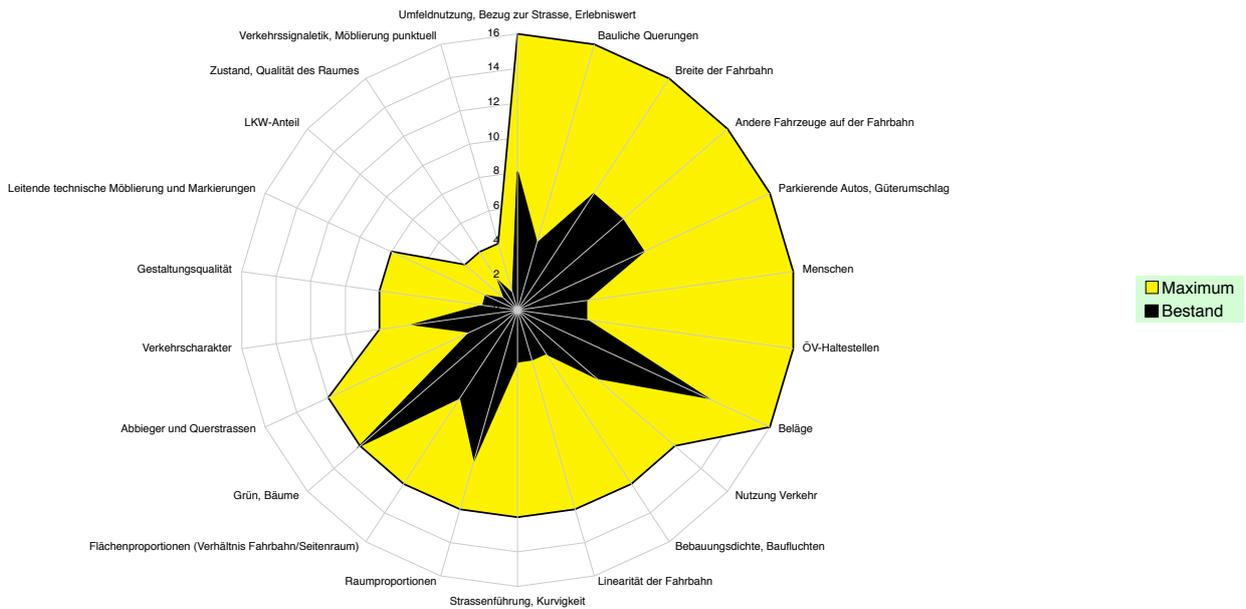
**Indikatoren Elgg West Zone 4 Bestand**

	Gewichtung	Maximum	Bestand	Bestand tot	Projekt	Projekt tot
Umfeldnutzung, Bezug zur Strasse, Erlebniswert	4	16	2	8		0
Bauliche Querungen	4	16	1	4		0
Breite der Fahrbahn	4	16	2	8		0
Andere Fahrzeuge auf der Fahrbahn	4	16	2	8		0
Parkierende Autos, Güterumschlag	4	16	2	8		0
Menschen	4	16	1	4		0
ÖV-Haltestellen	4	16	1	4		0
Beläge	4	16	3	12		0
Nutzung Verkehr	3	12	2	6		0
Bebauungsdichte, Baufluchten	3	12	1	3		0
Linearität der Fahrbahn	3	12	1	3		0
Strassenführung, Kurvigkeit	3	12	1	3		0
Raumproportionen	3	12	3	9		0
Flächenproportionen (Verhältnis Fahrbahn/Seitenr	3	12	2	6		0
Grün, Bäume	3	12	4	12		0
Abbieger und Querstrassen	3	12	1	3		0
Verkehrscharakter	2	8	3	6		0
Gestaltungsqualität	2	8	1	2		0
Leitende technische Möblierung und Markierungen	2	8	1	2		0
LKW-Anteil	1	4	1	1		0
Zustand, Qualität des Raumes	1	4	2	2		0
Verkehrssignaletik, Möblierung punktuell	1	4	1	1		0
		<b>260</b>		<b>115</b>		<b>0</b>

DFW-Koeffizient

0.44

**DFW-Rose Elgg West Z4 Bestand**



### Zone 2 Massnahmen:

Vorgeschlagen wird im wesentlichen, den Erlebniswert durch Aktivierung seitlicher Nutzungen zu steigern und mittels Belagswechsel, Brechen der Linearität und Verknappung der Fahrbahn auf die unübersichtliche Kreuzung aufmerksam zu machen. Auch werden bauliche Querungsmassnahmen eingeführt, die Gestaltungsqualität verbessert sowie soweit möglich Aufenthaltsfunktionen suggeriert. Interessant ist der Vorschlag, die dominante seitliche Grünbegrenzung auszuräumen zugunsten der Orientierung der dahinterliegenden Baute auf den Strassenraum.

### Zone 2 vorher



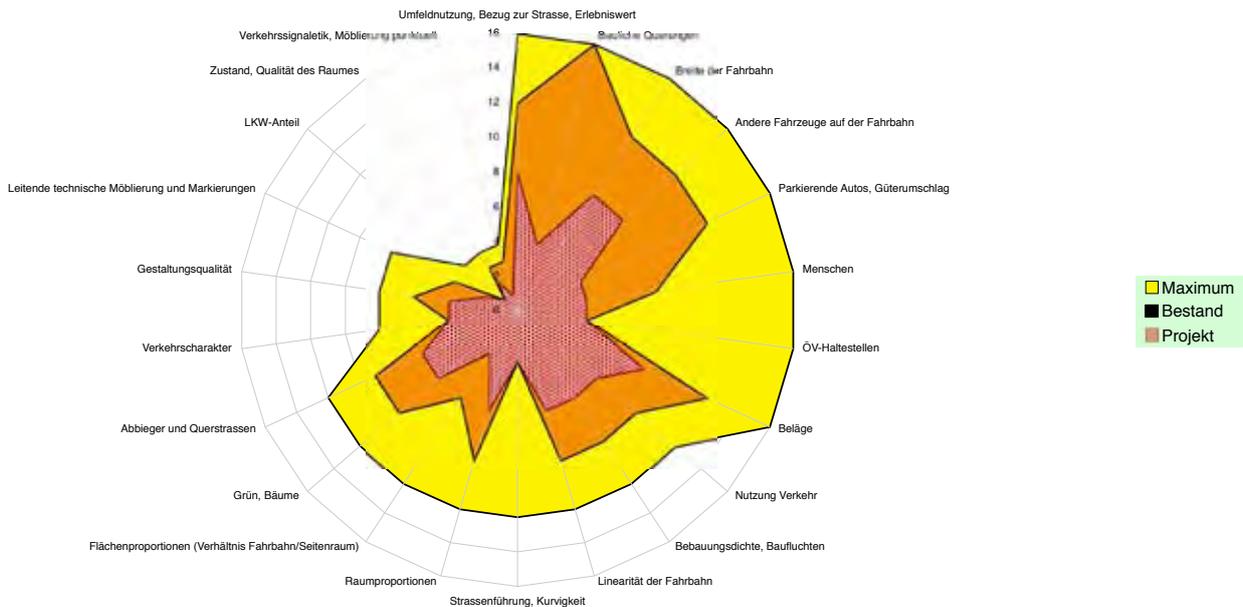
### Zone 2 nachher



### Indikatoren Elgg West Zone 2 Bestand und Projekt

	Gewichtung	Maximum	Bestand	Bestand tot	Projekt	Projekt tot
Umfeldnutzung, Bezug zur Strasse, Erlebniswert	4	16	2	8	3	12
Bauliche Querungen	4	16	1	4	4	16
Breite der Fahrbahn	4	16	2	8	3	12
Andere Fahrzeuge auf der Fahrbahn	4	16	2	8	3	12
Parkierende Autos, Güterumschlag	4	16	1	4	3	12
Menschen	4	16	1	4	2	8
ÖV-Haltestellen	4	16	1	4	1	4
Beläge	4	16	2	8	3	12
Nutzung Verkehr	3	12	2	6	3	9
Bebauungsdichte, Baufluchten	3	12	2	6	3	9
Linearität der Fahrbahn	3	12	2	6	3	9
Strassenführung, Kurvigkeit	3	12	1	3	1	3
Raumproportionen	3	12	2	6	3	9
Flächenproportionen (Verhältnis Fahrbahn/Seitenraum)	3	12	1	3	2	6
Grün, Bäume	3	12	2	6	3	9
Abbieger und Querstrassen	3	12	2	6	3	9
Verkehrscharakter	2	8	2	4	2	4
Gestaltungsqualität	2	8	2	4	3	6
Leitende technische Möblierung und Markierungen	2	8	1	2	2	4
LKW-Anteil	1	4	1	1	1	1
Zustand, Qualität des Raumes	1	4	2	2	3	3
Verkehrssignaletik, Möblierung punktuell	1	4	1	1	3	3
		<b>260</b>		<b>104</b>		<b>172</b>
DFW-Koeffizient				0.40		0.66

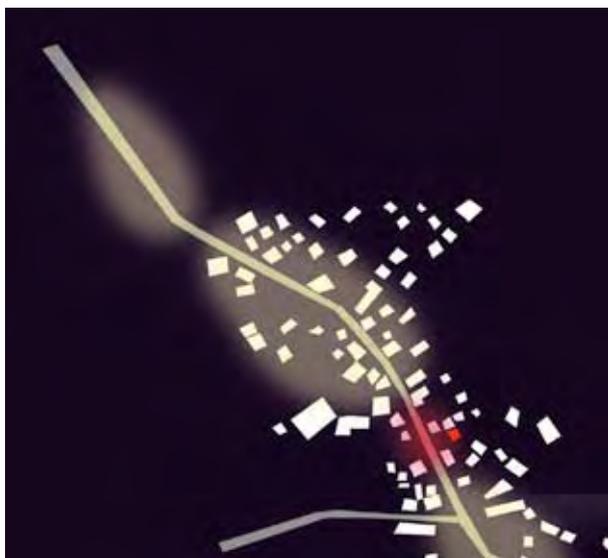
### DFW-Rose Elgg West Z2 Bestand und Projekt



### 10.3 OERLINGEN

In Oerlingen werden vier Abschnitte der Ortsdurchfahrt unterschieden: Eine räumlich offene Einfahrt, ein stark gegliederter Anfang des Dorfkerns, ein beschauliches Dorfzentrum und eine gekurvte Ortsausfahrt. Untersucht wurden die ersten drei Abschnitte. Das Projekt ist vor allem deshalb bemerkenswert, weil es bewusst mit einem einzigen Element, den so genannten „Zündhölzern“ operiert, um in den sehr unterschiedlichen Situationen den Durchfahrtswiderstand zu erhöhen. Die „Zündhölzer“ sind im Wind schwankende Stableuchten, die, je nach dem wie sie positioniert und gruppiert sind, differenzierte neue Räume schaffen und dank ihres unvohersehbaren Bewegungsspiels quasi „unsichere“ Verhältnisse herstellen, unterstützt durch begleitende Massnahmen wie beispielsweise Entfernen der Leitlinie und seitlich starr führender Pfosten.

Die Eigenwilligkeit des Vorschlags widerspiegelt sich auch in der Gestalt der Durchfahrtswiderstandsrose des Projekts. Anstatt wie bei den vorherigen Testbeispielen von Elgg entsteht nicht eine mehr oder weniger kontinuierlich ausgebreitete Fläche, sondern eine Art Stern mit abwechslungsweise sehr hohen und sehr tiefen Werten der einzelnen Indikatoren. Das Beispiel zeigt damit einen zwar unkonventionellen, aber möglicherweise mindestens so effizienten Weg zur Erhöhung des Durchfahrtswiderstandes auf.



Im folgenden werden die drei Abschnitte in kompakter Form, jeweils mit Skizze, Daten und DFW-Rose mit Bestand und Projektziel sowie zwei Fotos/Fotomontagen des Vorher und des Nachher dargestellt.

## Oerlingen Abschnitt 1, Einfahrt:



## Indikatoren Oerlingen Abschnitt 1 Bestand

	Gewichtung	Maximum	Bestand	Bestand tot	Projekt	Projekt tot
Umfeldnutzung, Bezug zur Strasse, Erlebniswert	4	16	1	4		0
Bauliche Querungen	4	16	1	4		0
Breite der Fahrbahn	4	16	2	8		0
Andere Fahrzeuge auf der Fahrbahn	4	16	2	8		0
Parkierende Autos, Güterumschlag	4	16	1	4		0
Menschen	4	16	1	4		0
ÖV-Haltestellen	4	16	1	4		0
Beläge	4	16	2	8		0
Nutzung Verkehr	3	12	1	3		0
Bebauungsdichte, Baufluchten	3	12	1	3		0
Linearität der Fahrbahn	3	12	1	3		0
Strassenführung, Kurvigkeit	3	12	1	3		0
Raumproportionen	3	12	1	3		0
Flächenproportionen (Verhältnis Fahrbahn/Seitenr)	3	12	1	3		0
Grün, Bäume	3	12	1	3		0
Abbieger und Querstrassen	3	12	1	3		0
Verkehrscharakter	2	8	3	6		0
Gestaltungsqualität	2	8	2	4		0
Leitende technische Möblierung und Markierungen	2	8	1	2		0
LKW-Anteil	1	4	1	1		0
Zustand, Qualität des Raumes	1	4	3	3		0
Verkehrssignaletik, Möblierung punktuell	1	4	1	1		0
		260		85		0

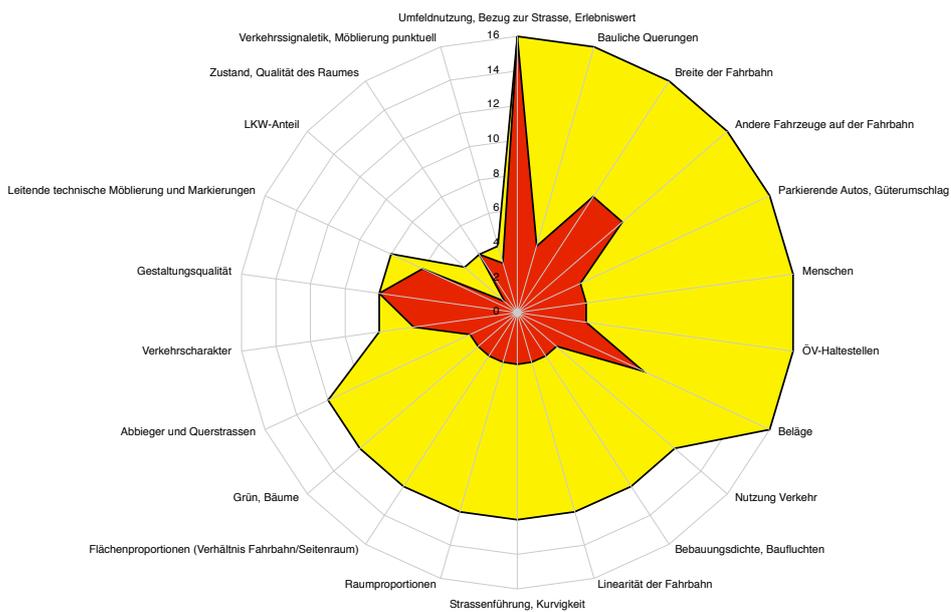
DFW-Koeffizient

0.33

### DFW-Rose Oerlingen Abschnitt 1 Bestand



### DFW-Rose Oerlingen Abschnitt 1 Projekt



Vorher (Dämmerung)



Nachher (Dämmerung)



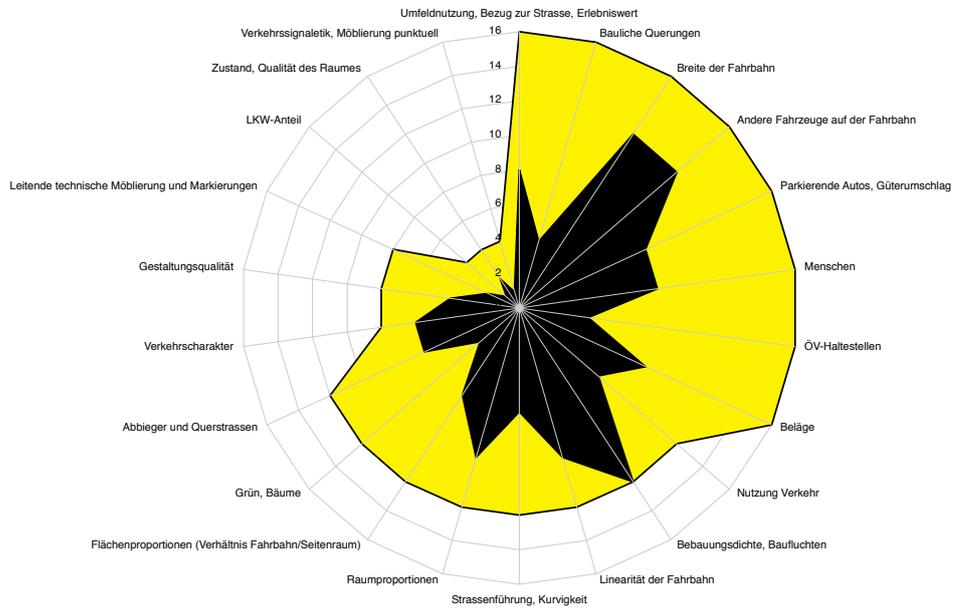
## Oerlingen Abschnitt 2, Dorfstrasse:



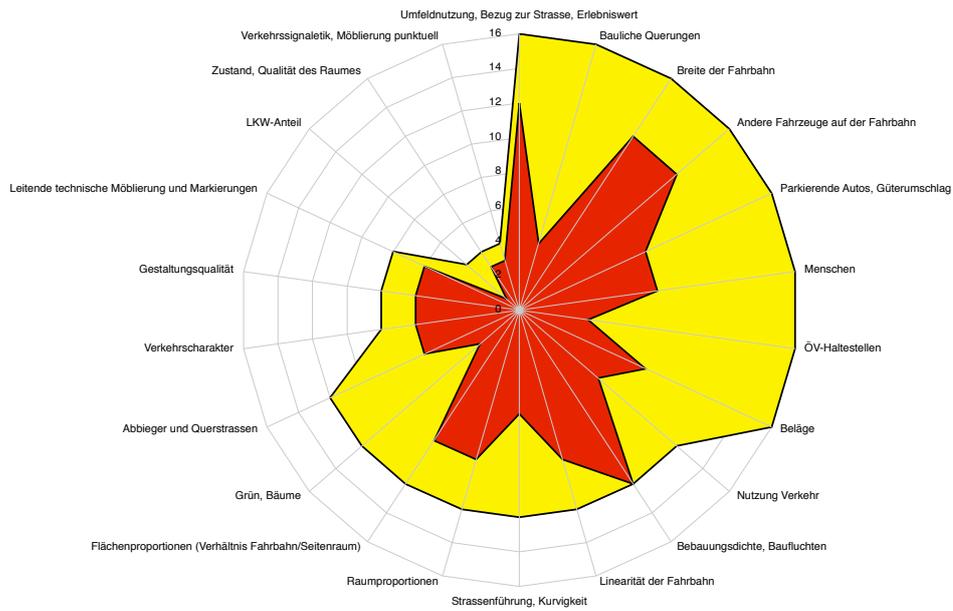
## Indikatoren Oerlingen Abschnitt 2 Bestand und Projekt

	Gewichtung	Maximum	Bestand	Bestand tot	Projekt	Projekt tot
Umfeldnutzung, Bezug zur Strasse, Erlebniswert	4	16	2	8	3	12
Bauliche Querungen	4	16	1	4	1	4
Breite der Fahrbahn	4	16	3	12	3	12
Andere Fahrzeuge auf der Fahrbahn	4	16	3	12	3	12
Parkierende Autos, Güterumschlag	4	16	2	8	2	8
Menschen	4	16	2	8	2	8
ÖV-Haltestellen	4	16	1	4	1	4
Beläge	4	16	2	8	2	8
Nutzung Verkehr	3	12	2	6	2	6
Bebauungsdichte, Baufluchten	3	12	4	12	4	12
Linearität der Fahrbahn	3	12	3	9	3	9
Strassenführung, Kurvigkeit	3	12	2	6	2	6
Raumproportionen	3	12	3	9	3	9
Flächenproportionen (Verhältnis Fahrbahn/Seitenr:	3	12	2	6	3	9
Grün, Bäume	3	12	1	3	1	3
Abbieger und Querstrassen	3	12	2	6	2	6
Verkehrscharakter	2	8	3	6	3	6
Gestaltungsqualität	2	8	2	4	3	6
Leitende technische Möblierung und Markierungen	2	8	1	2	3	6
LKW-Anteil	1	4	1	1	1	1
Zustand, Qualität des Raumes	1	4	2	2	3	3
Verkehrssignaletik, Möblierung punktuell	1	4	1	1	3	3
		260		137		153
DFW-Koeffizient				0.53		0.59

### DFW-Rose Oerlingen Abschnitt 2 Bestand



### DFW-Rose Oerlingen Abschnitt 2 Projekt



Vorher



Nachher



## Oerlingen Abschnitt 3, Dorfzentrum:



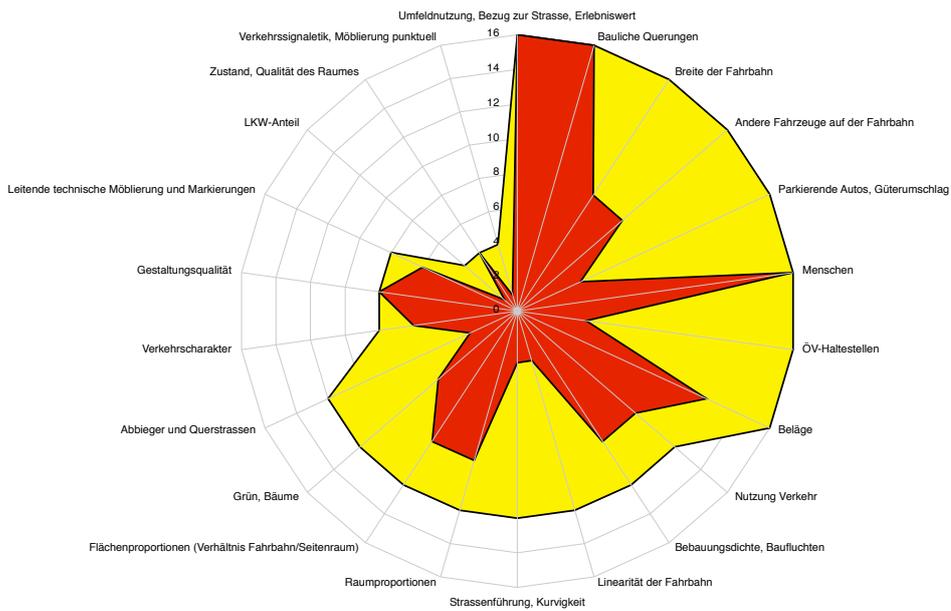
## Indikatoren Oerlingen Abschnitt 3 Bestand und Projekt

	Gewichtung	Maximum	Bestand	Bestand tot	Projekt	Projekt tot
Umfeldnutzung, Bezug zur Strasse, Erlebniswert	4	16	2	8	4	16
Bauliche Querungen	4	16	1	4	4	16
Breite der Fahrbahn	4	16	2	8	2	8
Andere Fahrzeuge auf der Fahrbahn	4	16	2	8	2	8
Parkierende Autos, Güterumschlag	4	16	1	4	1	4
Menschen	4	16	2	8	4	16
ÖV-Haltestellen	4	16	1	4	1	4
Beläge	4	16	2	8	3	12
Nutzung Verkehr	3	12	2	6	3	9
Bebauungsdichte, Baufluchten	3	12	2	6	3	9
Linearität der Fahrbahn	3	12	1	3	1	3
Strassenführung, Kurvigkeit	3	12	1	3	1	3
Raumproportionen	3	12	2	6	3	9
Flächenproportionen (Verhältnis Fahrbahn/Seitenr:	3	12	2	6	3	9
Grün, Bäume	3	12	2	6	2	6
Abbieger und Querstrassen	3	12	1	3	1	3
Verkehrscharakter	2	8	3	6	3	6
Gestaltungsqualität	2	8	3	6	4	8
Leitende technische Möblierung und Markierungen	2	8	1	2	3	6
LKW-Anteil	1	4	1	1	1	1
Zustand, Qualität des Raumes	1	4	2	2	4	4
Verkehrssignaletik, Möblierung punktuell	1	4	1	1	1	1
		260		109		161
DFW-Koeffizient				0.42		0.62

### DFW-Rose Oerlingen Abschnitt 3 Bestand



### DFW-Rose Oerlingen Abschnitt 3 Projekt



Vorher



Nachher



## 11 DURCHFARTSWIDERSTAND UND VERKEHRS- MODELLE

Die Routenwahl auf dem Strassennetz basiert in Verkehrsmodellen ebenfalls auf einem Durchfahrtswiderstand. Dieser wird teilstreckenweise bestimmt durch die Kapazität (maximale Durchfahrtsmenge pro Zeiteinheit) und die Durchfahrtszeit. Bewegt sich ein Fahrzeug alleine auf einer freien Teilstrecke, bestimmt die signalisierte Geschwindigkeitsbegrenzung und die verkehrstechnisch mögliche Geschwindigkeit den Zeitaufwand und damit den Durchfahrtswiderstand. Sobald aber mehrere Fahrzeuge eine Teilstrecke befahren, sinkt der individuelle Freiheitsgrad der Verkehrsteilnehmer durch gegenseitige Behinderung (abbiegen schwieriger, etc.). Der daraus resultierende grössere Durchfahrtswiderstand in Form von geringer Geschwindigkeit wird im Verkehrsmodell mathematisch ausgedrückt als Zusammenhang zwischen Auslastung (Fahrzeugmenge / Kapazität) und Fahrgeschwindigkeit. Bei Erreichen der Kapazitätsgrenze (Auslastung = 1.0) kommt es zu den beobachteten Verkehrszusammenbrüchen mit Stau.

Ergänzend ist noch aufzuzeigen, dass bei innerörtlichen Strassennetzen meist die Knoten die mögliche Durchfahrtsmenge (Kapazität) eines Streckenabschnittes bestimmen. Dabei haben die einzelnen Fahrspuren an einem Knoten, das heisst der Linksabbieger, der Geradeausverkehr und der Rechtsabbieger unterschiedliche Kapazitäten. Bei einem lichtsignalgesteuerten Knoten ist dies wegen den unterschiedlichen Grünzeiten und wegen den fahrmanöverabhängigen Fahrzeugfolgezeiten (d.h. Zeitlücken zwischen den Fahrzeugen) leicht nachvollziehbar.

Im vorliegenden Forschungsbericht sind Kriterien aufgezeigt, welche den Durchfahrtswiderstand bestimmen. Diese wirken entweder auf die Strassenkapazität, die Fahrgeschwindigkeit oder auf beide gleichzeitig. Es stellt sich nun die Frage, wie die Erkenntnisse zum Durchfahrtswiderstand für die Abbildung der Routenwahl in Verkehrsmodellen nutzbar gemacht werden können. Bisher wurde in den Verkehrsmodellen die Streckenkapazität ausschliesslich durch „verkehrstechnische“ Kriterien bestimmt (vgl. a. VSS-Norm 640018 ff).

- Anzahl Spuren
- Spurbreite
- Lastwagenanteile
- Steigung %
- Seitenfreiheit
- etc.

Ob die hier aufgezeigten neuen Elemente z.B. aus dem Raumbild quantitativ berücksichtigt werden können, ist noch nicht hinreichend gesichert. Hier sind zusätzliche empirische Untersuchungen erforderlich.

Die Definition einer sogenannten Basisgeschwindigkeit, welche bei einer kapazitätsbeschränkten Umlegung am Anfang steht, berücksichtigt einerseits die signalisierte Höchstgeschwindigkeit, andererseits geschwindigkeitsreduzierende Effekte der Strassengeometrie und der Verkehrsorganisation (z.B. Vortrittsrecht). Die Einflüsse der hier neu definierten Kriterien z.B. aus dem Nutzungsbild sind aufgrund der durchgeführten Untersuchungen belegt, können aber nicht quantifiziert werden. Auch hier sind weitere empirische Untersuchungen erforderlich.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass es sehr wünschenswert ist, alle Kriterien, welche den Durchfahrtwiderstand beeinflussen, im Routenwahlprozess eines Verkehrsmodells zu berücksichtigen. Mit umfassenden empirischen Untersuchungen, wie sie hier exploratorisch durchgeführt wurden, kann ein vorhandener Zusammenhang aufgezeigt und quantifiziert werden. Die definitiven Gewichte (Parameter) der Kriterien im Entscheidungsprozess sind gemeinsam für alle bei der notwendigen Modelleichung (Kalibration) festzulegen. Damit könnte die voraussichtliche Wirkung von Verbesserungsmaßnahmen im Strassenumfeld modell-technisch aufgezeigt bzw. prognostiziert werden, bevor sie tatsächlich eingeführt werden.

## 12 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

DFW	Durchfahrtswiderstand: Effekt, der sich aufgrund von Erscheinungsbild, Nutzung und Verkehrsregelung von Strassenräumen der freien ungehinderten Durchfahrt entgegenstellt.
DFW-Rose	Grafische Darstellung des Durchfahrtswiderstandes anhand der Einflusskriterien
EOS	Emotional operating systems: von der Neurobiologie entwickeltes Faktorensystem zur Analyse und Erklärung nicht-rationalen menschlichen Verhaltens
SVI	Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten
$V_{eval}$	Evaluationsgeschwindigkeit: diejenige Fahrgeschwindigkeit, die frei aufgrund des Strassenraumbildes gewählt wird
$V_{zulässig}$	Zulässige Höchstgeschwindigkeit auf dem untersuchten Strassenabschnitt
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute, Herausgeber der VSS-Richtlinien

## 13 LITERATUR

Allenbach, Roland et al. (1996): Verkehrstechnische und -psychologische Sicherheitsanalyse von Strassenabschnitten, Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu, Bern.

Bundesanstalt für Strassenwesen: Strassenraum und Verkehrsverträglichkeit - Praxisnahes Verfahren zur Beurteilung von Verkehrsverlagerungen. Forschungsbericht, Bergisch-Gladbach 1991.

Bürkel, P./ Bossert, W.(1996): Anordnung von passiven Schutzeinrichtungen im Strassenraum, Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement, Bundesamt für Strassenbau, Bern. Cohen, A. S. (1996): Psychisch bedingte Strassenbreite, Köln.

Cohen, A. S. (1997a): Möglichkeiten und Grenzen der Informationsaufnahme und -verarbeitung im motorisierten Strassenverkehr aus psychologischer Sicht. In: Schaffhauser, R. (Hrsg.): Aspekte der Überforderung im Strassenverkehr – Forderungen an die Praxis. St. Gallen: Schweizerisches Institut für Verwaltungskurse. S. 9-34.

Cohen, Amos S. (1986): Möglichkeiten und Grenzen visueller Wahrnehmung im Strassenverkehr; hrsg. im Auftr. des Bundesministers für Verkehr von der Bundesanstalt für Strassenwesen, Bereich Unfallforschung, Bremerhaven.

Cohen, Amos S. (1984): Einflussgrössen auf das nutzbare Sehfeld, Bergisch Gladbach, Bundesanstalt für Strassenwesen, Bereich Unfallforschung.

Cohen, A. S. (1997b): Wie wirksam ist die Strassensignalisation? In: Schaffhauser, R. (Hrsg.): Aspekte der Überforderung im Strassenverkehr – Forderungen an die Praxis. St. Gallen: Schweizerisches Institut für Verwaltungskurse. S. 95-112.

Cohen, A. S. (1998): Visuelle Orientierung im Strassenverkehr, bfu-Report 34, Bern.

Cohen, Amos S./Zwahlen, Helmut T. ( 1989): Blicktechnik in Kurven - wissenschaftliches Gutachten, Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu, Bern.

Cohen, A. S. (2004): Risiko- und Sicherheitsverhalten – Sicherheit durch Unsicherheit, in: Psychoscope 10/2004, S. 16-18.

Daschütz, P. (2003): „Qualität städtischer Räume - Form und Funktion der Gebäude, Gestaltung und Möblierung des Raumes und Auswirkungen auf das Verhalten“; Betreuer: H. Knoflacher; Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik.

Dietiker Jürg et. al. (1998): Was Menschen bewegt, Motive und Fahrzwecke der Verkehrsteilnahme, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Bundesamt für Strassen, Bern.

Dietiker Jürg, Künzeler Peter (2002): Wegleitung für Strassenplanung und Strassenbau in Gebieten mit übermässiger Luftbelastung, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.

Dietiker Jürg et. al. (2002): Warum steht Paul Müller lieber im Stau als im Tram? Motive der Verkehrsteilnahme, Teil 2, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Bundesamt für Strassen, Bern.

Dietiker Jürg (2007): Altergerechte Siedlungs- und Verkehrsplanung, in Mobilität im Alter, Weisenseeverlag, Berlin.

ETH, IVT et al. (2003): Erfahrungsbilanz bei der Gestaltung des Strassenraumes in erhaltenswerten Ortskernen, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Bundesamt für Strassen, Bern.

Färber, B. (1987): Geteilte Aufmerksamkeit. Grundlagen und Anwendung im motorisierten Strassenverkehr, Köln.

Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen e.V. (1996): Empfehlungen zur Strassenraumgestaltung innerhalb bebauter Gebiete ESG 96, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Strassenentwurf, Köln.

Gegenfurtner, Karl R. (2005): Gehirn & Wahrnehmung, Frankfurt am Main.

Gibson J.J. (1982): Wahrnehmung und Umwelt, aus dem englischen übersetzt, München.

Goslar, Holger/von Bohr, Peter/Heidenreich, Frank (Sachbearb, 1970/71): Räumliche Gestaltung in neuen Städten Konzeption und Wirkung von Strasse und Platz in einigen Demonstrativmassnahmen, Bonn-Bad Godesberg, Bundesministerium für Städtebau und Wohnungswesen.

Grabler, M. (1986): Einsatzmöglichkeiten von Ortsbildbewertungsmethoden bei der Beurteilung unterschiedlich strukturierter Städte, Stadtteile und Dörfer, Diplomarbeit am Institut für örtliche Raumplanung Wien, ifoer.

Häcker, Hartmut (1971): Experimentelle Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Aufmerksamkeit und Fahrverhalten, Meisenheim am Glan, Hain, Psychologia universalis, B 23.

Häcker, Hartmut (Hrsg., 1990) Fahrverhalten und Verkehrsumwelt psychologische Analysen im interdisziplinären Feld, Festschrift für Werner Winkler; Bd.-Hrsg.: Wolf-Rüdiger Nickel, Köln TÜV Rheinland.

Haller, Wolfgang (Projektleiter: Robert Schnüll, 1984): Städtebauliche Integration von innerörtlichen Hauptverkehrsstrassen - Problemanalyse und Dokumentation, Institut für Verkehrswirtschaft, Strassenwesen und Städtebau, Universität Hannover, Bonn.

Hauger, Georg (1996): Einfluss von verkehrlichen, städtebaulichen und strassenfunktionellen Parametern auf das Geschwindigkeitsverhalten im motorisierten Individualverkehr auf Innerortsstrassen, Wien.

Heger, R. (2002): Empfehlungen zur Berücksichtigung physiologischer und psychologischer Grenzen der Kraftfahrer bei der Straßenplanung in Brandenburg. Herausgeber: Land Brandenburg, Potsdam/Dresden.

Hehlen, Peter et al. (1993): Verkehrstechnische und -psychologische Sicherheitsanalyse von Strassenabschnitten, Schweiz. Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu, Bern.

Heinz, H./Moritz, A. Wingels H. (1986): Strassenraumgestaltung - Entwicklung von Kriterien für die Gestaltung von Querschnitten, Querschnittsänderungen und Knotenpunkten innerstädtischer Verkehrsstrassen in bestehenden Situationen, hrsg. vom Bundesminister für Verkehr, Abteilung Strassenbau, Bonn-Bad Godesberg, Bergisch Gladbach, Bundesanstalt für Strassenwesen.

Hoepe, Erik (2004): Wohin sehen Radfahrer in Knoten? Konfliktpunkt Wahrnehmung von Radfahrern, in: B. Schlag (Hrsg.): Verkehrspsychologie. Mobilität - Sicherheit - Fahrerassistenz, Lengerich, 281 - 296.

Huguenin, Raphael Denis (1988): Fahrerverhalten im Strassenverkehr - ein Beitrag zur Theoriebildung in der Verkehrspsychologie, Braunschweig.

Kämpfe, B./Weller, G./Schlag, B. (2004). Einfluss verschiedener Verkehrsweegegestaltungen auf die Verübung von Fahrfehlern, in: B. Schlag (Hrsg.): Verkehrspsychologie. Mobilität - Sicherheit - Fahrerassistenz, Lengerich, 28 - 46.

Kämpfe, B., Schlag, B., Weller, G. (2005). Streckencharakteristik und Fahrfehler. Strassenverkehrstechnik (49), 11, 564-571. ISSN 0039 2219

Kayser, H. J. (1988): Untersuchung der visuellen Wahrnehmung des Strassenraumes

Kayser, H. J. et al. (1989): Das Wahrnehmungsverhalten des Kraftfahrers in Abhängigkeit von der gefahrenen Geschwindigkeit und der Strassenraumgestaltung, Bonn-Bad Godesberg, Bundesminister für Verkehr, Abteilung Strassenbau.

Kayser, H.J./Möhler, W./Otten, N. (1985): Quantitative Erfassung des Strassenraumes (unter Berücksichtigung bebauter Stadtrandgebiete), Bonn-Bad Godesberg, Bundesminister für Verkehr; Abteilung Strassenbau.

Knoflacher, H. (2002): „Die Bedeutung der Psychologie für die Verkehrsplanung“; Vortrag: Angewandte Psychologie und Forschung, Wien (eingeladen); 23.10.2002; in: „Verkehrspsychologie im Spannungsfeld: Lebensqualität im Wirtschaftsraum Europa“, S. 1 - 22.

Knoflacher, H. (2006): „Mangel und Mängel: Verkehr verändert den Städtebau“; in: STADT und RAUM, 27.Jg., 2; S. 60 - 61.

Knoflacher, H. (2002): „Bedeutung der Psychologie für die Verkehrsplanung und den Verkehrsbetrieb“; Vortrag: Verkehrspsychologie im Spannungsfeld: Lebensqualität im Wirtschaftsraum Europa, Wien (eingeladen); 23.10.2002.

Kossak, Andreas Christian Kurt (1983): Bewertung von Strassenplanungen nach Gesichtspunkten der Stadtgestaltung, Darmstadt. Kossak, Andreas/Unger, Susanne (1997): Strassenraumgestaltung unter Berücksichtigung historischer Bezüge, Bremerhaven.

Kotrschal Kurt (1995): Im Egoismus vereint, Tiere und Menschentiere – das neue Weltbild der Verhaltensforschung, München.

Krieger, Kurt. et al. (1996): Der städtische Strassenraum in den 90er Jahren - eine neue Stadt- raumqualität zum Wohle des Menschen, Renningen-Malmsheim.

Lindenmann, Hanspeter (1997): Was kann der Verkehrsplaner gegen eine Überforderung durch die Strassenanlage vorkehren. In: Schaffhauser, R. (Hrsg.): Aspekte der Überforderung im Strassenverkehr – Forderungen an die Praxis. St. Gallen: Schweizerisches Institut für Verwaltungskurse, S. 35-48.

Lippold, Christian/Dietze, Matthias (2005): Einfluss der Seitenraumgestaltung auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit, Technische Universität Dresden, Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen.

Loebe, V. (2003): „HYPERLINK „[http://www.offlimits.net/include/php3/showimg?media\\_id=1099](http://www.offlimits.net/include/php3/showimg?media_id=1099)“  
 \t „\_blank“ Wahrnehmungspsychologische Aspekte von Licht- und Bildräumen an ausgesuchten Beispielen“; Betreuer: B. Martens; Raumgestaltung und Entwerfen, Diplomarbeit TU Wien.

Lützeler, Michael (2002): Fahrbahnerkennung zum Manövrieren auf Wegenetzen mit aktivem Sehen, Düsseldorf.

Maag, Christian (2004): Fahrer und Verkehrsklima - eine verkehrswissenschaftliche Untersuchung zu den Ursachen und Folgen von Emotionen im Strassenverkehr, Düsseldorf.

Mailer, M. (2002): „Zur Beurteilung von Verkehrsanlagen mit einem multimodalen Ansatz“; Begutachter: H. Knoflacher; Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik.

Marx, Erich et al. (1991): Landschafts- und ortschaftsgerechte Strassengestaltung, Wien, Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten.

Matthess, Volker H. (1994): Zur Bemessung zweistreifiger Fahrbahnquerschnitte innerörtlicher Hauptverkehrs- und Sammelstrassen, Darmstadt.

Metker, Th. (1997): Blickverhalten älterer Autofahrerinnen und Autofahrer an Knotenpunkten, in: Schulz, Ulrich/Kebeck, Günther (Hrsg.): Entscheidungs- und Gestaltungsprozesse in Arbeit und Verkehr, zum Gedenken an Ulrich Tränkle, Münster.

Meyer, Hartmut (1983): Trennwirkung durch Kraftfahrzeugverkehr in Stadtstrassen Mikroform Untersuchungen zu verkehrlichen und städtebaulichen Auswirkungen von Verkehrsanlagen und Verkehrsablauf in innerstädtischen Bereichen, Hannover.

Möhler, Werner (1987): Untersuchung der visuellen Wahrnehmung des Strassenraumes und dessen Einfluss auf das Fahrverhalten, Aachen.

Müller, P./Skoupil, G./Topp, H.: Strassenraum und Verkehrsverträglichkeit, Praxisnahes Verfahren zur Beurteilung von Funktion, Nutzung und Gestaltung von Stadtstrassen, in: Strasse und Verkehr 5/1991.

Panksepp J. (1998): Affective neuroscience the foundations of human and animal emotions, Oxford University Press. New York.

Partmann, Thomas/ Reinig, Hans-Joachim/ Struck, Günther (1996): Blickbewegungsmessung als Werkzeug für die Gestaltung und Bewertung von bord- und strassenseitigen Informationssystemen für den Kraftfahrer, Auftraggeber: Bundesanstalt für Strassenwesen et al., Auftragnehmer: Fraunhofer Institut für Informations- und Datenverarbeitung, Frankfurt.

Praxenthaler, Michael (2003): Experimentelle Untersuchung zur Ablenkungswirkung von Sekundäraufgaben während zeitkritischer Fahrsituationen, Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Philosophischen Fakultät II (Psychologie und Pädagogik) der Universität Regensburg.

Probst, Thomas (1983): Beeinflussung der Objektbewegungswahrnehmung durch gleichzeitige Eigenbewegungsempfindung psychophysische Grundlagen und angewandte Aspekte bei der Fahrzeugsteuerung, Essen.

Psenner, A. (2001): „Wahrnehmung im urbanen öffentlichen Raum. Ein Feldforschungsprojekt in der Praterstraße, Wien/Leopoldstadt“; Begutachter: K. Semsroth; Institut für Städtebau, Landschaftsarchitektur und Entwerfen - Fachbereich Städtebau und Regionalplanung.

Rekersbring, A. (1995): Messung visueller Wahrnehmungsgrenzen im Straßenverkehr; in: Zeitschrift für Verkehrssicherheit 4/1995, 159/5.

Regli, Pascal (2005): Umfahrungen mit flankierenden Massnahmen innerorts verbinden, in: Info ARP 1/05, S. 8-9.

Rellstab, Ursula (1976): Strasse frei! ein Experiment für Stadtverbesserer, Zürich.

Risse, Hermann-Josef (1991): Das Fahrerverhalten bei normaler Fahrzeugführung, Düsseldorf.

Saner Hans (1995): „Die Bedeutung der Mythen für den Verkehr sowie für die Verkehrs- und Raumplanung“, Brief zur Mobilität an die Verfasser

Schlag, B./Heger, R. (2004): Ansätze einer psychologisch fundierten Verkehrsplanung. In: B. Schlag (Hrsg.): Verkehrspsychologie. Mobilität - Sicherheit - Fahrerassistenz, Lengerich, 11-28.

Schlag, Bernhard (Hrsg., 1999): Empirische Verkehrspsychologie, Lengerich.

Schlag, Bernhard (Hrsg., 2004): Verkehrspsychologie - Mobilität - Sicherheit - Fahrerassistenz, Lengerich.

Schneider, Walter unter Mitarbeit von Chmielarz, Maria et al. (1995): Wahrnehmung von Verkehrszeichen, Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik Heft 697, Bonn-Bad Godesberg, Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Strassenbau.

Schopf, J.M. (2005): „Die Querschnittsdimensionierung von Fahrbahnen unter besonderer Berücksichtigung des ländlichen Wegebau“; Vortrag: Verkehrsplanungsseminar für Praktiker, Technische Universität Wien; 12.09.2005 - 14.09.2005.

Schulz, Ralph (2005): Wohin sehen Sie während der Fahrt? Die Orientierungssichtweite – Ein neues Modell zur Dimensionierung von Entwurfs-elementen, Technische Universität Dresden, Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen.

Schulz, Ulrich/Kebeck, Günther (Hrsg., 1997): Entscheidungs- und Gestaltungsprozesse in Arbeit und Verkehr, zum Gedenken an Ulrich Tränkle, Münster.

Schulz, Ulrich/Kebeck, Günther (Hrsg., 1997): Wahrnehmungs-, Entscheidungs- und Handlungsprozesse beim Führen eines Kraftfahrzeugs, zum Gedenken an Ulrich Tränkle, Münster.

Spacek, P. (1998): Fahrverhalten in Kurvenbereichen, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation - Bundesamt für Strassen, Bern.

Spiegel, Thomas (1995): Die Empfindung des Widerstandes von Wegen unterschiedlicher Verkehrsmittelbenützung und deren Auswirkung auf das Mobilitätsverhalten, Wien, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Wien.

Springer, J. F./Huizinga, K. E. (1975): Das Strassenbild als Prüfstein für die Strassengestaltung, Haag.

Steinbrecher, Jürgen (1997): Fahrerverhalten im Übergangsbereich von der freien Strecke zur geschlossenen Ortschaft, Wuppertal.

Stephan, Egon et al. (2000): Kölner Verfahren zur vergleichenden Erfassung der kognitiven Beanspruchung im Strassenverkehr, Auftraggeber: Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V.(FAT) et al., Auftragnehmer: Psychologisches Institut der Universität zu Köln et al., Frankfurt/M, Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V.

Tiefbauamt des Kantons Bern (Hrsg., 1994): Verstetigung des Verkehrs durch bauliche und organisatorische Massnahmen - Resultate und Interpretation der Messungen auf der Ortsdurchfahrt Bernstrasse in Zollikofen (Büro Dr. Graf AG und Planungsbüro Jürg Dietiker), Bern.

Trapp, Karl-Heinz & Oellers, Friedrich-Wilhelm (1974): Streckencharakteristik und Fahrverhalten auf zweispurigen Landstrassen, Bundesminister für Verkehr, Abt. Strassenbau, Bonn.

von Mörner, Jörg/Müller, Peter/Topp, Hartmut H. (1984): Entwurf und Gestaltung innerörtlicher Strassen, Bonn-Bad Godesberg, Bundesminister für Verkehr; Abteilung Strassenbau.

Zec, Peter (2002): Orientierung im Raum eine Untersuchung zur Gestaltung von Orientierungs- und Leitsystemen, Soest.

Zehn, A. und Heger, R. (2004): „Was macht die Straße für den Motorradfahrer interessant und was gefährlich? - Ein Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit von Motorradfahrern“. Forschungsheft Nr. 11, ifz (Hrsg.): „Sicherheit - Umwelt - Zukunft V“. Tagungsband der 5. Internationalen Motorradkonferenz, Essen.

Zeyer Albert (1999): Von Menschen und Reptilien. Neurobiologie und Verhalten, , In: Schweizerischer Verband der Verkehrsingenieure. Forschungsauftrag 137

Zeyer Albert: Der Altruismus des Primaten. Neurobiologie und Ethik. Zeitschrift für Evangelische Ethik. Vol. 45. S. 302-314

Zufferey, J.-D. et al. (2004): Projektierung der Grünräume im Strassenraum , Bern, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Bundesamt für Strassen, Bern.

Zwieli, Frank/Reker, Klaus/Flach, Josef (2001): Fahrerverhaltensbeobachtungen auf Landstrassen am Beispiel von Baumalleen - eine Untersuchung mit dem Fahrzeug zur Interaktionsforschung Strassenverkehr, Bremerhaven.



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

- 1980 **Velo- und Mofaverkehr in den Städten**  
(R. Müller)
- 1980 **Anleitung zur Projektierung einer Lichtsignalanlage**  
(Seiler Niederhauser Zuberbühler)
- 1981 **Güternahverkehr, Gesetzmässigkeiten**  
(E. Stadtmann)
- 1981 **Optimale Haltestellenabstände beim öffentlichen Verkehr**  
(Prof. H. Brändli)
- 1982 **Entwicklung des schweizerischen Strassenverkehrs \***  
(SNZ Ingenieurbüro AG)
- 1983 **Lichtsignalanlagen mit oder ohne Uebergangssignal Rot-Gelb**  
(Weber Angehrn Meyer)
- 1983 **Güternahverkehr, Verteilungsmodelle**  
(Emch + Berger AG)
- 1983 **Modèle Transyt 8: Traffic Network Study Tool; Programme Pretrans**  
(...)
- 1983 **Parkraumbewirtschaftung als Mittel der Verkehrslenkung \***  
(Glaser + Saxer)
- 1984 **Le rôle des taxis dans les transports urbains (franz. Ausgabe)**  
(Transitec)
- 1984 **Park and Ride in Schweizer Städten \***  
(Balzari & Schudel AG)
- 1986 **Verträglichkeit von Fahrrad, Mofa und Fussgänger auf gemeinsamen Verkehrsflächen \***  
(Weber Angehrn Meyer)
- 1986 **Transyt 8 / Pretrans; Modell Programmsystem für die Optimierung von Signalplänen von städtischen Strassennetzen**  
(...)
- 1987 **Verminderung der Umweltbelastungen durch verkehrsorganisatorische und –technische Massnahmen \***  
(Metron AG)
- 1987 **Provisorischer Behelf für die Umweltverträglichkeits-Prüfung von Verkehrsanlagen \***  
(Büro BC, Jenni + Gottardi AG, Scherrer)
- 1988 **Bestimmungsgrössen der Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr \***  
(Rapp AG)
- 1988 **EDV-Anwendungen im Verkehrswesen**  
(IVT, ETH Zürich)
- 1988 **Forschungsvorschläge Umweltverträglichkeitsprüfung von Verkehrsanlagen**  
(Büro BC, Jenni & Gottardi AG, Scherrer)
- 1989 **Vereinfachte Methode zur raschen Schätzung von Verkehrsbeziehungen \***  
(P. Widmer)
- 1990 **Planungsverfahren bei Ortsumfahrungen**  
(Toscano-Bernardi-Frey AG)
- 1990 **Anteil der Fahrzeugkategorien in Abhängigkeit vom Strassentyp**  
(Abay & Meyer)
- 1991 **Busbuchten, ja oder nein?\***  
(Zwicker und Schmid)
- 1991 **EDV-Anwendung im Verkehrswesen, Katalog 1990**  
(IVT, ETH Zürich)
- 1991 **Mofa zwischen Velo und Auto**  
(Weber Angehrn Meyer)
- 1991 **Erhebung zum Güterverkehr**  
(Abay & Meier, Albrecht & Partner AG, Holinger AG, RAPP AG, Sigmoplan AG)
- 1991 **Mögliche Methoden zur Erstellung einer Gesamtbewertung bei Prüfverfahren\***  
(Basler & Partner AG)
- 1992 **Parkierungsbeschränkungen mit Blauer Zone und Anwohnerparkkarte**  
(Jud AG)
- 1992 **Einsatzkonzepte und Integrationsprobleme der Elektromobile\***  
(U. Schwegler)

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

- 1999 **Verkehrstelematik im Management des Verkehrs in Tourismusgebieten**  
(ASIT / IC Infraconsult AG)
- 1999 **„Kernfahrbahnen“ Optimierte Führung des Veloverkehrs an engen Strassenquerschnitten \***  
(Metron Verkehrsplanung und Ingenieurbüro AG)
- 2000 **Sensitivitäten von Angebots- und Preisänderungen im Personenverkehr**  
(Prognos AG)
- 2000 **Dephi-Umfrage Zukunft des Verkehrs in der Schweiz**  
(P. Widmer / IPSO Sozial-, Marketing- und Personalforschung)
- 2000 **Der Wert der Zeit im Güterverkehr**  
(Jenni + Gottardi AG)
- 2000 **Floating Car Data in der Verkehrsplanung**  
(Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG + Rosenthaler + Partner AG)
- 2000 **Verlässlichkeit als Entscheidungsvariable: Experimente mit verschiedenen Befragungssätzen**  
(IVT - ETHZ)
- 2001 **Aktivitätenorientierte Personenverkehrsmodelle, Vorstudie**  
(P. Widmer und K.W. Axhausen)
- 2001 **Zeitkostenansätze im Personenverkehr**  
(G. Abay und K.W. Axhausen)
- 2001 **Véhicules électriques et nouvelles formes de mobilité**  
(Transitec Ingénieurs-Conseils SA)
- 2001 **Besetzungsgrad von Personenwagen: Analyse von Bestimmungsgrößen und Beurteilung von Massnahmen zu dessen Erhöhung**  
(RAPP AG Ingenieure + Planer)
- 2001 **Grobkonzept zum Aufbau einer multimodalen Verkehrsdatenbank**  
(INFRAS)
- 2001 **Ermittlung der Gesamtleistungsfähigkeit (MIV + OEV) bei lichtsignalgeregelten Knoten**  
(büro S-ce Simon-consulting-engineering)
- 2001 **Besteuerung von Autos mit einem Bonus/Malus-System im Kanton Tessin**  
(U. Schwegler Büro für Verkehrsplanung)
- 2001 **GIS als Hilfsmittel in der Verkehrsplanung**  
(büro widmer)
- 2001 **Umgestaltung von Strassen im Zuge von Erneuerungen**  
(Infraconsult AG + Zeltner + Maurer AG)
- 2001 **Piloterhebung zum Dienstleistungsverkehr und zum Gütertransport mit Personenwagen**  
(Prognos AG, Emch+Berger AG, IVU Traffic Technologies AG)
- 2002 **Parkplatzbewirtschaftung bei publikumsintensiven Einrichtungen - Auswirkungsanalyse**  
(Metron AG, Neosys AG, Hochschule Rapperswil)
- 2002 **Probleme bei der Einführung und Durchsetzung der im Transportwesen geltenden Umweltschutzbestimmungen; unter besonderer Berücksichtigung des Vollzugs beim Strassenverkehrslärm**  
(B+S Ingenieur AG)
- 2002 **Nachhaltigkeit und Koexistenz in der Strassenraumplanung**  
(Berz Hafner + Partner AG)
- 2002 **Warum steht P. Müller lieber im Stau als im Tram?**  
(Planungsbüro Jürg Dietiker / MOVE RAUM P. Regli / Landert Farago Davatz & Partner / Dr. A. Zeyer)
- 2002 **Nachhaltigkeit im Verkehr**  
(Jenni + Gottardi AG)
- 2002 **Massnahmen zur Erhöhung der Akzeptanz längerer Fuss- und Velostrecken**  
(Arbeitsgemeinschaft Büro für Mobilität / V. Häberli / A. Blumenstein / M. Wältli)
- 2002 **Carreiveverkehr: Grundlagen und Perspektiven**  
(B+S Ingenieur AG / Gare Routière de Genève)
- 2002 **Potentielle Gefahrenstellen**  
(Basler & Hofmann / Psychologisches Institut der Universität Zürich)
- 2003 **Evaluation kurzfristiger Benzinpreiserhöhungen**  
(Infras / M. Peter / N. Schmidt / M. Maibach)
- 2002 **Verlässlichkeit als Entscheidungsvariable, Vorstudie**  
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2002 **Mischverkehr MIV / ÖV auf stark befahrenen Strassen**  
(Verkehrsingenieurbüro TEAMverkehr)
- 2003 **Vorstudie zu den Wechselwirkungen Individualverkehr – öffentlicher Verkehr infolge von Verkehrstelematik-Systemen**  
(Abay & Meier, Zürich)
- 2003 **Strassen mit Gemischtverkehr: Anforderungen aus der Sicht der Zweiradfahrer**  
(WAM Partner, Planer und Ingenieure, Solothurn)
- 2003 **Erfolgskontrolle von Umweltschutzmassnahmen bei Verkehrsvorhaben**  
(Metron Landschaft AG, Brugg / Quadra GmbH, Zürich / Metron Verkehrsplanung AG, Brugg)

- 2004 **Perspektiven für kurze Autos**  
(Ingenieur- und Planungsbüro Bühlmann, Zollikon)
- 2004 **Lange Planungsprozesse im Verkehr**  
(BINARIO TRE, Windisch)
- 2004 **Auswirkungen von Personal Travel Assistance (PTA) auf das Verkehrsverhalten**  
(Ernst Basler und Partner AG, Zürich)
- 2004 **Methoden zum Erstellen und Aktualisieren von Wunschlinienmatrizen im motorisierten Individualverkehr**  
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2004 **Zeitkostenansätze im Personenverkehr**  
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT / Rapp Trans AG, Zürich)
- 2004 **Determinanten des Freizeitverkehrs: Modellierung und empirische Befunde**  
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2004 **Verfahren von Technology Assessment im Verkehrswesen**  
(Rapp Trans AG, Zürich / IKAÖ, Bern / Interface, Luzern)
- 2004 **Mobilitätsdatenmanagement für lokale Bedürfnisse**  
(SNZ, Zürich / TEAMverkehr, Cham / Büro für Verkehrsplanung, Fischingen)
- 2004 **Auswirkungen neuer Arbeitsformen auf den Verkehr - Vorstudie**  
(INFRAS, Bern)
- 2004 **Standards für intermodale Schnittstellen im Verkehr**  
(synergo, Zürich / ILS NRW, Dortmund)
- 2005 **Verkehrsumlegungs-Modelle für stark belastete Strassennetze**  
(büro widmer, Frauenfeld)
- 2005 **Wirksamkeit und Nutzen der Verkehrsinformation**  
(B+S Ingenieure AG, Bern / Ernst Basler + Partner AG, Zürich / Landert Farago Partner, Zürich)
- 2005 **Spezialisierung und Vernetzung: Verkehrsangebot und Nachfrageentwicklung zwischen den Metropolitanräumen des Städtesystems Schweiz**  
(synergo, Zürich)
- 2005 **Wirkungsketten Verkehr - Wirtschaft**  
(ECOPLAN, Altdorf und Bern / büro widmer, Frauenfeld)
- 2005 **Cleaner Drive**  
**Hindernisse für die Markteinführung von neuen Fahrzeug-Generationen**  
(E'mobile, der Schweizerische Verband für elektrische und effiziente Strassenfahrzeuge, Urs Schwegler)
- 2005 **Spezifische Anforderungen an Autobahnen in städtischen Agglomerationen**  
(Ingenieur- und Planungsbüro Dr. Walter Berg, Zürich)
- 2005 **Instrumente für die Planung und Evaluation von Verkehrssystem-Management-Massnahmen**  
(Jenni + Gottardi AG, Zürich / Universität Karlsruhe)
- 2005 **Trafic de support logistique de grandes manifestations (Betriebsverkehr von Grossanlässen)**  
(Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, EPFL)
- 2005 **Verkehrsdosierungsanlagen, Strategien und Dimensionierungsgrundsätze**  
(Ingenieurbüro Walter Berg, Zürich)
- 2005 **Angebote und Erfolgskriterien im nächtlichen Freizeitverkehr**  
(Planungsbüro Jud, Zürich)
- 2005 **Vor- und Nachlauf im kombinierten Ladungsverkehr**  
(Rapp Trans AG, Zürich)
- 2005 **Finanzielle Anreize für effiziente Fahrzeuge - Eine Wirkungsanalyse der Projekte VEL2 (Tessin) und NewRide in Basel und Zürich**  
(Rapp Trans AG, Zürich / Interface, Luzern)
- 2006 **Reduktionsmöglichkeiten externer Kosten des MIV am Beispiel des Förderprogramms VEL2 im Kanton Tessin**  
(Università della Svizzera Italiana, Lugano / Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich)
- 2006 **Nachhaltigkeit im Verkehr**  
**Indikatoren im Bereich Gesellschaft**  
(Ernst Basler + Partner AG, Zollikon / Landert Farago Partner, Zürich)
- 2006 **Früherkennung von Entwicklungstrends zum Verkehrsangebot**  
(Interface - Institut für Politikstudien, Luzern)
- 2006 **Publikumsintensive Einrichtungen PE: Planungsgrundlagen und Gesetzmässigkeiten**  
(Metron Verkehrsplanung AG, Brugg / Transitec Ingenieurs-Conseils SA, Lausanne / Fussverkehr Schweiz, Zürich)
- 2006 **Erhebung des Fuss- und Veloverkehrs**  
(IRAP, Hochschule für Technik, Rapperswil / Fussverkehr Schweiz, Zürich / Pestalozzi & Stäheli, Basel / Daniel Sauter, Urban Mobility Research, Zürich)
- 2006 **Verkehrstechnische Beurteilung multimodaler Betriebskonzepte auf Strassen innerorts**  
(S-ce Simon consulting experts, Zürich)
- 2006 **Beurteilung von Busbevorzugungsmassnahmen**  
(Metron Verkehrsplanung AG, Brugg)

- 2006 **Error Propagation in Macro Transport Models**  
(Systems Consult, Monaco / B+S Ingenieur AG, Bern)
- 2007 **Fussgängerstreifenlose Ortszentren**  
(Ingenieurbüro Ghielmetti, Winterthur / IAP, Zürich)
- 2007 **Kernfahrbahnen auf Ausserortsstrecken**  
(Frossard GmbH, Zürich)
- 2007 **Road Pricing Modelle auf Autobahnen und in Stadregionen**  
(INFRAS, Zürich / Rapp Trans AG, Basel)
- 2007 **Entkopplung zwischen Verkehrs- und Wirtschaftswachstum**  
(INFRAS, Zürich / Università della Svizzera Italiana, Lugano)
- 2007 **Genderfragen in der Verkehrsplanung Vorstudie**  
(SNZ Ingenieure und Planer AG, Zürich)
- 2007 **Konfliktanalyse beim Mischverkehr**  
(Sigmoplan AG, Bern)
- 2007 **Verfahren zur Berücksichtigung der Zuverlässigkeit in Evaluationen**  
(Ernst Basler + Partner AG, Zürich / Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich)
- 2007 **Überlegungen zu einem Marketingansatz im Fuss- und Veloverkehr**  
(Büro für Mobilität AG, Bern/Burgdorf / büro für utopien, Burgdorf/Berlin / LP Ingenieure AG, Bern / Masciardi communication & design AG, Bern)
- 2008 **Einbezug von Reisekosten bei der Modellierung des Mobilitätsverhaltens**  
(Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) ETH, Zürich / TRANSP-OR EPF Lausanne, Lausanne / IRE USI, Lugano)
- 2008 **Ausgestaltung von multimodalen Umsteigepunkten**  
(Metron AG, Brugg / Universität Zürich Sozialforschungsstelle, Zürich)
- 2008 **Überbreite Fahrstreifen und zweistreifige Schmalfahrbahnen**  
(IRAP HSR Hochschule für Technik, Rapperswil)
- 2008 **Fahrten- und Fahrleistungsmodelle: Erste Erfahrungen**  
(Hesse+Schwarze+Partner, Zürich / büro widmer, Frauenfeld)
- 2008 **Quantitative Auswirkungen von Mobility Pricing Szenarien auf das Mobilitätsverhalten und auf die Raumplanung**  
(Verkehrsconsulting Fröhlich, Zürich / TransOptima GmbH, Olten / Ernst Basler + Partner AG, Zürich)
- 2008 **Organisatorische und rechtliche Aspekte des Mobility Pricing**  
(Ernst Basler + Partner AG)
- 2008 **Forschungspaket "Güterverkehr", Initialprojekt "Bestandesaufnahme und Konkretisierung des Forschungspakets"**  
(Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich - ETH / Università della Svizzera Italiana / Universität St. Gallen)
- 2008 **Freizeitverkehr innerhalb von Agglomerationen**  
(Hochschule Luzern - Wirtschaft, Luzern / ISOE, Frankfurt am Main / Interface Politikstudien, Luzern)
- 2008 **Gesetzmässigkeiten des Anlieferverkehrs**  
(Sigmoplan AG / Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG)
- 2009 **Modal Split Funktionen im Güterverkehr**  
(Rapp Trans AG, Zürich / IVT ETH, Zürich)
- 2009 **Mobilitätsmuster zukünftiger Rentnerinnen und Rentner: eine Herausforderung für das Verkehrssystem 2030?**  
(büro widmer Frauenfeld / Institut für Psychologie, Universität Bern)
- 2008 **Mobilitätsmanagement in Berieben - Motive und Wirksamkeit**  
(synergo, Zürich / Tensor Consulting AG, Bern)
- 2009 **Monitoring und Controlling des Gesamtverkehrs in Agglomerationen**  
(Ecoplan, Aitdorf und Bern / Ernst Basler + Partner, Zürich)

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

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

