
SVI-Forschung 44/97
"Kernfahrbahnen"

***Optimierte Führung des Veloverkehrs
an engen Strassenquerschnitten***

*Schlussbericht
Oktober 1999*

Bearbeitung

*Metron Verkehrsplanung
und Ingenieurbüro AG*

*Postfach 253
Stahlrain 2
CH 5201 Brugg*

*T 056 460 91 11
F 056 460 91 00
info@metron.ch
www.metron.ch*

SVI-Begleitkommission:

*Rolf Flückiger, Zürich (Präsident)
Manfred Angehrn, Schaffhausen
Blaise Dériaz, Genf
Chantal Disler, Bern (ASTRA)
Albert Hermann, Winterthur
Markus Reichenbach, Solothurn
Ulrich Salvisberg, Bern
Martin Urwyler, Luzern
Urs Walter, Zürich*

Forschungsstelle (Metron Verkehrsplanung):

<i>Klaus Zweibrücken</i>	<i>Dipl.-Ing. Raum- und Umweltplanung</i>
<i>Thomas von Känel</i>	<i>dipl. Ing. HTL</i>
<i>Rainer Pabst</i>	<i>Hochbauzeichner</i>
<i>Maria Andreou</i>	<i>Sekretärin</i>
<i>Jacqueline Roth</i>	<i>kaufm. Angestellte</i>
<i>Thomas Engler</i>	<i>Planungszeichner, 2. Lehrjahr</i>

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	4
Einführung	6
1 Ausgangslage und Forschungsauftrag	10
2 Definitionen und Begriffe	12
2.1 Begriff Kernfahrbahn und synonyme Begriffe	12
2.2 Begriffsabgrenzung: Schmalfahrbahnen-Kernfahrbahnen	12
2.3 Überholen und Vorbeifahren	13
2.4 Verkehrsmengen	13
2.5 Abmessungen von Fahrstreifen	13
2.6 Seitenabstände	13
3 Methodisches Vorgehen	14
3.1 Aufbau der Arbeit	14
3.2 Arbeitsschritte	14
3.3 Videogestützte Situationsbeurteilung und computergestützte Videoauswertung	15
3.4 Modifikationen im geplanten Untersuchungsumfang	16
3.4.1 Zusätzliche Vorher-Nachher-Untersuchungen	16
3.4.2 Einbezug von Beispielen mit Leitlinienmarkierung	16
3.4.3 Einbezug der Unfalldaten	16
3.4.4 Verzicht auf Befragung von Verkehrsteilnehmenden	16
3.4.5 Verzicht auf weitergehende Vergleiche mit anderen Formen der Führung des Radverkehrs	17
Voruntersuchung	18
4 Rechtliche Aspekte	18
4.1 Schweiz	18
4.2 Vergleich mit anderen europäischen Ländern	20
4.2.1 Deutschland	20
4.2.2 Niederlande	22
4.2.3 Österreich	22
4.3 Zusammenfassung	22
5 Normen und Empfehlungen	23
5.1 Schweiz	23
5.2 Deutschland	24
5.3 Niederlande	26
5.4 Österreich	27
5.5 Zusammenfassung	27

6	Literaturauswertung	28
6.1	Schweiz	28
6.2	Deutschland	29
6.3	Niederlande	33
6.4	Zusammenfassung	35
7	Umfrage und Fragebogenauswertung	36
	Hauptuntersuchung	37
8	Beispieltypisierung und Eingrenzung für Fallstudien	37
9	Fallstudienuntersuchung und Auswertung	41
9.1	Beschreibung der Fallstudien-Beispiele	41
9.2	Verkehrsmengen	47
9.3	Geschwindigkeiten des motorisierten Verkehrs	47
9.4	Abstandsverhalten (unbeeinflusste Fälle)	48
9.5	Abstandsverhalten (beeinflusste Fälle)	51
9.5.1	Veränderung des Abstandes Velo-Fahrbahnrand bei Vorbeifahrfällen ohne Gegenverkehr	51
9.5.2	Seitenabstand zwischen motorisiertem Verkehr und Velos beim Vorbeifahren ohne Gegenverkehr	54
9.5.3	Seitenabstände im Vorher-Nachher-Vergleich	55
9.5.4	Seitenabstand zwischen motorisiertem Verkehr und Velos beim Vorbeifahren mit Gegenverkehr	57
9.6	Akzeptanz der Markierungen/Spurverhalten	59
9.6.1	Akzeptanz beim motorisierten Verkehr	59
9.6.2	Akzeptanz und subjektive Sicherheit beim Veloverkehr	62
9.7	Untersuchungsergebnisse zum Unfallgeschehen	64
9.7.1	Vergleich der Unfallzahlen	65
9.7.2	Vorher-Nachher-Vergleich Bankstrasse	66
9.8	Vergleich mit ausländischen Forschungsergebnissen	67
9.8.1	Ähnliche Ergebnisse	67
9.8.2	Abweichende Ergebnisse	67
9.8.3	Zusätzliche Ergebnisse	68

Resultate	69
10 Gesamtbewertung und Schlussfolgerungen	69
10.1 Anwendbarkeit im Rahmen der Gesetze	69
10.2 Verkehrssicherheit von Kernfahrbahnen	70
10.2.1 Beschränkte Aussagekraft der Unfallbilanzen	70
10.2.2 Gutes Abstandsverhalten	70
10.2.3 Niedrigere Geschwindigkeiten	70
10.2.4 Mittenorientierung und Spurverhalten	70
10.3 Akzeptanz und subjektive Sicherheit	71
10.4 Leistungsfähigkeit	71
10.5 Hohe Flexibilität von Kernfahrbahnen	72
11 Empfehlungen zur Ergänzung von Rechtsvorschriften	73
11.1 Strassenverkehrsgesetz (SVG)	73
11.2 Verkehrsregelnverordnung (VRV)	73
12 Empfehlungen zur Planung und Projektierung	74
12.1 Einsatzmöglichkeiten	74
12.2 Einsatzgrenzen	75
13 Empfehlungen zur Normierung	76
13.1 Ergänzungen in bestehenden Normen	76
13.2 Inhaltliche Beiträge zu einer neuen Norm	76
14 Offene Fragen, Forschungsbedarf	77
14.1 Ausserortsstrecken	77
14.2 Zweistreifige Schmalfahrbahnen	77
14.3 Langzeituntersuchung von Unfallzahlen	78
Anhang	79
Anhang A: Kurzdokumentation von Beispielen (A1-A49)	A0
Anhang B: Literaturverzeichnis	B1
Anhang C: Das VideoVerkehrsAnalyse-System ViVAtraffic	C1

Anmerkungen:

Literatur und Quellenangaben sind [] gekennzeichnet.

Die Nummerierung bezieht sich auf den Anhang B

Kurzfassung

Strassenbreiten zwischen 6 und 9 Metern stellen, insbesondere auf stark befahrenen Strassen, Problemquerschnitte dar, wenn es um die Berücksichtigung der Flächenansprüche des Veloverkehrs geht. Diese Problematik ist eine internationale, deshalb beinhaltet der erste Teile dieser Arbeit unter anderem auch einen Blick über die Grenzen. Dabei wird deutlich, dass es in anderen europäischen Ländern zum Teil schon Empfehlungen gibt, wie mit dieser Problematik beim Strassenentwurf umgegangen werden kann.

Die Beispielerhebung zum Thema kam zum erstaunlichen Ergebnis, dass in der Schweiz eine grosse Zahl von Städten und Gemeinden mit sogenannten *Kernfahrbahnen* oder mit *Schmalfahrbahnen* Lösungen zugunsten des Veloverkehrs gesucht und auch gefunden haben. Ein grosser Teil dieser Beispiele ist in der Arbeit dokumentiert.

Allerdings bestehen bezüglich der Einsatzmöglichkeiten, der Auswirkungen und auch bezüglich der rechtlichen Rahmenbedingungen von Kern- und Schmalfahrbahnen noch einige Unsicherheiten. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, diese Unsicherheiten auszuräumen und konkrete Empfehlungen hinsichtlich der Einsatzmöglichkeiten zu geben.

Dazu wurden 6 *Fallbeispiele* eruiert, von deren detaillierter Untersuchung Aufschlüsse zu einzelnen Fragestellungen erwartet werden konnten. Die Untersuchung erfolgte auf der Basis von selbst erhobenen Videodaten, die mit einer speziellen Software automatisch und interaktiv ausgewertet wurden. Auf diese Weise kamen sehr detaillierte und vergleichbare Aussagen zustande, z.B. zum Abstandsverhalten zwischen Velos und motorisiertem Verkehr in bestimmten Situationen oder Querschnitten. Daneben konnten die Videobilder natürlich zur visuellen Beurteilung von bestimmten Verkehrssituationen und –abläufen verwendet werden.

Die Untersuchung kommt bezüglich der *Kern- und Schmalfahrbahnen* zu folgenden Ergebnissen:

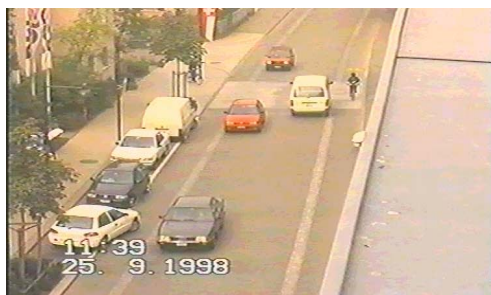
- sie sind im Rahmen bestehender gesetzlicher Regelungen grundsätzlich machbar
- sie zeigen positive Wirkungen bezüglich der Verkehrssicherheit
- sie werden vom motorisierten- und vom Veloverkehr akzeptiert
- sie zeigen positive Wirkungen hinsichtlich des subjektiven Sicherheitsempfindens von Velofahrenden
- sie sind leistungsfähig und flexibel
- Diese Vorteile von Kern- und Schmalfahrbahnen hängen natürlich von verschiedenen Bedingungen ab, zu denen die Arbeit u.a.folgende Definitionsversuche von Einsatzmöglichkeiten und Einsatzgrenzen gibt:
- Kernfahrbahnen zeigen bei Breiten von 5,45m (Landvogt Waser-Strasse Winterthur) bis hinunter zu Breiten von 4,6m (Bankstrasse Uster) bei Gesamtfahrbahnbreiten von 7,95m bis hinunter zu 7,5m bei Verkehrsbelastungen bis 10.000 Fz DTV und Schwerverkehrsanteilen bis zu 6% gute Ergebnisse hinsichtlich Verkehrsablauf und Verkehrssicherheit.

- Schmalffahrbahnen mit 2,8m Breite neben Radstreifen sind auch bei häufiger Buslinienfrequentierung und sehr hohen Verkehrsbelastungen (19.000 Fz DTV, Maihofstrasse Luzern) machbar.
- Kernfahrbahnen, die für das regelmässige Kreuzen zweier PW zu schmal sind (ca. 3,5m Breite), sind auch bei hohen Veloverkehrsanteilen möglich, wenn die Verkehrsbelastungen des motorisierten Verkehrs unter 5.000 Fz DTV liegen (Belpbergstrasse Münsingen).
- Radstreifenbreiten um und unter 1,1m sind unakzeptabel. Radstreifen sollten generell mindestens 1,25m breit sein. Im Verlauf von Längsparkständen sollen Radstreifen um oder über 1,5m breit sein. Eine Kombination von zu schmalen Radstreifen (unter 1,25m) neben schmalen (1,8m) Längsparkstreifen ist auf jeden Fall zu vermeiden.

Empfehlungen zur Ergänzung von Rechtsvorschriften sind betreffend des Strassenverkehrsgesetzes (SVG) und der Verkehrsregelnverordnung (VRV) ausformuliert.

Die Arbeit gibt im Kapitel *Empfehlungen zur Normierung* Hinweise zur Umsetzung der Forschungsergebnisse als Ergänzungen bestehender Normen und als inhaltlichen Beitrag zu einer neuen Norm zur Gestaltung von Anlagen des Radverkehrs.

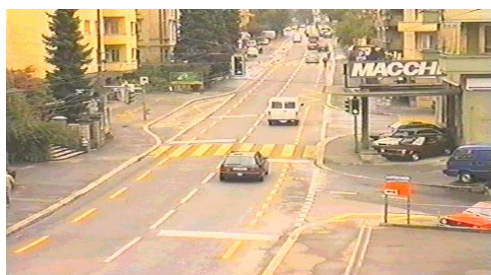
Die Untersuchungsergebnisse sind mit zahlreichen Videobildern visualisiert.



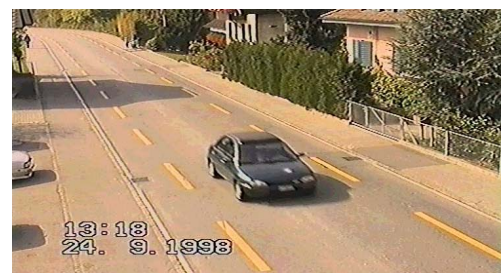
Bankstrasse Uster



Landvogt-Waser-Strasse Winterthur



Maihofstrasse Luzern



Belpbergstrasse Münsingen

Résumé

Pour des largeurs de route comprises entre 6 et 9 mètres, le profil en travers est problématique, particulièrement lorsque le trafic est élevé et qu'il s'agit d'accorder aussi un espace aux vélos. Cette problématique est d'ailleurs internationale. C'est pourquoi la première partie de cette recherche comporte entre autres aussi un regard en dehors des frontières. Il en ressort qu'il existe déjà, dans d'autres pays européens, des recommandations qui montrent comment on peut traiter cette problématique lors d'un projet routier.

Le recensement d'exemples sur ce thème a abouti à un résultat étonnant. En Suisse, de nombreuses villes ou communes ont cherché et trouvé des solutions pour le trafic cyclable à l'aide de chaussées à voie centrale banalisée ou de chaussées étroites. Une grande partie des exemples recensés est documentée dans le rapport.

Toutefois, par rapport aux possibilités d'application, aux effets ainsi qu'aux aspects juridiques, il subsiste encore quelques incertitudes pour les chaussées étroites ou à voie centrale banalisée. Le but de la présente recherche était d'éliminer ces incertitudes et de fournir des recommandations à l'égard des possibilités d'application.

Pour cela, 6 cas ont été sélectionnés à partir desquels on pouvait s'attendre à obtenir, après un examen détaillé, à trouver des réponses aux diverses questions. Les investigations se sont basées sur des prises de vue spécifiques en vidéo qui ont été dépouillées automatiquement et interactivement à l'aide d'un logiciel spécial. De cette manière, des relevés très détaillés et comparables ont été obtenus, p.ex. sur les distances entre les vélos et le trafic motorisé pour certains profils en travers et situations. Et en plus naturellement, les images vidéo peuvent être utilisées pour juger visuellement de certains enchaînements ou situations dans le trafic.

Pour les chaussées étroites ou à voie centrale banalisée, les investigations arrivent aux résultats suivants:

- elles sont en principe réalisables dans le cadre juridique existant
- elles ont des effets positifs sur la sécurité du trafic
- elles sont acceptées par le trafic motorisé et les cyclistes
- elles ont des effets positifs sur la sécurité ressentie subjectivement par les cyclistes
- elles offrent capacité et flexibilité

Ces avantages des chaussées étroites ou à voie centrale banalisée dépendent naturellement de diverses conditions, pour lesquelles la recherche s'est efforcée de définir les possibilités et les limites d'application:

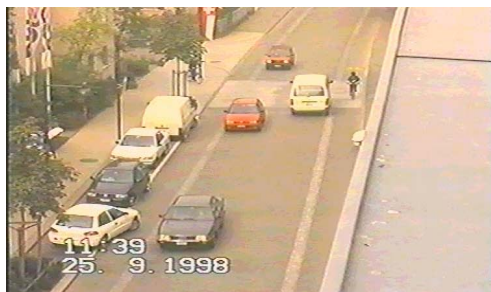
- Des voies centrales banalisées, d'une largeur de 5.45m (Landvogt Waser-Strasse à Winterthur) à 4.6m (Bankstrasse à Uster), pour une largeur totale de chaussée comprise entre 7.95m et 7.5m, avec des charges jusqu'à 10'000 vhc/jour et une proportion de poids lourds atteignant 6%, donnent de bons résultats du point de vue de l'écoulement de la circulation et de la sécurité du trafic.

- Des voies étroites d'une largeur de 2.8m à côté de bandes cyclables sont aussi réalisables, même en présence d'une ligne de bus à haute fréquence et d'une forte charge (19'000 vhc/jour, Maierhofstrasse à Lucerne).
- Des voies centrales banalisées, trop étroites pour le croisement normal de deux automobiles (environ 3.5m de large), sont aussi possibles avec un nombre élevé de cycles, pour autant que le trafic motorisé soit inférieur à 5'000 vhc/jour (Belpbergstrasse à Münsingen).
- Des bandes cyclables d'une largeur d'environ 1.1m ou moins sont inacceptables. Les bandes cyclables doivent avoir une largeur d'au moins 1.25m. Le long de stationnement longitudinal, elles doivent être d'environ 1.5m ou plus. La combinaison d'une bande cyclable étroite (moins de 1.25m) avec un stationnement longitudinal étroit (1.8m) doit absolument être évitée.

Des Recommandations pour compléter les prescriptions juridiques sont formulées tant pour la loi sur la circulation routière (LCR) que pour l'ordonnance sur les règles de la circulation routière (OCR).

Dans son chapitre Recommandations pour la normalisation, le rapport donne des indications pour la mise en pratique des résultats de la recherche sous forme de compléments aux normes existantes et de contenu d'une nouvelle norme sur la conception des aménagements cyclables.

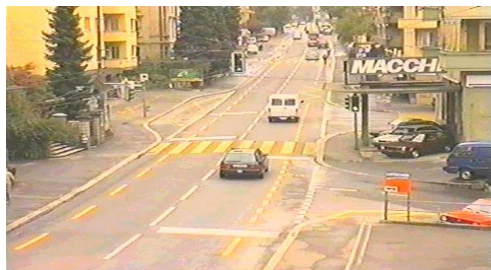
Les résultats de la recherche sont visualisés à l'aide de nombreuses images vidéo.



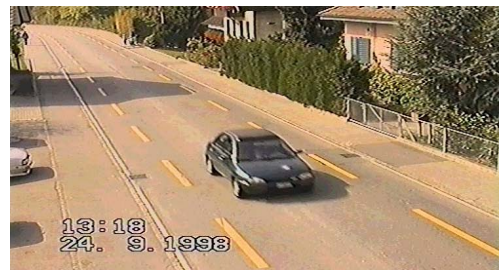
Bankstrasse Uster



Landvogt-Waser-Strasse Winterthur



Maihofstrasse Luzern



Belpbergstrasse Münsingen

Summary

Roadway widths between 6 and 9 meters present a number of interrelated problems when it comes to the consideration of the space requirements for cycle traffic, especially on busy streets. This problem is an international one, therefore the first part of this work contains, among other things, a look over the border. It becomes clear that there are existing guidelines in other European countries as to how this problem can be handled in road design.

A survey of examples on the topic comes to the astonishing result that a large number of cities and communities in Switzerland with so-called core lane roadways or with narrow-lane roadways have found solutions favorable for cycle traffic. A large number of these examples are documented in the work.

There are however, still some uncertainties with respect to the possible uses, the effects, and also with respect to the legal framework around core lane and narrow lane roadways. It is the goal of the present work to clear these uncertainties and to give concrete recommendations regarding the possible uses.

6 case-studies were investigated, the detailed examination of which could be expected to provide information on certain question areas. The study was based on its own video-data, that were automatically and interactively evaluated with a particular software. In this way very detailed and comparable results were achieved, such as for example, the behavior of cyclists and motorists in certain situations or cross-sections, and the distances they keep from one another. Beside that, the video-pictures could be used for the evaluation of certain traffic-situations and processes.

The study comes to the following conclusions with regard to the core lane roadway and narrow lane roadway solutions:

- They are basically feasible under the current legal framework.
- They both show positive effects with regards to traffic safety.
- They are accepted by motorists and cyclists alike.
- They positively influence the subjective perception of safety of the cyclists (feeling safe).
- They are efficient and yet flexible.

These advantages of core lane and narrow lane roadways depend naturally upon certain requirements. The study attempts definitions in terms of the possibilities and limits to use as highlighted below:

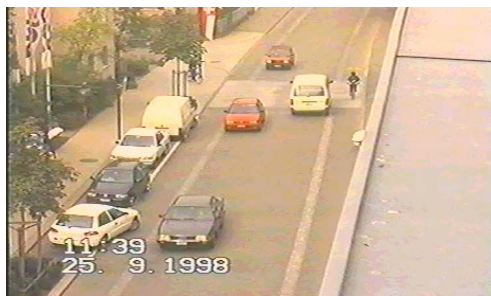
- Core lanes show satisfactory results with regard to traffic flow and traffic safety with widths of 5.45m (Landvogt Wasser-strasse Winterthur) down to widths of 4.6m (Bank-strasse Uster) using total roadway widths of 7.95m down to 7.5m, with up to 10'000 Fz DTV and a heavy vehicle proportion of up to 6%.

- Narrow lanes with a width of 2.8m next to cycle paths are also feasible, even with heavy bus frequency and very high general traffic volume (19'000 Fz DTV, Maihofstrasse Luzern).
- Core roadways which are too narrow for a regular occurrence of passing cars, (approx. 3.5m wide) will also work with a high frequency of cycle traffic as long as the motorised traffic proportion remains under 5000 Fz DTV (Belpbergstrasse Münsingen).
- Cycle lane widths around and under 1,1m are not acceptable. Cycle lanes should generally be at least 1.25m wide. Along parallel parking areas the cycle lanes should be around 1.5m or more. A combination of too-narrow cycles lanes adjacent to too-narrow parallel parking (under 1.8m) is to be avoided in all cases.

Recommendations for additional legal regulations concerning the street traffic laws (SVG) and the traffic regulation ordinance (VRV) are formulated.

The study devotes a chapter (Recommendations for Norms) to the practical application of the study's results in the form of recommendations for additions to existing norms and for a new norm for the design of cycle facilities.

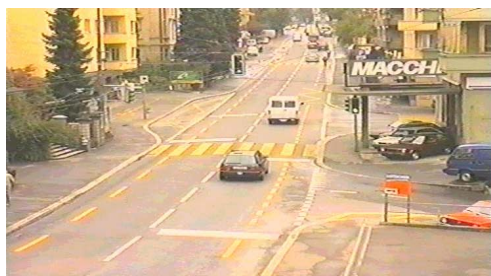
The study's findings are illustrated with numerous video frames.



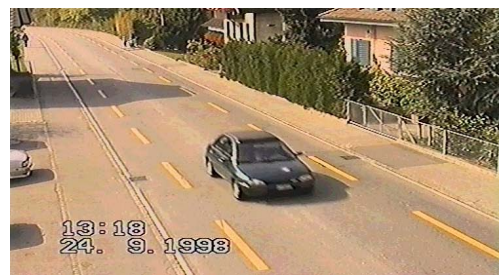
Bankstrasse Uster



Landvogt-Waser-Strasse Winterthur



Maihofstrasse Luzern



Belpbergstrasse Münsingen

Einführung

1 Ausgangslage und Forschungsauftrag

In der Strassenentwurfspraxis geht es häufig darum, auf beschränkter Fläche bei stark einengenden Randbedingungen möglichst optimale Lösungen für alle Strassenraumbenutzer zu finden.

Vor allem im städtischen Bereich sind Situationen die Regel, wo Rücksicht auf städtebauliche oder gestalterische Strassenraumelemente (z.B. Alleen, Vorgärten) eine seitliche Ausweitung der Verkehrsflächen ausschliesst oder auch aus verkehrspolitischen oder finanzpolitischen Zielsetzungen die Vorgabe resultiert, bei Umgestaltungsmassnahmen mit der bestehenden Verkehrsfläche auszukommen.

Die Breiten der seitlichen Fussgängerflächen sind oft sowieso knapp bemessen, so dass sich auch dort dann eine Inanspruchnahme verbietet.

Dem Bestreben nach Verkehrsartentrennung, vor allem nach Radstreifen, kann wegen der einschränkenden Randbedingungen nicht immer entsprochen werden bzw. entspricht unter Umständen gar nicht den Zielvorstellungen (z.B. Koexistenz). Bei zweibahnigen Querschnitten trifft dies insbesondere auf Fälle mit Fahrbahnbreiten zwischen 6 und 9 Metern¹ zu. Zahlreiche Städte und Gemeinden haben mit sogenannten "Kernfahrbahnen" Lösungsmöglichkeiten gesucht und gefunden. In Deutschland und den Niederlanden haben die Kernfahrbahnen bereits Berücksichtigung in die Strassenentwurfsnormen gefunden.

In der Schweiz besteht unter etwas anderen rechtlichen Rahmenbedingungen als z.B. in Deutschland Unsicherheit bezüglich der Einsatzmöglichkeiten von Kernfahrbahnen. Auswirkungen von Massnahmen, die trotz dieser Unsicherheit realisiert wurden (z.B. hinsichtlich Verkehrssicherheit), sind bisher nicht untersucht worden. Zum Thema liegen noch keine Forschungsarbeiten vor.

Kernfahrbahnen werden deshalb in der vorliegenden Arbeit untersucht, wobei der Schwerpunkt der Untersuchungen bei den Strassenkategorien Hauptverkehrsstrassen (HVS) und Verbindungsstrassen (VS) liegt. Für diese werden betrachtet:

- Mehrzwecklösungen, sog. "flexible Querschnitte" mit gestalterisch abgesetzten Mehrzweckstreifen beidseits
- "Kernfahrbahnen" mit seitlich aufmarkierten Radstreifen
- sogenannte "Schmalfahrbahnen" mit Mittelleitlinien

¹ z.B. 2 Fahrbahnen à 3m + 2 Radstreifen à 1.5m = 9m

Die Untersuchung von Schmalfahrbahnen wurde in Absprache mit der Begleitkommission zusätzlich in die Untersuchung aufgenommen, was mit erheblichem Mehraufwand verbunden war, der sich aber letztlich durch die Vergleichsmöglichkeiten rechtfertigte. In geringem Umfang wurde stattdessen auf die Beantwortung einiger ursprünglich formulierter Fragestellungen verzichtet, welche nachfolgend explizit aufgeführt sind. Begründungen für nicht vorgenommene Untersuchungsteile finden sich in Kap. 3.4.4 und 3.4.5.

Die Zielsetzung der Arbeit besteht darin, auf die folgenden konkreten und praxisrelevanten Fragen Antworten zu geben:

- Wie sind sog. 'Kernfahrbahnen' oder 'flexible Querschnitte' zu beurteilen hinsichtlich der Verkehrssicherheit, vor allem der des Veloverkehrs (objektive und subjektive Sicherheit)?
- Wo sind die Einsatzgrenzen solcher Lösungen (baulich, verkehrsmengenmässig, Schwerverkehrsanteil, Sichtweiten, Seitenparkierung etc.)? Welche Kreuzungsfälle müssen auf der "Kernfahrbahn" abgewickelt werden können?
- Wie sind diese Lösungen verkehrsrechtlich zu beurteilen (mögliche Konfliktfälle, v.a. hinsichtlich der Vortrittsregelung)?
- Welche Gesetze, Verordnungen u.ä. müssten geändert werden und wie, um eine klare Rechtsgrundlage für Kernfahrbahnen zu schaffen?
- Welches sind die Gestaltungsspielräume?
- Besteht weitergehender Forschungsbedarf?

In der ursprünglich formulierten Zielsetzung der Arbeit waren darüber hinaus noch folgende Fragestellungen enthalten, auf die im Verlauf der Bearbeitung nicht mehr näher eingegangen wurde:

- Ist eine Kombination mit anderen Massnahmen sinnvoll (z.B. generelle Tempobeschränkungen, Verkehrsberuhigungsmassnahmen)?
- Wie verträgt sich die Idee "Kernfahrbahnen" mit anderen Tendenzen (CEMT) die darauf hinauslaufen, dass Radstreifen grundsätzlich nur noch für den Radverkehr benutzbar sein sollten (Radwege statt Radstreifen)?
- Wie müsste hinsichtlich Radstreifen auf solche Tendenzen reagiert werden?
- Gibt es Alternativen zu Kernfahrbahnen mit gleicher Wirkung?
- Wie sind solche Lösungen gegen andere mit ähnlicher Stossrichtung (z.B. Fahrradstrassen, 'aufgegliederte' Veloführung) abzugrenzen?

Darüber hinaus gibt die Forschungsarbeit einen Überblick über den Stand der Forschung (Schweiz und angrenzendes Ausland) sowie Empfehlungen zur Ausführung, Gestaltung, zur Normierung und Gesetzgebung.

2 Definitionen und Begriffe

2.1 Begriff Kernfahrbahn und synonyme Begriffe

Als Kernfahrbahnen werden solche Teile von Fahrbahnen verstanden, die durch Signalisation (Markierung) oder mit gestalterischen Mitteln (z.B. Materialunterschiede) ausgetrennt werden. Sie stehen vorrangig dem motorisierten Verkehr zur Verfügung; ihre Breite reicht aber nicht aus, um die Begegnungen aller Fahrzeug-Kategorien zu gewährleisten. Kernfahrbahnen weisen keine Leitlinie auf. Beidseits der Kernfahrbahnen liegen flexibel nutzbare Bereiche oder Velostreifen. Letztere werden nachfolgend in Übernahme der Begriffsregelung in Art.1 der Verkehrsregelnverordnung immer als *Radstreifen* bezeichnet.

Der Schweizer Begriff der "Kernfahrbahn" geht von der Fläche aus, die dem motorisierten Verkehr als Normalverkehrsfläche zur Verfügung steht. Die ausländischen Begriffe hingegen bezeichnen immer die Fahrbahnanteile, die vorrangig dem Veloverkehr zur Verfügung stehen sollen.

In Deutschland waren dafür die Begriffe des "Angebotsstreifens", der "Radspur" oder "Radfahrspur" geläufig, welche dann in der ab 1.8.1995 geltenden Fassung der STVO vom neuen Begriff "Schutzstreifen" abgelöst wurden. In Österreich wird von "Mehrzweckstreifen" gesprochen (die z.B. in Deutschland wiederum eine ganz andere Bedeutung haben). Aus den Niederlanden ist in den deutschen Sprachgebrauch der Begriff "Suggestivstreifen" als Vorläufer des Angebotsstreifens "importiert" worden. Der deutsche Schutzstreifen kommt von seiner Definition und Gestaltung dem schweizerischen Radstreifen am nächsten, während der deutsche "Radstreifen" immer eine Einfärbung aufweist und nicht vom motorisierten Verkehr befahren werden darf.

2.2 Begriffsabgrenzung: Schmalfahrbahnen-Kernfahrbahnen

Die Voruntersuchungen zu dieser Forschungsarbeit haben ergeben, dass zahlreiche Beispiele vorzufinden sind, die von ihrer Gesamtfahrbahnbreite her den Kernfahrbahnen zuzurechnen wären, aber Leitlinien aufweisen. Solche Fälle wurden in Absprache mit der Begleitkommission in die Untersuchung einbezogen, weil Rückschlüsse und Vergleiche hinsichtlich des Fahrverhaltens beim motorisierten Verkehr erwartet werden. Nachfolgend wird also unterschieden in:

- Schmalfahrbahnen (mit Leitlinie)
- Kernfahrbahnen (ohne Leitlinie)

2.3 Überholen und Vorbeifahren

Im Strassenverkehrsgesetz (SVG) werden die Verkehrsvorgänge "Überholen" und "Vorbeifahren" unterschieden. Das Überholen ist in Anlehnung an Art. 35 SVG und Art. 10 der Verkehrsregelnverordnung (VRV) durch ein Verlassen des Fahrstreifens, ein Aus-schwenken und ein Wiedereinschwenken gekennzeichnet. Ein Vorbeifahren erfolgt dagegen kontinuierlich ohne starke Veränderungen der Fahrtrichtung.

2.4 Verkehrsmengen

Verkehrsmengen sind als durchschnittliche tägliche Verkehrsmengen (DTV) oder als Spitzenstundenwerte (Sp-h) angegeben. Wenn nichts anderes angegeben ist, beziehen sich diese Angaben immer auf den Gesamtquerschnitt.

2.5 Abmessungen von Fahrstreifen

Breitenangaben von markierten Fahrbahnen bzw. von markierten Fahrstreifen (z.B. Velostreifen) sind immer auf die Mitte der Markierungen bezogen.

2.6 Seitenabstände

Breitenangaben zu Seitenabständen zwischen Velos und Fahrzeugen beziehen sich auf den Abstand zwischen den Reifenaufttrittsflächen auf Fahrbahnniveau.

3 Methodisches Vorgehen

3.1 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit gliedert sich in:

Voruntersuchung (Kapitel 4-7)

Hauptuntersuchung (Kapitel 8-9)

Resultate (Kapitel 10-14)

3.2 Arbeitsschritte

Der Untersuchungsablauf wurde vor Beginn der Arbeit in 6 Hauptarbeitsschritte aufgeteilt (während der Bearbeitung ergaben sich einige Modifikationen im Ablauf, die gekennzeichnet sind und zum Teil unter 3.4 beschrieben sind):

- | | |
|-----------|--|
| Schritt 1 | <ul style="list-style-type: none">• Durchführung einer schriftlichen Umfrage bei städtischen und kantonalen Tiefbauämtern zur Evaluation geeigneter Untersuchungsbeispiele• Erstellung von Fragebögen, Versand, tel. Nachfrage, Rückmeldungen, Auswertung• Auswertung von Fachliteratur und weiterer Quellen hinsichtlich Beispielevaluation und Erfahrungen• Aufbereitung der Beispiele und Erfahrungen• Sitzung Begleitkommission |
| Schritt 2 | <ul style="list-style-type: none">• Typisierung der auftretenden Fälle• Formulieren von nutzerbezogenen Anforderungen (Beurteilungskriterien)• Eingrenzen der Aufgabenstellung für Fallstudien• Auswahl geeigneter Beispiele (Grössenordnung: 5) für Fallstudien
<i>(es wurden schliesslich 6 statt 5 Fallbeispiele ausgewählt)</i>• Kurzdokumentation von Beispielen• Sitzung Begleitkommission |
| Schritt 3 | <ul style="list-style-type: none">• Vor-Ort-Messungen und Aufnahmen der Fallstudien-Beispiele mittels des Verkehrs-Analysesystems VIVA• Befragung der Benutzer (Velofahrende, FussgängerInnen) und/oder von Experten
<i>(auf diesen Arbeitsschritt wurde verzichtet, siehe 3.4.4)</i>• Analyse der Fallstudien-Beispiele<ul style="list-style-type: none">– Lage im Netz– Verkehrsmengen motorisierter Verkehr und Velo– Städtebauliche Situation– Randnutzungen– Verkehrssicherheit (Unfallanalyse) |
| Schritt 4 | <ul style="list-style-type: none">• Auswertung der Messergebnisse mittels VIVA hinsichtlich<ul style="list-style-type: none">– Geschwindigkeiten motorisierter Verkehr– Geschwindigkeiten Veloverkehr– Seitenabstände zwischen Velos und motorisiertem Verkehr im Längsverkehr, mit und ohne Gegenverkehr |

- Gegenverkehrsverhalten und Abstände im Begegnungsverkehr des motorisierten Verkehrs
- Fahrverhalten Velos
- Fahrverhalten PW und LW
- Querungsverhalten Fussgänger
- Konflikte öffentlicher Verkehr – Velo
- Seitenabstände bei Längsparkierung
- Bewertung der Analysen und Messergebnisse
- Sitzung Begleitkommission
- Schritt 5
 - Gesamtbewertung und Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen
 - Prüfung der Übertragbarkeit und Allgemeingültigkeit
 - Formulierung von Empfehlungen zur Ausführung und Gestaltung
 - Formulierung von Empfehlungen zur Normung und Gesetzgebung
 - Darstellung offener Fragen
- Entwurf Schlussbericht
- Schritt 6
 - Sitzung Begleitkommission
 - Überarbeitung Schlussbericht

3.3 Videogestützte Situationsbeurteilung und computergestützte Videoauswertung

Zur Durchführung der Untersuchung wurden Videoaufnahmen der ausgewählten Fallbeispiele verwendet, die vor Ort gemacht und später grösstenteils mit dem VideoVerkehrsanalysesystem VIVA (siehe Anhang C) bearbeitet wurden. Insgesamt wurden fast 40 Stunden Videoaufnahmen ausgewertet. Die Erfassung von Verkehrssituationen mittels Videoaufnahmen weist gegenüber herkömmlichen Beobachtungsmethoden einige Vorteile auf, die auch für die vorliegende Arbeit genutzt wurden und unabhängig von einer direkten Verarbeitung der Videodaten sind:

- “Reproduzierbarkeit” der Situation, dadurch bessere Auswertbarkeit
- Möglichkeit der nachträglichen Auswertung
- Registrierung unvorhersehbarer Situationen
- Kontinuität der Beobachtung
- Jederzeitige, nachträgliche Überprüfbarkeit
- “Ungestörtheit” der Auswertung
- Auflösbarkeit komplexer Verkehrsabläufe in Einzelvorgänge

Diesen Vorteilen standen einige wenige Probleme gegenüber, die gemeistert werden mussten. Zu nennen sind schlechte Witterungsbedingungen im Sommer 1998 und punktuell Schwierigkeiten, optimale (hohe und fahrbahnahe) Kamerastandorte zu finden.

3.4 Modifikationen im geplanten Untersuchungsumfang

3.4.1 Zusätzliche Vorher-Nachher-Untersuchungen

Durch besondere Umstände war es möglich, Beispiele in Uster und in Münsigen zumindest in Teilaspekten im Vorher-Nachher Vergleich zu untersuchen. Während der Bearbeitungszeit des Forschungsauftrages bot ausserdem das Tiefbauamt der Stadt Luzern an, eine Fahrbannummarkierung zu Schmalfahrbahnen mit Radstreifen vorzunehmen. Auch hier konnte also ein Vorher-Nachher-Vergleich im Fahr-, Geschwindigkeits- und Abstandsverhalten vorgenommen werden. Aus solchen Vergleichen wurden direkte Erkenntnisse zu den Positiv- oder Negativeffekten erwartet. Die sich bietende Chance wurde deshalb genutzt und das ursprüngliche Forschungsprogramm dahingehend erweitert.

3.4.2 Einbezug von Beispielen mit Leitlinienmarkierung

In Kap. 2.2 wurde eine Abgrenzung zwischen Kern- und Schmalfahrbahnen definiert. Schmalfahrbahnen werden in der Fahrbahnmitte durch eine Leitlinie voneinander abgegrenzt und seitlich durch die Radstreifenmarkierung. Sie stellen also genau genommen keine Misch- sondern eine Trennform dar. Trotzdem werden Beispiele mit Leitlinien (Schmalfahrbahnen) in die Untersuchung einbezogen, weil daraus zusätzliche Erkenntnisse zum Fahr- und Spurverhalten erwartet werden. Der Schwerpunkt der Untersuchung liegt aber bei den "echten" Kernfahrbahnen, und dort eher bei denen mit geringer Gesamtbreite (bis 8m).

3.4.3 Einbezug der Unfalldaten

An eine Untersuchung der Unfallbilanzen war ursprünglich aus Aufwandsgründen nicht gedacht. In Zusammenhang mit den Vorher-Nachher-Vergleichen wurden nachträglich die Unfallzahlen von 5 der 6 Fallbeispiele ausgewertet (Ergebnisse unter 9.7).

3.4.4 Verzicht auf Befragung von Verkehrsteilnehmenden

Auf eine Befragung von Verkehrsteilnehmenden, wie dies im ursprünglichen Arbeitsprogramm vorgesehen war, wurde aus folgenden Gründen verzichtet:

- die Befragung hätte unmittelbar an der Beobachtungsstelle (Standort Videokamera) stattfinden müssen; dabei wäre der übrige Untersuchungsablauf u.U. gestört worden,
- die Verkehrsteilnehmenden (Velofahrende und evtl. PW-LenkerInnen) hätten angehalten werden müssen; eine intensive Form der Befragung wäre nötig gewesen; dies hätte nicht auf der Strasse erfolgen können, sondern es wären zusätzliche Hausbesuche nötig geworden,
- der Aufwand für eine genügend grosse Stichprobe wäre mit diesen Einschränkungen zu gross geworden².

² Die Randbedingungen wurden mit einem Soziologen der Hochschule Rapperswil besprochen

In der Fachliteratur ist die Aussagekraft von Befragungen zur Ermittlung des Befindens umstritten:

- *Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass Untersuchungsteilnehmer immer wahrheitsgemäss antworten, es ist eher anzunehmen, dass im Sinne von "sozialer Erwünschtheit" geantwortet wird, und damit nur sozial akzeptiertes Verhalten erfasst werden kann. Darüber hinaus kann eine Einflussnahme des Interviewers (Rosenthaleffekt) auch unbewusst wirksam werden und Befragungsergebnisse verfälschen (BAST, 1997 [17]).*
- *Mit Hilfe einer Befragung kann nur bewusstes, verbal vermittelbares Verhalten erfasst werden. Unbewusst und automatisch ablaufendes Verhalten entzieht sich damit einer Erfassung. (Broadbent, 1990 [12]).*
- *Gefahren, die entweder bewusst nicht erkannt werden, oder zwar wahrgenommen, nicht aber begründet werden können, werden nicht verbalisiert (Broadbent, 1990)*

Befragungsergebnisse können aber, genau wie Unfallauswertungen, ein Baustein zu Beurteilung der Sicherheit oder Unsicherheit einer bestimmten Situation sein. Im Kapitel 9.6 sind Befragungsergebnisse aus ausländischen Untersuchungen zu Kernfahrbahnen dokumentiert.

3.4.5 Verzicht auf weitergehende Vergleiche mit anderen Formen der Führung des Radverkehrs

In der ursprünglichen Zielsetzung der Arbeit werden auch Vergleiche mit anderen Formen zur Führung des Radverkehrs aufgeführt, welche vor allem in der Bundesrepublik Deutschland vorzufinden sind. Insbesondere war dabei an die sogenannte "aufgegliederte Führung", d.h. die teilweise Mitbenutzbarkeit des Gehweges für Velos gedacht, zum anderen an sogenannte "Fahrradstrassen" mit einer weitgehenden Bevorrechtigung des Radverkehrs. Im Zuge der Bearbeitung zeigte sich, dass solche Vergleiche sehr weit führen würden, entsprechende Beispiele in der Schweiz fehlen und ein Vergleich für das Hauptthema unverhältnismässig aufwendig und dabei wenig zielführend für die Hauptthematik sein würde. Deshalb wurde zugunsten anderer und wesentlicherer Auswertungen auf solche weitergehenden Vergleiche verzichtet.

Voruntersuchung

4 Rechtliche Aspekte

4.1 Schweiz

Die wesentlichen Rechtsgrundlagen zur Beurteilung der Kernfahrbahnen in rechtlicher Hinsicht sind:

- Strassenverkehrsgesetz (SVG) vom 19.12.58; Stand 4.8.98
- Verkehrsregelnverordnung (VRV) vom 13.11.62; Stand 4.8.98
- Signalisationsverordnung (SSV) vom 5.9.79; Stand 19.5.98

Im SVG sind Grundsätze formuliert, die z.B. auch auf Kernfahrbahnen Anwendung finden:

Das Rechtsfahrgebot (Art. 34,1)

Das Rechtsfahrgebot ist so formuliert, dass Fahrzeuge sich *möglichst an den rechten Strassenrand* zu halten haben. Wenn aber Radstreifen markiert sind, stellt diese Formulierung bei wörtlicher Auslegung einen Widerspruch dar zu Art. 40,3 der VRV, in dem die Befahrbarkeit des Radstreifens durch andere Fahrzeuge eingeschränkt wird (siehe dort)³.

Die Rücksichtnahme (Art. 34,3)

Bei allen Änderungen der Fahrtrichtung, beim Abbiegen, Überholen, Einspuren und beim Fahrstreifenwechsel, muss auf den *Gegenverkehr* und auf *nachfolgende Fahrzeuge Rücksicht* genommen werden. Dieser Grundsatz gilt natürlich auch gegenüber Radfahrenden auf dem Radstreifen.

Der Sicherheitsabstand (Art. 34,4)

Gegenüber allen Strassenbenützern ist ausreichender Abstand zu wahren, namentlich beim Kreuzen und Überholen sowie beim Neben- und Hintereinanderfahren. In diese Regelung sind natürlich auch wieder die Velofahrenden auf dem Radstreifen eingeschlossen.

Besondere Rücksichtnahme beim Überholen (Art. 35)

Offenbar war dem Gesetzgeber bei Überholvorgängen die Sicherheit und Konfliktfreiheit ein besonderes Anliegen, deshalb ist dafür nochmals eine besondere Rücksichtnahme auf alle anderen Verkehrsteilnehmenden gefordert:

³ Anmerkung ASTRA:

Die relativ offene Formulierung im SVG (möglichst) relativiert den hier erwähnten Widerspruch zwischen den Bestimmungen. Das Rechtsfahrgebot wird im weiteren auch durch Art. 8 Abs. 4 VRV relativiert. Danach müssen Motorfahrzeuge links und Radfahrer rechts fahren, wenn mehrspurige Motorfahrzeuge und Radfahrer denselben Fahrstreifen benützen.

Art. 35,2: Überholen und Vorbeifahren an Hindernissen ist nur gestattet, wenn der nötige Raum übersichtlich und frei ist und der Gegenverkehr nicht behindert wird. Im Kolonnenverkehr darf nur überholen, wer die Gewissheit hat, rechtzeitig und ohne Behinderung anderer Fahrzeuge wieder einbiegen zu können.

Art. 35,3: Wer überholt, muss auf die übrigen Strassenbenützer, namentlich auf jene, die er überholen will, besonders Rücksicht nehmen.

Art. 35,4: In unübersichtlichen Kurven, auf und unmittelbar vor Bahnübergängen ohne Schranken sowie vor Kuppen darf nicht überholt werden, auf Strassenverzweigungen nur, wenn sie übersichtlich sind und das Vortrittsrecht anderer nicht beeinträchtigt wird.

In der VRV werden Begriffe definiert und die Verhältnisse der einzelnen Verkehrsteilnehmenden untereinander geregelt.

Fahrstreifen (Art. 1,5)

Fahrstreifen sind markierte Teile der Fahrbahn, *die für die Fortbewegung einer Fahrzeugkolonne Raum bieten*. Daraus folgt, dass Radstreifenmarkierungen auch Fahrstreifenbegrenzungen darstellen.

Radwege (Art. 1,6)

Radwege sind die für Radfahrer bestimmten, von der Fahrbahn durch bauliche Massnahmen getrennten und entsprechend signalisierten Wege.

Radstreifen (Art. 1,7)

Radstreifen sind die für Radfahrer bestimmten Fahrstreifen, die normalerweise durch gelbe unterbrochene oder ausnahmsweise durch ununterbrochene Linien gekennzeichnet sind.

Motorfahrzeuge und Fahrräder im selben Fahrstreifen (Art. 8,4)

Sind keine Radstreifen markiert, ist trotzdem eine entsprechende Fahrbahnaufteilung vorgesehen: *Benützen mehrspurige Motorfahrzeuge und Radfahrer denselben Fahrstreifen, so müssen die Motorfahrzeuge links, die Radfahrer rechts fahren. Auf Fahrstreifen, die das Linksabbiegen gestatten, können Radfahrer vom Gebot des Rechtsfahrens abweichen.*

Vortrittsregelung (Art. 14)

Radfahrende sind den anderen Verkehrsteilnehmenden hinsichtlich des Vortritts gleichgestellt, sowohl was Rechte, als auch was Pflichten angeht (Art. 14,4). Aber auch in Situationen ohne geregeltes Vortrittsrecht muss auf andere Verkehrsteilnehmende Rücksicht genommen werden (Art. 14,5).

Benutzung von Radstreifen (Art. 40)

Radstreifen dürfen auch von anderen Fahrzeugen befahren werden, sofern dadurch der Radverkehr nicht behindert wird. Hierin liegt ein wesentlicher Unterschied zum Radweg, der grundsätzlich den Radfahrern vorbehalten ist. Aus dem Behinderungsausschluss folgt das Vortrittsrecht für Radfahrer auf dem Radstreifen. Dass auf dem Radstreifen nur im Richtungsverkehr und - von Ausnahmen abgesehen - hintereinander zu fahren ist, ergibt sich aus dessen Eigenschaft als Fahrbahnbestandteil und aus den Vorschriften des Art.

46,2 SVG sowie Art. 43 VRV. Das SVG (Art. 46,1) verpflichtet die Radfahrer zur Benützung der Radwege und -streifen. Das Parkieren auf Radstreifen ist untersagt, das Anhalten nicht; auf Radwegen ist beides verboten (VRV Art. 19).

Die SSV regelt die Details der Signalisation und Markierung.

Markierung von Radstreifen (Art. 74,5)

Radstreifen werden durch eine unterbrochene oder ununterbrochene, gelbe Linie abgegrenzt. Die ununterbrochene Linie darf weder überfahren noch überquert werden. Auf Verzweigungsflächen dürfen Radstreifen nur markiert werden, wenn den einmündenden Fahrzeugen der Vortritt entzogen ist. Für die Benützung der Radstreifen gilt im übrigen Artikel 40 VRV.

Art. 74,7:

Auf Radwegen und Radstreifen können das Symbol eines Fahrrades sowie Fahrtrichtungs- oder Einspurpfeile in gelber Farbe aufgemalt werden.

4.2 Vergleich mit anderen europäischen Ländern

4.2.1 Deutschland

Am 1. September 1997 trat die neue Strassenverkehrsordnung (StVO) in Kraft einschliesslich der dazugehörigen Verwaltungsvorschrift (VwV-StVO). Damit wurden die verkehrsrechtlichen Grundlagen für die planerischen Lösungsvorschläge der Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA 95, siehe Kap. 5.2) geschaffen. In der neuen StVO wurde u.a. die Radwegebenutzungspflicht neu geregelt. Danach unterstehen nur noch solche Radverkehrsanlagen der Benützungspflicht, welche mit einem Verkehrszeichen als *Sonderweg* für den Radverkehr gekennzeichnet sind. Zu diesen Sonderwegen für den Radverkehr zählen auch auf der Fahrbahn markierte *Radfahrstreifen*. Neu in die StVO aufgenommen wurden die *Schutzstreifen* (identisch mit den Angebotsstreifen der ERA, s. Kap 5.2). Bei diesen handelt es sich um auf der Fahrbahn markierte Radverkehrsanlagen, die nicht der Benützungspflicht unterliegen, auf denen aber das allgemeine Rechtsfahrgebot gilt. Der Radverkehr darf also bei vorhandenen Schutzstreifen auch die Fahrbahn benutzen.

Führungsart des Radverkehrs	Benutzungspflicht	ohne Benutzungspflicht
Baulich ausgeführte Radverkehrsanlage	Radweg (Z 237)	„anderer“ Radweg -
Vom Gehweg getrennte Radverkehrsanlage	getrennter Fuß- und Radweg (Z241)	„anderer“ Radweg -
Auf der Fahrbahn markierte Radverkehrsanlage	Radfahrstreifen (Z237), (Z295)	Schutzstreifen (Z 340) (allgemeines Rechtsfahrgebot)
Gemeinsame Führung mit Omnibussen des Linienverkehrs	nein	Sonderfahrstreifen für Linienomnibusse (Z 245+ 1022-10)
Gemeinsame Führung mit Fußgängern	Gemeinsamer Fuß- und Radweg (Z 240)	Gehweg/Radfahrer frei (Z 239+ 1022-10)
Zweirichtungsverkehr	Zweirichtungsradweg (Z 240, Z 237, Z 241)	nein

Tab. 1: Übersicht über die Führungsarten des Radverkehrs nach STVO

Quelle: Alrutz, 1998; Lit. [2]

Schutzstreifen können unter bestimmten Voraussetzungen auf der Fahrbahn markiert werden, wenn die Anlage benutzungspflichtiger Radwege oder Radfahrstreifen nicht möglich ist. Sie eignen sich deshalb vor allem für Strassen mit relativ engen Querschnitten. Für den Regelfall der Anwendung werden in der VwV-StVO recht enge Einsatzbereiche genannt. So sollte der Schutzstreifen 1.60m, mindestens aber 1.25m breit sein und die restliche Fahrbahnbreite zwischen 4.50m und 5.50m liegen. Die Unterbrechung des Schutzstreifens im Einmündungsbereich (Abb. 1) entspricht den Vorgaben der VwV-StVO.

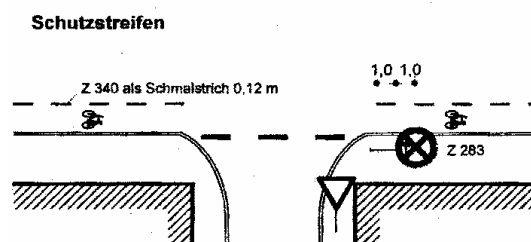


Abb. 1: Schutzstreifen nach VwV-StVO

Quelle: Alrutz, 1998; Lit. [2]

4.2.2 Niederlande

In den Niederlanden werden Angebots-, Schutz- oder Mehrzweckstreifen als *Suggestivstreifen* bezeichnet. Suggestivstreifen sind keine Radverkehrsanlagen im eigentlichen Sinne (vgl. Schutzstreifen Deutschland) deshalb gilt auch kein integriertes Parkverbot.

4.2.3 Österreich

In der Novelle zur österreichischen StVO vom 10.10.1994 wurden neu die sogenannten "Mehrzweckstreifen" eingeführt" (§ 2 Abs. 1 Ziffer 7a). Bei diesen handelt es sich um:

... einen Radfahrstreifen oder ein Abschnitt eines Radfahrstreifens, der unter besonderer Rücksichtnahme auf die Radfahrer von anderen Fahrzeugen befahren werden darf, wenn für diese der links an den Mehrzweckstreifen angrenzende Fahrstreifen nicht breit genug ist oder wenn das Befahren durch Richtungspfeile auf der Fahrbahn für das Einordnen zur Weiterfahrt angeordnet ist.

Die Trennung von der übrigen Fahrfläche erfolgt durch eine *Warnlinie*⁴. Im Gegensatz zu den Mehrzweckstreifen sind die *Radfahrstreifen* gemäss STVO *ausschliesslich* dem Veloverkehr vorbehalten und dürfen vom motorisierten Verkehr nur punktuell und an entsprechend markierten Stellen überfahren werden. Radfahrstreifen werden durch Fahrradpiktogramme gekennzeichnet und durch eine sogenannte *Sperrlinie* abmarkiert.

4.3 Zusammenfassung

Die schweizerischen Regelungen für Radstreifen entsprechen hinsichtlich den Mitbenutzungsregelungen durch den motorisierten Verkehr, den Parkverbotsregelungen, dem Rechtsfahrgebot und hinsichtlich der Art der Markierung mit unterbrochener Linie den deutschen Schutzstreifen und den österreichischen Mehrzweckstreifen. Sie unterscheiden sich aber im Benutzungszwang, der bei den Schutzstreifen nicht besteht. Auf den niederländischen Suggestivstreifen gibt es kein Parkverbot. Die gelbe Markierung der Radstreifen stellt eine schweizerische Besonderheit dar.

⁴ ausserorts: 6m Strich, 1.5m Lücke
innerorts: 1.5m Strich, 1.5m Lücke (BodenmarkierungsVO 1995)

5 Normen und Empfehlungen

5.1 Schweiz

Die 1994 revidierte VSS-Norm 640 060 (leichter Zweiradverkehr, Grundlagen) beschreibt Verkehrsverhalten des Zweiradverkehrs, Anforderungen an Anlagen und Routentypen. Sie stellt damit eine gute Bearbeitungsgrundlage zur Typisierung und Bewertung von Radverkehrsanlagen dar und gibt Einsatzempfehlungen. Kernfahrbahnen o.ä. tauchen nicht speziell auf.

Darüber hinaus existieren eine Reihe kantonaler Richtlinien für Radverkehrsanlagen (s. beispielsweise Lit. [10], [31], [32])

Grundabmessungen und nötige Lichtraumprofile des Radverkehrs werden in der VSS-Norm 640 201 definiert (Abb.2):

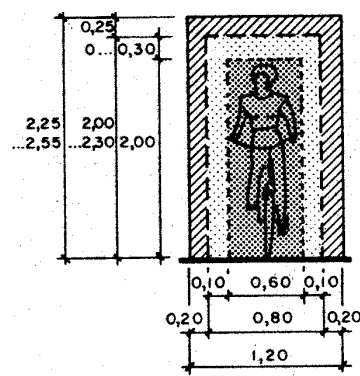


Abb. 2: Lichtraumprofil der leichten Zweiräder

Quelle: VSS 1992; Lit. [43]

Grundabmessungen eines Velofahrenden:	0,60m
Bewegungsspielraum:	0,10m rechts
	0,10m links
Sicherheitszuschlag	0,20m rechts
	0,20m links
Lichtraumprofil Velo	1,20m
Zuschläge für Steigungen, je nach Mass der Steigung	0,20m....0,40m
Kurvenfahrt	ohne Massangabe
Mauern, Häusern etc.	0,25m
Begegnungsfälle in Abhängigkeit vom schnelleren Fahrzeug	0.....0,50m

Nach Norm könnte das Minimalmass für einen Radstreifen demnach mit 1,2m definiert werden; das Maximalmass läge bei ca. 1,7m. Für die Vorbeifahrt an Längsparkständen wird in der Norm keine Zuschlagsangabe gemacht.

5.2 Deutschland

In Deutschland wurden im Themenbereich des Strassenentwurfes seit 1985 die bis dahin bestehenden *Richtlinien* durch eine neue Generation von *Empfehlungen* ersetzt. Die Hinweise zu den Einsatzbereichen von Kernfahrbahnen wurden dabei immer weiter konkretisiert:

- [19] *Empfehlungen für die Anlage von Erschliessungsstrassen (EAE 85/93)*
Köln, 1985/95
- [20] *Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstrassen (EAHV 93)*
Köln, 1993
- [21] *Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA 95)*
Köln, 1995

In den EAE (1985) ist unter dem Titel "Radfahrstreifen" bereits vermerkt:

Radstreifen können an Sammelstrassen und höherrangierten Strassen zweckmässig sein, wenn Störungen durch ein- und ausparkende Kraftfahrzeuge selten sind, die Führung des Radverkehrs auf der Fahrbahn aus Sicherheitsgründen abzulehnen ist und strassenbegleitende Radwege bei hohen Nutzungsintensitäten in den Seitenräumen zu Problemen mit den Fussgängerkehr führen würden.

Eine nutzbare Breite von $\geq 1.60\text{m}$ erlaubt das Überholen von Radfahrern untereinander. Steht nur die nutzbare Mindestbreite von 1.25m zur Verfügung, so kommt als Alternative auch die Führung des Radverkehrs auf der Fahrbahn (ohne Benutzungspflicht) in Betracht.

Die EAHV (1993) führt dann im Kapitel "Radverkehr auf der Fahrbahn" den Begriff der *optisch gegliederten zweistreifigen Fahrbahnen* ein (in unserer Definition gehören diese zu den Kernfahrbahnen):

Zweistreifige Fahrbahnen können zur Führung des Radverkehrs geeignet sein, wenn

- *im Kraftfahrzeugverkehr nutzungsverträgliche Geschwindigkeiten (etwa $v_{85} < 50\text{km/h}$) erreichbar sind,*
- *auch in den Hauptverkehrszeiten nur mittlere Verkehrsstärken und geringe Schwerverkehrsstärken (bis zu 1200 Kfz/h im Querschnitt) auftreten.*

Optisch gegliederte zweistreifige Fahrbahnen können zur Führung des Radverkehrs zweckmässig sein, wenn

- *die Fahrbahnseitenstreifen $\geq 1.25\text{m}$ breit sind,*
- *die Oberfläche der Fahrbahnseitenstreifen gut befahrbar ist,*
- *zwischen der Fahrgasse und den Fahrbahnseitenstreifen keine Höhenunterschiede bestehen,*
- *die Stärke des Linienbus- und Schwerlastverkehrs gering ist,*
- *auf der Fahrbahn selten geparkt wird,*
- *der ruhende und liefernde Kraftfahrzeugverkehr in Parkbuchten oder auf Parkständen in den Seitenräumen untergebracht werden kann und*
- *Ein- und Ausparkvorgänge aufgrund der Nutzungsintensitäten im Umfeld selten sind.*

Da die Fahrbahnseitenstreifen allen Fahrzeugarten zur Verfügung stehen, sollen sie nicht rot eingefärbt werden. Eine Benutzungspflicht für Radfahrer ergibt sich nur aus dem allgemeinen Rechtsfahrgebot.

In der ERA tauchen dann im Kapitel "Streckenabschnitte innerörtlicher Hauptstrassen" unter der Überschrift "Mischverkehr auf der Fahrbahn" die Angebotsstreifen auf, ein Begriff, der schon vorher in der deutschen Fachliteratur zu finden war (siehe Kap. 6.2).

Angebotsstreifen werden folgendermassen definiert:

"Durch Markierung (Zeichen 340 StVO) hervorgehobener Seitenbereich der Fahrbahn, der bevorzugt den Radfahrern vorbehalten sein soll, aber auch vom Kraftfahrzeugverkehr im Begegnungsverkehr befahren werden darf. Er darf im Unterschied zum Radfahrstreifen nicht als Sonderweg für Radfahrer (Zeichen 237 StVO/Radweg) ausgewiesen werden. Ruhender Verkehr ist auf dem Angebotsstreifen nicht zugelassen."

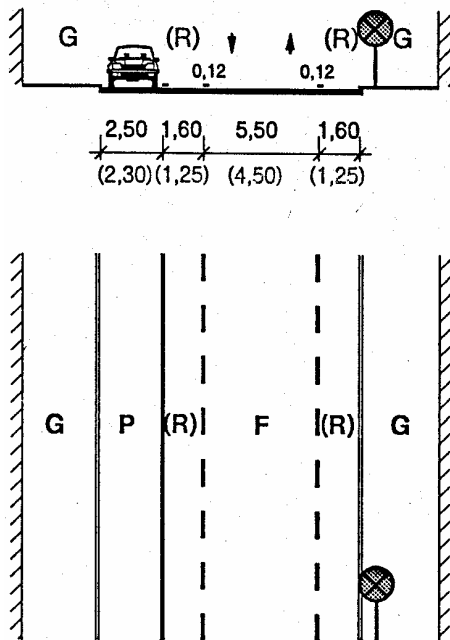


Abb. 3: Querschnittsaufteilung für Strassen mit Angebotsstreifen
(links ohne, rechts mit Parken auf Längsparkstreifen) nach ERA
Quelle: ERA, Lit. [21]

Angebotsstreifen sollen nach den ERA folgenden Einsatzkriterien genügen:

- Sie sollen nur eingerichtet werden, wenn der Raum für die Anlage von Radfahrstreifen nicht ausreichend ist, aber genügend "Restfahrbahnfläche" verbleibt, um dort den Pkw-Verkehr abzuwickeln (4,50 m):
- Ruhender Verkehr auf der Fahrbahn widerspricht den Zweckbestimmungen des Angebotsstreifens. Strassen mit Parkdruck und Liefer- und Ladeverkehr sind deshalb für die Einrichtung von Angebotsstreifen nicht geeignet. Parken ist ausserhalb der Fahr-

bahn, z. B. in Parkbuchten, vorzusehen, erforderlichenfalls sind Halteverbote (Zeichen 283 StVO) anzuordnen und durchzusetzen.

- Das Verkehrsaufkommen von Lkw und Bussen soll gering sein. Als Anhaltswert sollte der Schwerverkehrsanteil weniger als 5% des Gesamtverkehrs bzw. weniger als 1'000 Kfz/Tag betragen.
- Die Breite eines Angebotsstreifens sollte 1,60m betragen, sie darf aber 1,25m nicht unterschreiten. Die Breite der mittigen Fahrgasse sollte bei zweistreifigen Strassen 4,50m betragen (den Begegnungsfall im Pkw-Verkehr ermöglichen). Angebotsstreifen erfordern also Fahrbahnbreiten von 7,00m bis etwa 8,50m (ohne Parken). Bei angrenzendem Parken erhöht sich der Flächenbedarf der Fahrbahn um 2,30m je Parkstreifen, wenn Mindestparkstandsbreiten vorhanden sind (Abb. 3).
- Angebotsstreifen werden durch Leitlinien (Zeichen 340 StVO) mit Schmalstrichen von 1,00m Länge und 1,00m Lücke markiert. Auf der Restfahrbahn darf bei einer Breite von weniger als 5,50m keine Leitlinie markiert werden. Die Zweckbestimmung von Angebotsstreifen kann durch Radfahrerpiktogramme verdeutlicht werden. Auf eine Einfärbung von Angebotsstreifen soll verzichtet werden, da die Unterschiede zum Radfahrstreifen vom Verkehrsteilnehmer sonst nicht verstanden werden können. Aus demselben Grund werden optisch gegliederte Fahrbahnen, die farblich abgesetzte Seitenstreifen haben, zur Führung des Radverkehrs nicht empfohlen.

Mit dem letzten Hinweis werden die Aussagen der EAHV zu optisch gegliederten Fahrbahnen zurückgenommen.

5.3 Niederlande

In den Niederlanden wurde vom Institut für Normung im Erd-, Wasser- und Strassenbau und in der Verkehrstechnik (C.R.O.W) im Jahr 1994 ein Planungshandbuch für fahrradfreundliche Infrastruktur herausgegeben. Zum Einsatz von sogenannten *Suggestivstreifen* wird festgestellt:

- die Mindestbreite müsse genauso gross sein wie die eines Radfahrstreifens (Minimum: 1.50m)
- Die Anlage von Suggestivstreifen könne bei einem weiten Strassenprofil zu höheren Geschwindigkeiten des Kfz-Verkehrs führen. Bei einem Unfall auf der Hauptfahrbahn könnten von der Strasse abkommende Kraftfahrzeuge Rad- und Mopedfahrer leicht treffen. Ausserdem könnten parkende Autos den Radverkehr durch Öffnen von Türen behindern oder durch Ein- und Ausparkvorgänge.
- Suggestivstreifen würden, durchwegs aus Kostenerwägungen, in derselben Farbe und demselben Oberflächenmaterial wie die Fahrbahn ausgeführt. Eine andere Farbe für den Suggestivstreifen sei jedoch zu empfehlen. (Quelle: C.R.O.W., Lit. [15]).

5.4 Österreich

Aus Österreich liegen keine Normen vor, die Aussagen zu Kernfahrbahnen enthalten.

5.5 Zusammenfassung

Sowohl beim österreichischen Mehrzweckstreifen wie auch beim deutschen Angebots- oder Schutzstreifen und dem niederländischen Suggestivstreifen handelt es sich um eine Form des Mischverkehrs von Velos und motorisiertem Verkehr auf einer Fahrbahn. Durch Markierung oder (beim Mehrzweckstreifen) durch andere bauliche oder farbliche Gestaltung wird eine bevorzugte Nutzung für den Veloverkehr signalisiert.

Die Angaben zu den Einsatzmöglichkeiten und –grenzen sind in den deutschen ERA am weitestgehendsten ausformuliert:

- Minimum Kernfahrbahnbreite 4,5m
- Minimalbreite des Streifens 1,25m (Niederlande: 1,5m), optimal 1,6m
- kein Parkdruck
- Schwerverkehrsanteil max. 5% oder unter 1'000 Fz/Tag
- Längsparkstände 2,3m breit
- keine Einfärbung (Niederlande: Einfärbung:ja)
- Auf Strassen ausserhalb bebauter Gebiete kommen Kernfahrbahnen lt. dt. ERA nicht in Frage.

6 Literaturlauswertung

Zu Themen des Radverkehrs sind im In- und Ausland eine Fülle von Veröffentlichungen erschienen. Die nachfolgende Literaturlauswertung beschränkt sich deshalb auf Veröffentlichungen, die in direktem Zusammenhang mit dem Forschungsthema stehen.

6.1 Schweiz

In der Schweiz sind noch keine Untersuchungsergebnisse zu Kernfahrbahnen in die Literatur eingeflossen. Dokumentationen von Beispielen aus dem Ausland finden sich aber auch in schweizerischen Veröffentlichungen:

[35] *Veloforum Aarau '90*
Brugg 1990

[28] *Velo-City Conference*
Basel 1995

In beiden Veröffentlichungen beschäftigen sich deutsche Einzelreferenten mit dem Thema der Kernfahrbahn, allerdings unter den in Deutschland geläufigen Titeln bzw. unter dem Titel "Radspuren".

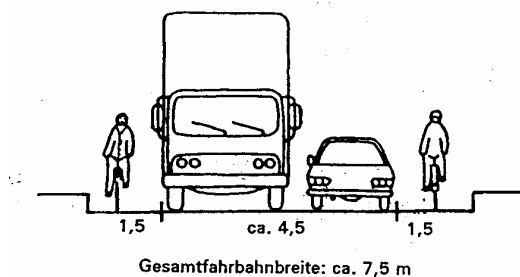


Abb. 4: Platzbedarf von Radspuren; Quelle: Lit.[35]

Anmerkung: Die Massangaben in Abb. 4 für die Begegnung LW-PW sind etwas knapp.

[9] *Velostadt Basel*
Basel 1995

Eine Dokumentation von Veloförderungsmaßnahmen in Basel hat das baselstädtische Baudepartement 1995 erarbeitet. Enthalten sind zwei Schmalfahrbahnbeispiele mit Radstreifen an stark belasteten zweistreifigen Strassen (Münchensteinerstrasse und Steingraben) in Basel.

[14] *Projektierung von Radverkehrsanlagen*
VSS 1994

Bürkel, Baumann, Schuler und Pestalozzi haben mit ihrem Forschungsbericht einen Beitrag zur Kopfnorm geliefert und geben Projektierungshinweise, allerdings noch ohne Kernfahrbahnen als Element der Radwegführung.

6.2 Deutschland

Schon bevor die Suggestiv- oder Schutzstreifen Eingang in die deutsche StVO fanden, wurden in Krefeld und in Bonn Versuche mit dieser Art der Querschnittsgestaltung durchgeführt, die gut dokumentiert sind:

- [24] *Füsser K., Steinbrecher
J.Friedrich-Ebert-Strasse, Krefeld
Wirkungsanalyse einer Mehrzweckspur als Vorher-Nachher-Untersuchung
Aachen, 1991*
- [4] *Angenendt, W.
Verkehrsuntersuchung Suggestiv-Fahrradstreifen Bonn–Meckenheimer Allee
Bonn, 1992*

Im Jahre 1992 wurden auf der Meckenheimer Allee in der Stadt Bonn Suggestivstreifen abmarkiert. Die Massnahme erregte in Fachkreisen einiges Aufsehen, weil es sich um eine stark belastete Hauptverbindungsroute handelte, sowohl für den motorisierten Verkehr (15'000 FZ DTV, 22 Busse/h) als auch für den Veloverkehr (9'000 Räder DTV). Die Kernfahrbahnbreite betrug zwischen 5,0m und 5,3m; die Suggestivstreifen wurden zwischen 1,15m und 1,35m abmarkiert. Der Versuch wurde wissenschaftlich begleitet und ausgewertet mit folgenden Ergebnissen:

- Das Abstandsverhalten des Veloverkehrs änderte sich nur minimal.
- Der Suggestivstreifen wurde von 91.6% der Velofahrenden angenommen. Ursache für das Verlassen des Streifens waren in erster Linie Überholvorgänge der Radfahrer sowie regelwidriges Parken oder Halten auf dem Streifen.
- Vom motorisierten Verkehr wurde der Mehrzweckstreifen in hohem Masse respektiert. Bei Gegenverkehrsbegegnungen von PW kam es nur in 1% der Fälle zu einem Überfahren des Streifens. Im Begegnungsfall PW-LW/Bus lag der entsprechende Wert bei 27% (d.h. mindestens eines der beteiligten Fahrzeuge befuh den Suggestivstreifen)
- Bei Gegenverkehrsbegegnungen von PW und gleichzeitigem Überholen eines Velos hielten die PW z.T. einen zu geringen Seitenabstand und befuhren die Kernfahrbahn zu schnell. Gegenüber dem Vorherzustand vergrösserte sich aber der durchschnittliche Seitenabstand in diesen Fällen von 92 auf 108cm.
- Beim Überholen von Velos ohne Gegenverkehr sank die Zahl der Fälle mit zu geringem Seitenabstand (70-75cm) von 20% auf 11%.
- Die durchschnittlichen Geschwindigkeiten des Linienbusverkehrs blieben praktisch konstant. Die v85-Geschwindigkeit des Kfz-Verkehrs verringerte sich um etwa 3 km/h auf 56 km/h.

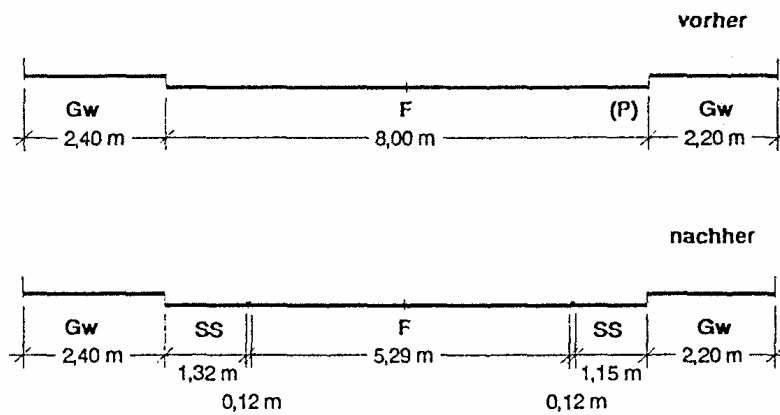


Abb. 5: Querschnittsaufteilung Bonn, Meckenheimer Allee mit und ohne Suggestivstreifen; Quelle: ILS, 1994, Lit [29]

- Die mittlere Geschwindigkeit der MFZ beim Überholen von Velos änderte sich nicht (40-43 km/h)
- Die grosse Befürchtung, dass die Linienbusse nach Anlage der Suggestivstreifen durch die Radfahrer stärker behindert würden, wurde widerlegt. Die – ohnehin nur leichten – Behinderungen der Busse durch Radfahrer gingen sehr deutlich zurück. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die in Gruppen fahrenden Radfahrer weniger nebeneinander fahren, sondern stärker auf den Suggestivstreifen konzentriert wurden.

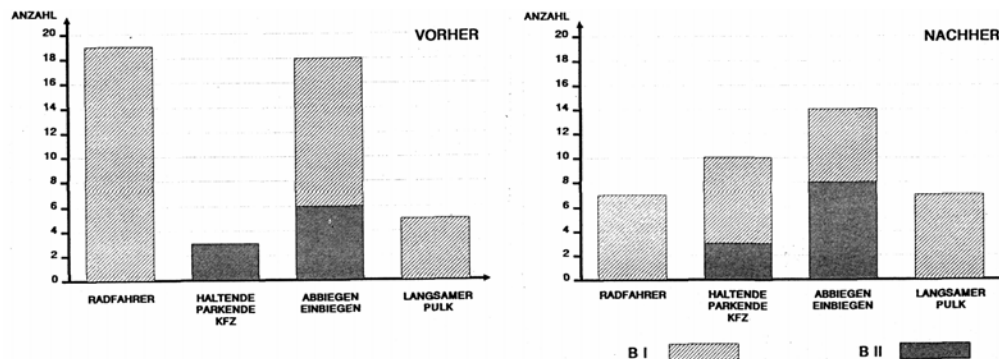


Abb. 6: Behinderungen des Linienbusverkehrs vor und nach Anlage des Suggestivstreifens; Quelle: Lit. [29]

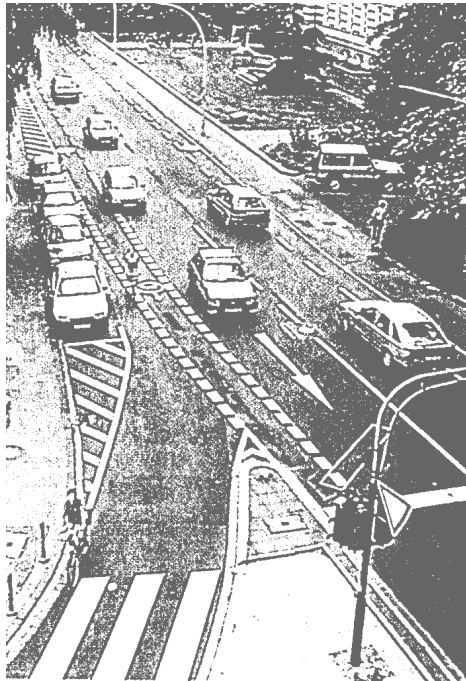


Abb. 7: Suggestivstreifen Bonn, Meckenheimer Allee
Führung als Radweg im Knotenpunktsbereich;
Quelle: Lit. [4]

Die Ergebnisse aus Krefeld weisen zu denen aus Bonn keine wesentlichen Unterschiede auf.

Unter dem Titel "Fakultativlösungen" fanden die Suggestivstreifen bereits 1994 Eingang in Planungsempfehlungen des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen:

[29] ILS
Ministerium für Stadtentwicklung und Verkehr
Land Nordrhein-Westfalen
Düsseldorf, 1994

In Querschnitten, die für die Markierung von Radfahrstreifen zu schmal sind (Breite zwischen den Borden 7 bis 8m), kann die Markierung von Suggestivstreifen bzw. Radspuren die Sicherheit von Radfahrern verbessern. Sie sollten etwa 1.0m Breite neben Strasseneinläufen halten und 1.25m Breite neben Hochborden. Sie werden durch einen 12cm breiten, unterbrochenen Schmalstrich begrenzt. Die Markierung von Radfahrer-Piktogrammen verdeutlicht ihre Bestimmung. Suggestivstreifen bzw. Radspuren dürfen auch mit Kraftfahrzeugen befahren werden, ihre Ausbildung suggeriert aber, dass sie den Radfahrern vorbehalten sind: Sie werden von sich begegnenden Pkw (bei Breiten > 4,5m zwischen den Markierungen) nicht überfahren. Von Bussen und Lkw werden sie im Begegnungsfalle mit den äusseren Rädern befahren. Die Sicherheit für Radfahrer soll bei Suggestivstreifen nicht durch die absolute Separation der Verkehrsarten bewirkt werden, sondern durch besondere optische Hinweise auf das Vorhandensein von Radfahrern und auf den ihnen zugedachten Fahrbahnteil.

Auch für Ortsdurchfahrten wurde der Einsatz von Suggestivstreifen in dieser Veröffentlichung empfohlen:

Das Erscheinungsbild von mehr als 7.5m breiten Ortsdurchfahrten könne durch abmarkierte oder bauliche unterschiedlich ausgeführte Seitenstreifen erheblich verschmälert werden. Auch Beispiele für baulich differenzierte Suggestivstreifen finden sich bereits (Abb. 8):



Abb. 8: Suggestivstreifen mit baulich differenziertem Belag drängen den Kraftverkehr zur Fahrbahnmitte – Schutzraum für Radfahrer;
Quelle: Lit. [29]

Geschwindigkeitsdämpfende Wirkungen von Suggestivstreifen seien, so das ILS, nicht festgestellt worden. Eine Benutzungspflicht für Radfahrer ergebe sich nur aus dem allgemeinen Rechtsfahrgebot. Eine Beschilderung, Markierung von Bodensymbolen oder Einfärbung solle nicht erfolgen.

Die interessanteste Arbeit zum Thema "Angebotsstreifen" wurde nahezu zeitgleich mit dem vorliegenden Bericht fertiggestellt. Es handelt sich um ein Forschungsauftrag der BAST (Bundesanstalt für das Strassenwesen), welche im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr tätig ist. Leider liegt der Schlussbericht erst im Entwurf vor, jedoch konnten aufgrund von Gesprächen mit den Verfassern der Arbeit die vorläufigen Ergebnisse im Kap. 9.8 verglichen werden:

[16] *Conversum*
 Einsatzbereiche von Angebotsstreifen
 unter besonderer Berücksichtigung der Sicherheit und des Verkehrsablaufes
 Vorläufiger Schlussbericht
 Kaiserslautern 1998

6.3 Niederlande

In der "klassischen Radfahrernation" Niederlande gehören Suggestivstreifen zum "Standardrepertoire" der Anlagen des Radverkehrs und haben demzufolge auch Eingang in die Standardveloliteratur gefunden. Erwähnt wurde ein Planungshandbuch für den Radverkehr, welches zuletzt 1994 vom niederländischen Institut für Normung herausgegeben wurde:

- [15] C.R.O.W
 Institut für Normung im Erd-, Wasser- und Strassenbau
 und in der Verkehrstechnik
 Radverkehrsplanung von A bis Z. Record 12.
 Niederländisches Planungshandbuch für fahrradfreundliche Infrastruktur
 Ede, 1994

Auf die Inhalte dieses Handbuches wurde bereits unter 5.3 eingegangen.

Österreich

Aus Österreich liegen zwei aktuelle Arbeiten vor, die sich direkt mit der Forschungsthematik beschäftigen:

- [40] Stratil-Sauer G., 1996
 [38] Robatsch, Klaus, 1997

Bei der erstgenannten Studie handelt es sich um eine Diplomarbeit am Institut für Verkehrswesen der Universität für Bodenkultur in Wien. Der Verfasser behandelt das Seitenabstandsverhalten von Velofahrenden und PW und leitet Einsatzmöglichkeiten für sogenannte Mehrzweckstreifen ab. Die zweitgenannte Arbeit wurde vom Magistrat der Stadt Wien (MA 46 Verkehrsorganisation und technische Verkehrsangelegenheiten) beim österreichischen Kuratorium für Verkehrssicherheit (KFV) in Auftrag gegeben. Sie beschreibt die Ergebnisse eines Verkehrsversuches, der auf drei Strassenabschnitten in verschiedenen Stadtbezirken Wiens durchgeführt wurde. Zweck des Versuches war es, im Vorher-Nachher-Vergleich (ohne/mit Mehrzweckstreifen) Auswirkungen auf das Fahrverhalten Velo/PW festzuhalten. Die Studie beinhaltet Geschwindigkeitsmessungen, Seitenabstandsmessungen (Fahrzeuge-Räder und Fahrbahnrand), eine Konflikt- und Interaktionsbeobachtung sowie eine Befragung. Sie ist vom Untersuchungsaufbau mit der vorliegenden Forschungsarbeit vergleichbar. Auf Ähnlichkeiten und Unterschiede der Ergebnisse wird deshalb im Kapitel 9, insbesondere 9.8, speziell eingegangen.

In der Reihe Wissenschaft und Verkehr hat der Verkehrsclub Österreich (VCO) 1995 veröffentlicht:

- [36] Strassen zum Radfahren
 Rauh, 1995

Diese Publikation stellt eine Zusammenfassung von Beispielen und Empfehlungen für alle Arten von Radverkehrsanlagen dar. Den österreichischen Mehrzweckstreifen ist ein eigenes Kapitel gewidmet, in dem Beispiele kritisch beleuchtet werden und auf mögliche zusätzliche Gefahren hingewiesen wird:

- *Wie bei Radfahrstreifen kann auch durch seitliche Mehrzweckstreifen, die schmaler als 1.20m sind, der Überholabstand Rad – Auto geringer werden als ohne Mehrzweckstreifen. Dies gilt besonders bei einer “verbindlichen” Kennzeichnung des Mehrzweckstreifens durch Bodenmarkierungen.*
- *Überholende Autolenker stellen sich weniger auf plötzliche Ausweichmanöver von Radfahrern ein, wenn ein Auto auf dem Mehrzweckstreifen steht, als das ohne Mehrzweckstreifen der Fall ist.*
- *Radfahrer werden durch aufgehende Autotüren gefährdet, wenn der Mehrzweckstreifen direkt neben abgestellten Autos verläuft und nicht mindestens 2m breit ist.*
- *In Strassen ohne Gehsteig führen Mehrzweckstreifen, die nicht eindeutig als Fussgängerfläche deklariert wurden, zu Revierkonflikten zwischen Radfahrern und Fussgängern.*

An Beispielen für Mehrzweckstreifen (innerorts) in Österreich werden genannt:

- Lustenau: je 1,25m breiter, weiss eingefärbter Mehrzweckstreifen entlang einer sehr stark befahrenen Bundesstrasse
- Rankweil: Beidseits je knapp 1m breite, abmarkierten Streifen bei einer insgesamt 6-7m breiten Fahrbahn
- Lochau: 1,1m breiter, einseitig abmarkierter Mehrzweckstreifen auf einer insgesamt nur 5m breiten Fahrbahn



Abb. 9: Mit Leitlinien markierter Mehrzweckstreifen (etwa 1.1m breit) auf einer nur 5m breiten Fahrbahn (Lochau, A); Quelle: Lit. [36]

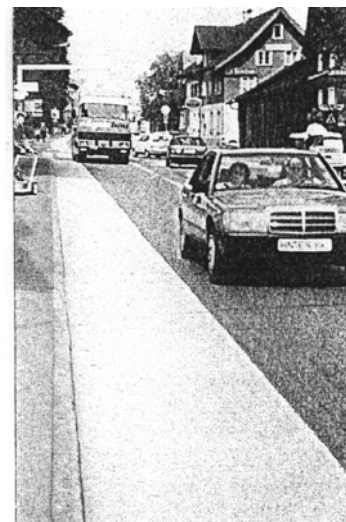


Abb. 10: Ein weiss eingefärbter Teil der Fahrbahn (1.25m breit, heiss eingewalztes Farbpigment) funktioniert als Mehrzweckstreifen (Lustenau, A); Quelle: Lit. [36]

6.4 Zusammenfassung

Forschungsergebnisse aus Deutschland und Österreich zeigen, dass:

- Angebotsstreifen vom Radverkehr und vom motorisierten Verkehr akzeptiert werden
- Angebotsstreifen die Koexistenz Velo – motorisierter Verkehr positiv beeinflussen
- die Restfahrbahn (Kernfahrbahn) für die Begegnung PW – PW ausreichen sollte (4-4,5m)
- Angebotsstreifen rund 1,25m, besser 1,60m betragen sollten
- Angebotsstreifen bei Seitenparkierung problematisch sein können bzw. breite Sicherheitsräume erfordern

7 Umfrage und Fragebogenauswertung

Zur Evaluierung in der Schweiz vorhandener Beispiele zu Kern- und Schmalfahrbahnen (nur zweistreifige Querschnitte) wurde eine schriftliche Umfrage bei kantonalen und kommunalen Dienststellen durchgeführt. Insgesamt wurden 350 einfach gestaltete Fragebögen in 3 Sprachen an kommunale und kantonale Tiefbauämter versandt; der Rücklauf lag bei unerwarteten 200 Fragebögen, wovon ca. 120 positive Rückmeldungen waren (Beispiele vorhanden oder bekannt).

Von diesen 120 waren im ersten Auswertungsschritt 100 "verwertbar"; die restlichen waren Missverständnisse. Von den verbleibenden 100 wurden aufgrund der Angaben in den Fragebögen 82 für eine Besichtigung ausgewählt. Kriterien für diese Vorauswahl waren: Fahrbahnbreiten, Breiten der Kernfahrbahn, Verkehrsbelastungen, Lage und Funktion der Strassen sowie Querschnittsgestaltung. 70 dieser ausgewählten Beispiele wurden besichtigt, davon waren 60 brauchbar und wurden fotografisch erfasst und ausgemessen.

Von den 60 Beispielen, die genauer erfasst wurden, waren rund 50 im Sinne des Forschungsauftrages brauchbar und wurden in die Beispiel-Dokumentation (Anhang A) aufgenommen.

Im Rahmen der Umfrage wurde von verschiedenen Gemeinden berichtet, dass Gesuche auf Einrichtung von Kernfahrbahnen von den Bewilligungsstellen abgelehnt worden seien. Es wurde auch deutlich, dass einige Amtsstellen resp. Verkehrsbetriebe Kernfahrbahnen bisher skeptisch bis ablehnend gegenüberstanden.

Hauptuntersuchung

8 Beispieltypisierung und Eingrenzung für Fallstudien

17 Beispiele wurden in eine engere Auswahl für Fallstudien genommen. Darunter waren 2 Beispiele, die für eine Vorher-Nachher-Untersuchung in Frage kamen, was im Forschungsprogramm wegen des Zeitrahmens ursprünglich nicht vorgesehen war, und auch Beispiele mit Schmalfahrbahnen und Leitlinienmarkierung. Für eine weitere Eingrenzung der Zahl der Beispiele wurden folgende Kriterien herangezogen (was nicht heisst, dass alle Beispiele alle Kriterien erfüllen mussten):

"Positiv"-Kriterien:

- + starker Fahrzeugverkehr
- + bedeutender LW-Anteil
- + Buslinie(n) vorhanden
- + bedeutender Veloverkehrsanteil (zumindest zeitweise)
- + wichtiger Netzbestandteil als Veloroute
- + schmale Kernfahrbahn (unter 6m)
- + beidseits Radstreifen auf Fahrbahnniveau
- + Längsparkierung im Strassenraum
- + Abschnitt mit Kernfahrbahn über 500m lang in gleichbleibender Ausprägung
- + Abschnitte mit verschiedener Ausprägung im gleichen Abschnitt vorhanden (z.B. mit Änderungen hinsichtlich Parken, Breiten, Steigung, Nutzungen)

"Negativ"-Kriterien:

- sehr wenig Fahrzeugverkehr (kleiner 3'000 DTV)
- kein LW- oder Busverkehr
- Kernfahrbahn grösser als 6m
- sehr wenig Veloverkehr
- nur einseitig Radstreifen
- Radstreifen überall auf Gehwegniveau
- reine Steigungsstrecken
- ausserorts (bzw. ohne bauliche Randnutzungen)

Weitere Auswahlkriterien waren:

- möglichst breites Spektrum bzgl. Breiten
- mit/ohne Leitlinie
- "städtisches" Beispiel
- "ländliches Beispiel"
- Beispiel mit intensiver Randnutzung
- Beispiel mit Wohnquartiercharakter

Diese ursprünglich 17 Beispiele sind nachfolgend aufgelistet:

- Bankstrasse, Uster
- Sinser Strasse, Cham
- Klotenerstrasse, Bassersdorf
- Dorfstrasse, Rüti(ZH)
- Zürcherstrasse, Birmensdorf(ZH)
- Stokarbergstrasse, Schaffhausen
- Usterstrasse, Wetzikon
- Poststrasse, Zug
- Landvogt-Waser Strasse, Winterthur
- Zelgstrasse, Uetendorf(BE)
- Strättligenstrasse, Thun
- Kreuzstrasse, Thun-Allmendingen
- Allmendstrasse, Nidau-Port
- Hofstrasse, Zug
- Stettenerstrasse, Schaffhausen
- Belpbergstrasse, Münsingen
- Maihofstrasse, Luzern

Im Vergleich der 17 Beispiele zeigte sich:

- das Spektrum der Verkehrsbelastungen reicht von 2'000 bis 24'000 Fz DTV
- die Gesamtfahrbahnbreiten reichen von 5,9m bis 8,20m
- die Breite der Radstreifen beträgt zwischen 0,95m und 1,45m
- die Breite der Kernfahrbahnen beträgt zwischen 3,6m und 5,5m
- die Spurbreiten der Schmalfahrbahnen bei den Beispielen mit Leitlinien liegen zwischen 2,1m und 3,0m je Spur

Die 17 Beispiele lassen sich nach Auswahlkriterien wie folgt aufgliedern:

Vorher-/Nachher, mögliche Versuchsbetrieb-Beispiele

- Münsingen, Belpbergstrasse
- Luzern, Maihofstrasse

Besonders gestaltete

- Uster, Bankstrasse
- Cham, Sinser Strasse

Hochbelastete, mit Leitlinienmarkierung

- Bassersdorf(ZH), Klotenerstrasse
- Rüti (ZH), Dorfstrasse
- Birmensdorf (ZH), Zürcherstrasse

Mittel belastete mit Leitlinienmarkierung ("echte" Kernfahrbahnen)

- Schaffhausen, Stokarbergstrasse

Mittel belastete, ohne Leitlinienmarkierung

- Wetzikon(ZH), Usterstrasse
- Zug, Poststrasse
- Winterthur, Landvogt-Waser-Strasse
- Uetendorf (BE), Zelgstrasse (2 Beispiele)
- Thun, Strättligenstrasse
- Thun-Allmendingen, Kreuzstrasse
- Nidau-Port, Allmendstrasse

Gering belastete mit Besonderheiten

- Zug, Hofstrasse
- Schaffhausen, Stettenerstrasse

<i>Beispiel</i>	<i>Velo</i>	<i>KFB/SFB</i>	<i>Velo</i>	<i>FB tot.</i>
<i>Maihofstrasse (nachher)</i>	1,25	2,85 + 2,85	1,30	8,25
<i>Sinser Strasse</i>	1,1	3,0 + 2,9	1,1	8,0
<i>Zürcherstrasse</i>	1,1	2,9 + 2,9	1,1	8,0
<i>Stokarbergstrasse</i>	1,2	2,8 + 2,9	1,15	8,05
<i>Usterstrasse</i>	1,25	5,5	1,25	8,0
<i>L.-Waser Strasse</i>	1,25	5,45	1,25	7,95
<i>Dorfstrasse</i>	1,1	2,75 + 2,6	1,1	7,55
<i>Klotenerstrasse</i>	1,05	2,7 + 2,6	1,1	7,45
<i>Poststrasse</i>	1,1	4,85	1,1	7,05
<i>Allmendstrasse</i>	1,1	4,7	1,1	6,9
<i>Bankstrasse</i>	1,45	4,65	1,45	7,5
<i>Strättligenstrasse</i>	1,2	4,65	1,2	7,05
<i>Stettenerstrasse</i>	1,2	4,65	1,15	7,0
<i>Zelgstrasse</i>	1,1	4,3	1,15	6,55
<i>Hofstrasse</i>	0,95	2,1 + 2,1	0,95	6,1
<i>Kreuzstrasse</i>	1,0	4,0	1,0	6,0
<i>Belpbergstrasse (nachher)</i>	1,15	3,6	1,15	5,9

KFB = Kernfahrbahnen (eine Massangabe)

SFB = Schmalfahrbahnen (zwei Massangaben)

*Tab. 2: Breitenvergleiche der 17 Beispiele,
geordnet nach der gesamten Fahrbahnbreite (FB tot.)*

Aus den 17 Beispielen wurden schliesslich folgende als Fallbeispiele für die weitere Untersuchung ausgewählt (ausführliche Charakterisierung im Kap. 9):

- **Bankstrasse Uster**
(städtisch, DTV = 10'000, "gestalteter" Mehrzweckstreifen, je 1,45m, Gesamtbreite = 7,5m, Kernfahrbahn=4,65m)
- **Klotenerstrasse Bassersdorf**
(ländlich, DTV = 19'000, Radstreifen 1,05/1,1m, Gesamtbreite = 7,45m, Fahrbahnen mit Leitlinie je 2,65m)
- **Poststrasse Zug**
(städtisch, DTV = 5'600, Radstreifen je 1,1m, Gesamtbreite = 7,05m, Kernfahrbahn = 4,85m)
- **Landvogt Waser-Strasse Winterthur**
(Stadtteil, DTV = 7'000, Radstreifen je 1,25m, Gesamtbreite = 7,95m, Kernfahrbahn = 5,45m)
- **Belpbergstrasse Münsingen**
(ländlich, DTV = 4'000, Radstreifen je 1,15m, Gesamtbreite = 5,9m, Kernfahrbahn = 3,6m)
- **Maihofstrasse Luzern**
(städtisch, DTV = 19'200, Gesamtbreite = 8,25m; zur Ummarkierung mit Radstreifen vorgesehen)

Mit dieser Auswahl sind erfasst (siehe auch Tab. 3):

- Beispiele mit "breiten" Fahrbahnen (um 8m) und auch mit "schmalen" (um 6m)
- Beispiele mit schmalen (1,15m) als auch mit breiten Radstreifen (1,45m)
- Beispiele mit und ohne Leitlinie
- Beispiele mit breiten (5,45m) und mit schmalen (3,6m) Kernfahrbahnen
- Vorher/Nachher-Beispiele:
Mit der Belpbergstrasse in Münsingen liegt ein bereits seit längerem realisiertes Beispiel für Kernfahrbahnen vor, von dem Videoaufnahmen im Vorherzustand existierten. Von weiteren, in Frage kommenden Beispielen, die zur Ummarkierung vorgesehen waren, war das der Maihofstrasse in Luzern bezüglich Realisierung am weitesten fortgeschritten und konnte im Rahmen der Untersuchung mit Schmalfahrbahnen und Radstreifen ummarkiert werden.

	erfasst (alle Beispiele)	untersucht (Fallbeispiele)
Fahrbahnbreite:	5,90m...8,20m	5,9m...8,20m
Breite Kernfahrbahn:	3,6m...5,5m	3,6m...5,45m
Breite Fahrspuren ⁵	2,1m...3,0m (1,8m...2,75m)	2,65m...2,85m (1,8m...2,72m)
Breite Radstreifen:	0,95m...1,45m	1,1m...1,45m
Verkehrsbelastung:	2'000..24'000 DTV	3'600..19'000 DTV

Tab. 3: Darstellung des Spektrums, das mit den Fallbeispielen abgedeckt wird
(nur zweistreifige Querschnitte)

⁵ Beispiele mit Leitlinie, in Klammern: theoretische Breite bei Kernfahrbahnen

9 Fallstudienuntersuchung und Auswertung

9.1 Beschreibung der Fallstudien-Beispiele

In Kap. 8 wurde die Auswahl der Fallstudien-Beispiele beschrieben. Folgende Beispiele wurden für die weitere Untersuchung ausgewählt:

- Bankstrasse Uster
- Klotenerstrasse Bassersdorf
- Poststrasse Zug
- Landvogt Waser-Strasse in Winterhur
- Belpbergstrasse Münsingen
- Maihofstrasse Luzern

Die Beispiele können wie folgt charakterisiert werden:

- Bankstrasse Uster
 - Charakter: Innerstädtische Erschliessungsstrasse
 - Randnutzungen: Geschäfte, Dienstleistungen, Wohnen, Bahnhof, Busbahnhof
 - Randbebauung: 2-4geschossig, dicht
 - Verkehrsbelastungen DTV: 9'700 Fz ⁶
 - Anteil Schwerverkehr: 6 %
 - Veloanteil am DTV: 10 %
 - Besonderheiten: "gestalteter Mehrzweckstreifen",
schmale Kernfahrbahn (4m), ca. 55cm
breite Pflasterrinnen beidseits,
z.T. Längsparkierung
keine Radstreifenmarkierung

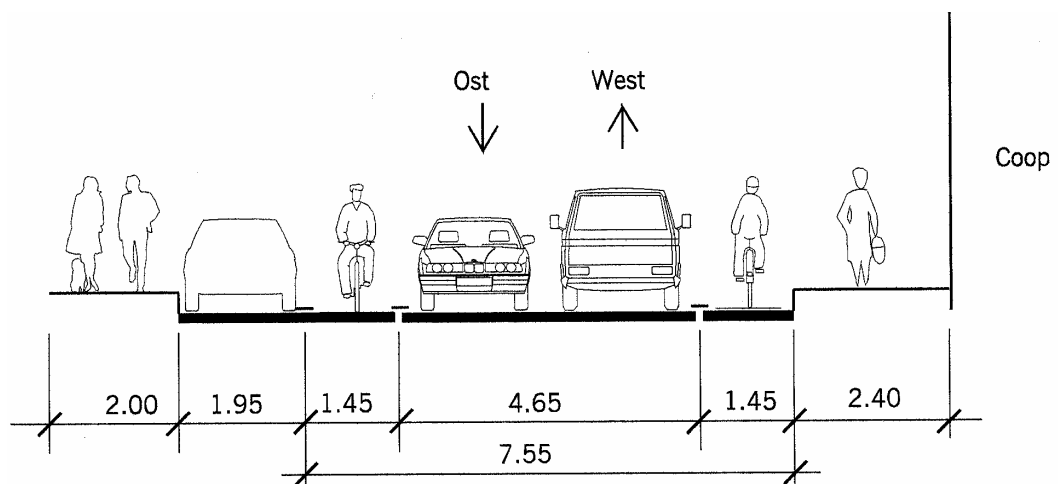


Abb. 11: Querschnitt Bankstrasse Uster

⁶ DTV hochgerechnet von den gezählten Spitzenstunde (Gesamtquerschnitt)

- Klotenerstrasse Bassersdorf
 - Charakter: Ländlich geprägte Ortsdurchfahrt im Agglomerationsraum
 - Randnutzungen: Geschäfte, Dienstleistungen, Wohnen
 - Randbebauung: 2-3geschossig, dicht
 - Verkehrsbelastungen DTV: 18'800 Fz⁷
 - Anteil Schwerverkehr: 5 %
 - Veloanteil am DTV: 1 %
 - Besonderheiten: Leitlinie, z.T. Längsparkierung

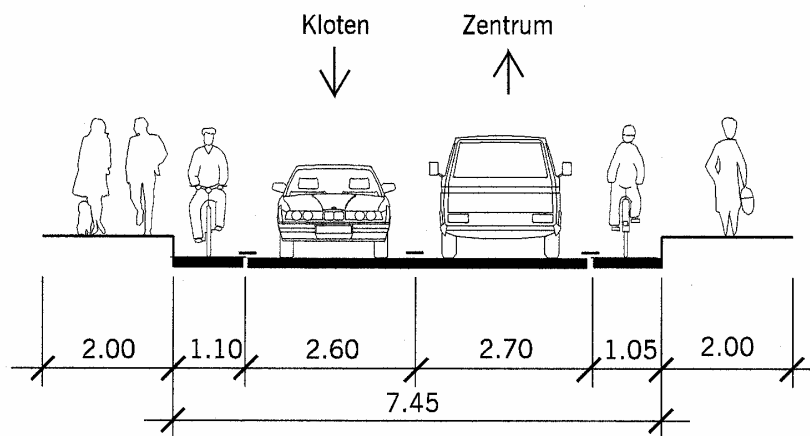


Abb. 12: Querschnitt Klotenerstrasse, Bassersdorf

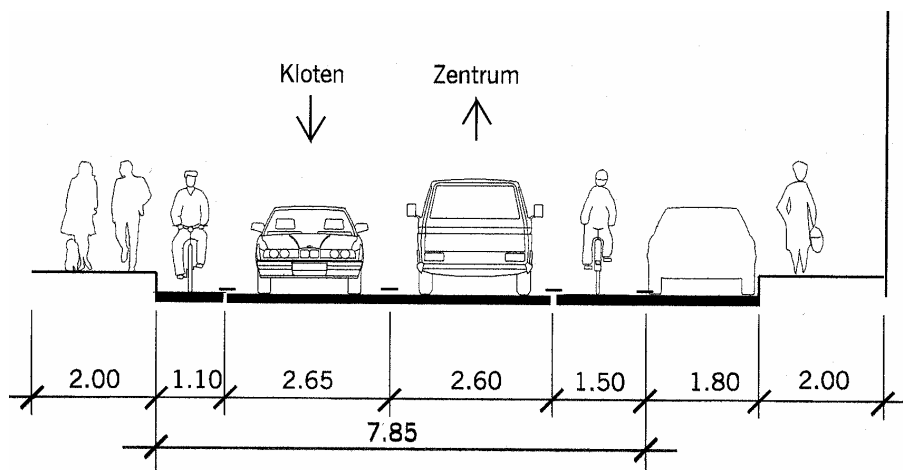


Abb. 13: Querschnitt Klotenerstrasse, Bassersdorf; Bereich mit Parkstreifen

⁷ DTV hochgerechnet von der gezählten Spitzenstunden (Gesamtquerschnitt)

- Poststrasse Zug
 - Charakter: Innerstädtische Erschliessungsstrasse
 - Randnutzungen: Geschäfte, Dienstleistungen, Parken
 - Randbebauung: bis 5-geschossig, geschlossen
 - Verkehrsbelastungen DTV: 5'600 Fz⁸
 - Anteil Schwerverkehr: 3 %
 - Veloanteil am DTV: 18 %
 - Besonderheiten: schmale Kernfahrbahn, geringe Querschnittsbreite

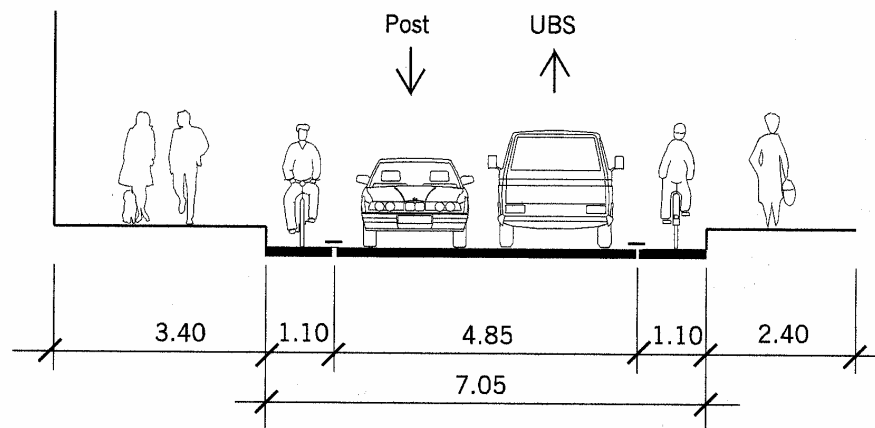


Abb. 14: Querschnitt Poststrasse Zug

⁸ DTV hochgerechnet von der gezählten Spitzenstunden (Gesamtquerschnitt)

- Landvogt-Waser Strasse Winterthur
 - Charakter: Stadtteilerschliessung (Seen), Ortsverbindung
 - Randnutzungen: Wohnen, Grünflächen
 - Randbebauung: unregelmässig, sehr offen
 - Verkehrsbelastungen DTV: 7'100 Fz⁹
 - Anteil Schwerverkehr: 5 %
 - Veloanteil am DTV: 5 %
 - Besonderheiten: Trolleybuslinie(Nr.6)

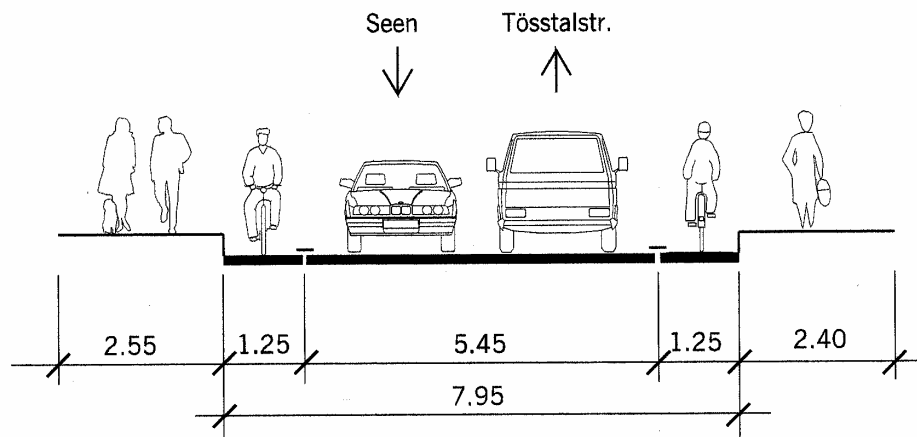


Abb. 15: Querschnitt Landvogt-Waser Strasse, Winterthur

⁹ DTV hochgerechnet von der gezählten Spitzenstunden (Gesamtquerschnitt)

- Belpbergstrasse Münsingen
 - Charakter: Quartierserschliessung, Erschliessungsstrasse für Freizeiteinrichtungen
 - Randnutzungen: Wohnen, vereinzelt Geschäfte und Dienstleistungen
 - Randbebauung: 2-3-geschossig, locker
 - Verkehrsbelastungen DTV: 3'800 Fz ¹⁰
 - Anteil Schwerverkehr: 2 %
 - Veloanteil am DTV: 29 %
 - Besonderheiten: schmale Kernfahrbahn, geringe Querschnittsbreite
Vorher/Nacher-Vergleich möglich

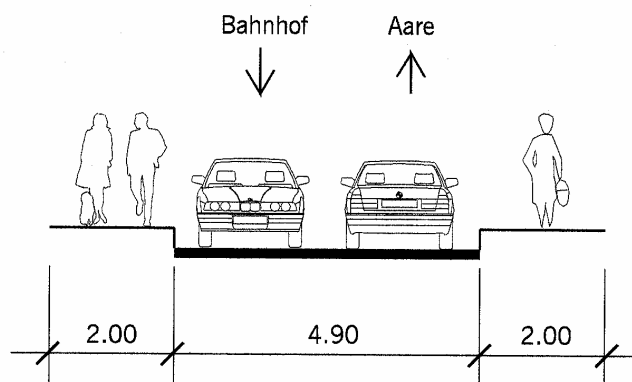


Abb. 16: Querschnitt Belpstrasse, Münsingen (vorher)

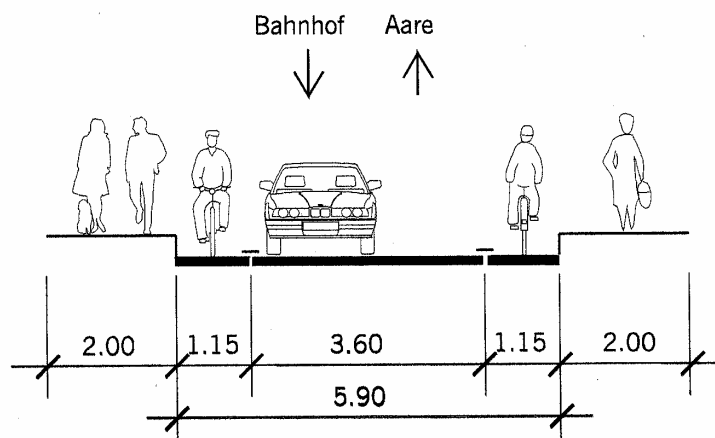


Abb. 17: Querschnitt Belpstrasse, Münsingen (nachher=Umbau)

¹⁰ DTV hochgerechnet von der gezählten Spitzenstunden (Gesamtquerschnitt)

- Maihofstrasse Luzern

- Charakter: Innerstädtische Hauptverkehrsstrasse, "Einfallsachse"
- Randnutzungen: Geschäfte, Dienstleistungen, Wohnen Kleingewerbe
- Randbebauung: bis 6-geschossig, geschlossen
- Verkehrsbelastungen DTV: 19'200 Fz¹¹
- Anteil Schwerverkehr: 9 %
- Veloanteil am DTV: 4 %
- Besonderheiten: Leitlinie, Trolleybuslinie (Nr.1,22,23)
Ummarkierung für die Forschungsarbeit
Vorher/Nachher-Vergleich möglich

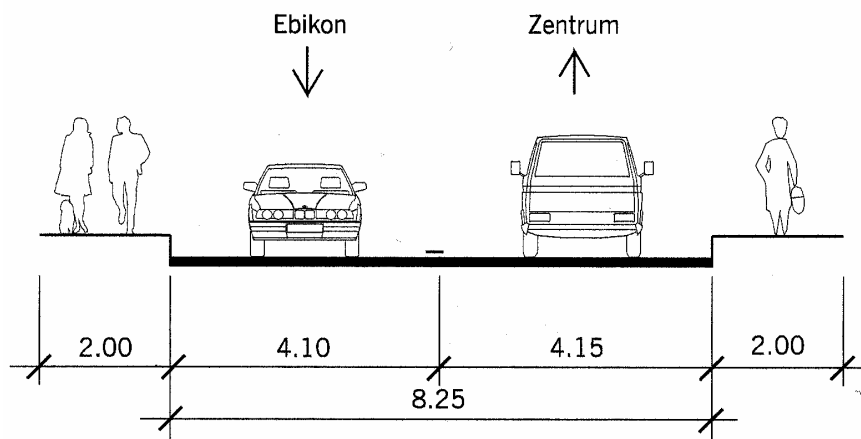


Abb. 18: Querschnitt Maihofstrasse, Luzern (vorher)

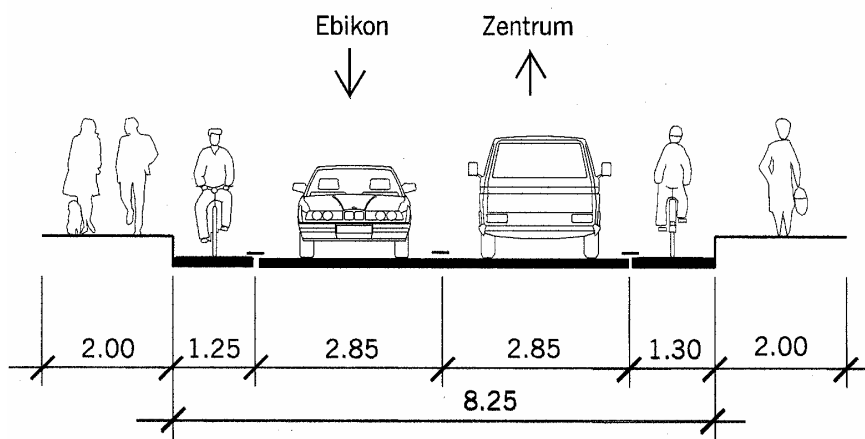


Abb. 19: Querschnitt Maihofstrasse, Luzern (nachher=Ummarkierung)

9.2 Verkehrsmengen

Die Fallbeispiele weisen Verkehrsbelastungen zwischen 3.000 und 19.000 Fz/Tag auf. Die Veloanteile am Gesamtverkehr betragen zwischen lediglich einem Prozent in Bassersdorf und fast 30% in Münsingen.

Ort, Strasse (Beide Richtungen)	Schwer- verkehr	PW	Mofa	Velo (FB)	Velo (Trott.)	Velo (Tot.)	Fahrzeugmenge (Auto/LKW/Bus)	Schwerer- verkehrsanteil	Veloanteil	Anteil Velos auf Trottoir	DTV Hoch- gerechnet
	A	B	C	D	E	F=D+E	G=A+B	H=A/G*100	I=F/G*100	K=E/ F	
Uster, Bankstrasse	42	712	12	71	3	74	754	6%	10%	4%	9730 Fz/Tag
Bassersdorf, Klotenerstrasse	71	1469	6	18	4	22	1540	5%	1%	18%	18831 Fz/Tag
Zug, Poststrasse	13	412	10	74	1	75	425	3%	18%	1%	5630 Fz/Tag
Winterthur, Landvogt-Waser-Strasse	27	484	2	26	1	27	511	5%	5%	4%	7077 Fz/Tag
Münsingen, Belpbergstrasse (Nachher)	4	210	10	59	2	61	214	2%	29%	3%	3820 Fz/Tag
Münsingen, Belpbergstrasse (Vorher)	3	249	3	51	0	51	252	1%	20%	0%	3283 Fz/Tag
Luzern, Maihofhofstrasse (Vorher)	88	1248	27	70	3	73	1336	9%	5%	4%	19200 Fz/Tag ¹
Luzern, Maihofhofstrasse (Nachher)	84	1170	27	38	2	40	1254	9%	3%	5%	19200 Fz/Tag ¹

¹ = Zählung TBA

Tab. 4: Verkehrsmengen der Fallbeispiele
im motorisierten und nichtmotorisierten Verkehr

9.3 Geschwindigkeiten des motorisierten Verkehrs

Die durchschnittlichen Geschwindigkeiten unbehindert fahrender Fahrzeuge weisen bei den 6 Beispielen eine Schwankungsbreite von rund 11 km/h auf (41.4 bis 52.2 km/h).

	km/h vorher	km/h nachher
Uster, Bankstrasse		41.4
Bassersdorf, Klotenerstrasse		47.4
Zug, Poststrasse		44.4
Winterthur, Landvogt Waser-Strasse		52.2
Münsingen, Belpbergstrasse	51.0	47.1
Luzern, Maihofstrasse	48.4	45.1

Tab. 5: Durchschnittsgeschwindigkeiten aller unbehindert fahrenden
motorisierten Fahrzeuge

Nicht ablesbar ist:

- ein direkter Zusammenhang zwischen Querschnittsbreiten bzw. Breite der Kernfahrbahnen und den Geschwindigkeiten

Ablesbar ist:

¹¹ Verkehrszählung des TBA Stadt Luzern hochgerechnet von der gezählten Spitzenstunden (Gesamtquerschnitt) auf DTV

- dass schneller gefahren wird, wenn die Randbebauung wenig geschlossen ist (Beispiel Winterthur)
- dass die komplett umgestaltete Bankstrasse die niedrigsten Geschwindigkeiten aufweist,
- dass im Vorher/Nachher-Vergleich die Geschwindigkeiten sowohl bei Kernfahrbahnen als auch bei Schmalfahrbahnen um 3-4 km/h niedriger sind,
- dass die Schwankungsbreite der Geschwindigkeiten bei Beispielen mit dichter Randbebauung niedrig ist (nämlich nur 3.7km/h), unabhängig von den Breitenverhältnissen



Videobild 1: Geschwindigkeit des überholenden PW:
42,8 km/h (Bassersdorf)

9.4 Abstandsverhalten (unbeeinflusste Fälle)

Von Interesse für die Beurteilung der Verkehrsabläufe sind Vergleiche bezüglich folgender Grössen:

- Abstand der Velos vom Fahrbahnrand
- Seitenabstände zwischen motorisiertem Verkehr und Veloverkehr

In der Auswertung wird unterschieden in sogenannte "beeinflusste" Fälle und in solche ohne Einfluss (unbeeinflusste Fälle).

Unter "unbeeinflussten" Fällen werden solche verstanden, in denen unterstellt werden darf, dass das Fahrverhalten der Velos ohne Einfluss durch andere Verkehrsteilnehmende ist.

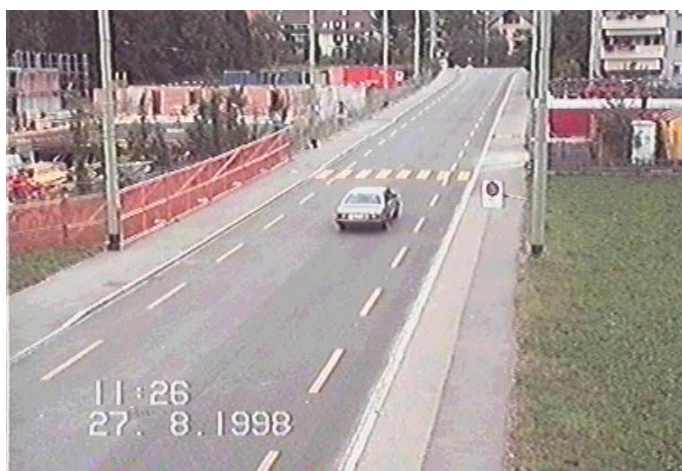
Ohne Einfluss vorbeifahrender, überholender oder entgegenkommender Kraftfahrzeuge zeigen sich kaum Unterschiede im Fahrverhalten der Velos, wenn man Vorher- und Nachher-Situation der beiden Fallbeispiele Luzern (Schmalfahrbahnen) und Münsingen (Kernfahrbahn) vergleicht. Die Abstände vom Fahrbahnrand sind in beiden Fällen relativ hoch. Es fällt allerdings auf, dass auf dem 1,15m schmalen Radstreifen in der Belpbergstrasse die Seitenabstände zum Fahrbahnrand nach Markierung der Radstreifen etwas geringer sind als vorher, während sie in der Maihofstrasse bei 1,25/1,30m breiten

Radstreifen gegenüber den Vorherzustand fast konstant bleiben. Die Schlussfolgerung liegt nahe, dass bei zu schmalen Radstreifen in dieser Hinsicht eine Verschlechterung auftritt.

Luzern		Münsingen	
Maihofstrasse vorher	0.67	Belpbergstrasse vorher	0.81
Maihofstrasse nachher	0.68	Belpbergstrasse nachher	0.74
Differenz (cm)	+1	Differenz (cm)	-7

Tab. 6: Änderungen im Seitenabstand Velo-Fahrbahnrand (unbeeinflusste Fälle)

Das Fahrverhalten des motorisierten Verkehrs ohne Einfluss anderer Fahrzeuge wurde nicht genauer untersucht. Das Videobild 2 ist aber symptomatisch für solche Situationen: Ohne Gegenverkehr und ohne Leitlinie entsteht eine Fahrbahnmittenorientierung (weg vom Radstreifen). Mit Leitlinie und Radstreifen hingegen ist eine Orientierung zur Mitte des "eigenen" Fahrstreifens die Folge (Videobild 3).



Videobild 2: Fahrbahnmittenorientierung des motorisierten Verkehrs bei unbeeinflusstem Verkehrsablauf; Landvogt Waser Strasse (Winterthur)



Videobild 3: Fahrstreifenmittenorientierung des motorisierten Verkehrs bei unbeeinflusstem Verkehrsablauf; Maihofstrasse (Luzern-nachher)

9.5 Abstandsverhalten (beeinflusste Fälle)

Beeinflusste Fälle sind solche, bei denen Abstandsänderungen beim Radverkehr aufgrund des Vorbeifahrens von Kraftfahrzeugen vermutet werden. Es wird im folgenden unterschieden in Vorbeifahrfälle mit und ohne gleichzeitigem Gegenverkehr. Für beide Fälle wurden ausgewertet:

- die Veränderung des Seitenabstandes Velo-Fahrbahnrand
- die Veränderung des Seitenabstandes Velo-Auto

9.5.1 Veränderung des Abstandes Velo-Fahrbahnrand bei Vorbeifahrfällen ohne Gegenverkehr

Die Videobilder 4 und 5 zeigen Vorbeifahrfälle ohne Gegenverkehr:



Videobild 4: Vorbeifahren auf Schmalfahrbahn (Bassersdorf)



Videobild 5: Vorbeifahren auf Kernfahrbahn (Winterthur)

Die Abstandsveränderungen der Velos zum Fahrbahnrand beim Vorbeifahren von Autos wurden mit und ohne Richtungstrennung ausgewertet und zusätzlich mit den unbeeinflussten Fällen verglichen (Tabellen 7 und 8) Die Auswertungen ergaben folgendes:

- In Vorbeifahrfällen fahren die Velos immer deutlich näher am Fahrbahnrand als beim unbeeinflussten Fahren. Die Grössenordnung dieser Unterschiede liegt zwischen –9cm (Winterthur) und –29cm (Münsingen-vorher¹²).
- Bei Kernfahrbahnen betragen die Abstandsunterschiede vom Fahrbahnrand zwischen –9cm (Winterthur) und –16cm (Zug).
- Bei Schmalfahrbahnen fallen die durchschnittlichen Unterschiede beim Vorbeifahren ähnlich aus: (Luzern:-9cm; Bassersdorf Richtung Zentrum: –12cm)
- Anhand des Fallbeispiels Bassersdorf konnte anhand der richtungsgetrennten Auswertungen sehr gut der Einfluss einer leicht kurvigen Führung der Fahrbahn nachvollzogen werden: Im Innenkurvenbereich (Richtung Zentrum) sinken die Seitenabstände viel stärker beim Vorbeifahren von Autos, nämlich um 23cm; die Velos werden „an den Rand gedrängt“.

In Tabelle 9 sind für die Fallbeispiele, die einen Vorher-Nachher- Vergleich erlaubten (Luzern und Münsingen), die Abstandsveränderungen vom Fahrbahnrand dargestellt. Hier zeigte sich:

- Die Abstände der Velos vom Fahrbahnrand werden tendenziell grösser, sobald Radstreifen markiert werden; insbesondere aber in Vorbeifahrfällen.

	durchschn. Abstand Velo/Rand unbeeinflusst	durchschn. Abstand Velo/Rand beim Vorbeifahren, ohne Gegenverkehr
<i>Uster, Bankstrasse (Kernfahrbahn)</i>	0.79	0.68
<i>Bassersdorf, Klotenerstrasse (Schmalfahrbahn)</i>	0.75	0.56
<i>Zug, Poststrasse (Kernfahrbahn)</i>	0.79	0.63
<i>Winterthur, Landvogt-Waser-Strasse (Kernfahrbahn)</i>	0.68	0.59
<i>Münsingen, Belpbergstrasse, vorher</i>	0.81	0.52
<i>Münsingen, Belpbergstrasse, nachher (Kernfahrbahn)</i>	0.74	0.62
<i>Luzern, Maihofstrasse, vorher</i>	0.67	0.47
<i>Luzern, Maihofstrasse, nachher (Schmalfahrbahn)</i>	0.68	0.59

Tab. 7: Abstandsveränderung Velo-Fahrbahnrand im Vergleich unbeeinflusst-beeinflusst
(beide Fahrtrichtungen zusammen)

¹² Anmerkung: geringe Anzahl von Messwerten

	<i>Fahrtrichtung</i>	<i>durchschn. Abstand Velo/Rand unbeeinflusst</i>	<i>durchschn. Abstand Velo/Rand beim Vorbeifahren, ohne Gegenverkehr</i>
<i>Uster, Bankstrasse (Kernfahrbahn)</i>	<i>Ost</i>	<i>0.86</i>	<i>0.72</i>
<i>Uster, Bankstrasse (Kernfahrbahn)</i>	<i>West</i>	<i>0.71</i>	<i>0.55</i>
<i>Bassersdorf, Klotenerstrasse (Schmalfahrbahn)</i>	<i>Kloten</i>	<i>0.72</i>	<i>0.59</i>
<i>Bassersdorf, Klotenerstrasse (Schmalfahrbahn)</i>	<i>Zentrum</i>	<i>0.77</i>	<i>0.54</i>
<i>Zug, Poststrasse (Kernfahrbahn)</i>	<i>Post</i>	<i>0.86</i>	<i>0.71</i>
<i>Zug, Poststrasse (Kernfahrbahn)</i>	<i>UBS</i>	<i>0.72</i>	<i>0.56</i>
<i>Winterthur, Landvogt-Waser-Strasse (Kernfahrbahn)</i>	<i>Seen</i>	<i>0.71</i>	<i>0.61</i>
<i>Winterthur, Landvogt-Waser-Strasse (Kernfahrbahn)</i>	<i>Tösstal- strasse</i>	<i>0.66</i>	<i>0.57</i>
<i>Münsingen, Belpbergstrasse, vorher</i>	<i>Bahnhof</i>	<i>0.80</i>	<i>0.66</i>
<i>Münsingen, Belpbergstrasse, nachher (Kernfahrbahn)</i>	<i>Bahnhof</i>	<i>0.72</i>	<i>0.59</i>
<i>Münsingen, Belpbergstrasse, vorher</i>	<i>Aare</i>	<i>0.82</i>	<i>0.37</i>
<i>Münsingen, Belpbergstrasse, nachher (Kernfahrbahn)</i>	<i>Aare</i>	<i>0.75</i>	<i>0.64</i>
<i>Luzern, Maihofstrasse, vorher</i>	<i>Ebikon</i>	<i>0.70</i>	<i>0.46</i>
<i>Luzern, Maihofstrasse, nachher (Schmalfahrbahn)</i>	<i>Ebikon</i>	<i>0.66</i>	<i>0.59</i>
<i>Luzern, Maihofstrasse, vorher</i>	<i>Zentrum</i>	<i>0.64</i>	<i>0.49</i>
<i>Luzern, Maihofstrasse, nachher (Schmalfahrbahn)</i>	<i>Zentrum</i>	<i>0.71</i>	<i>0.59</i>

Tab. 8: Abstandsveränderung Velo-Fahrbahnrand im Vergleich unbeeinflusst-beeinflusst
(nach Fahrtrichtungen getrennt)

	<i>durchschn. Abstand Velo/Rand unbeeinflusst</i>	<i>durchschn. Abstand Velo/Rand beeinflusst, ohne Gegenverkehr</i>
<i>Luzern</i>		
<i>Maihofstr. vorher</i>	<i>0.67</i>	<i>0.47</i>
<i>Maihofstr. nachher</i>	<i>0.68</i>	<i>0.59</i>
<i>Differenz (cm)</i>	<i>+1</i>	<i>+12</i>
<i>Münsingen</i>		
<i>Belpbergstr. vorher</i>	<i>0.81</i>	<i>0.52</i>
<i>Belpbergstr. nachher</i>	<i>0.74</i>	<i>0.62</i>
<i>Differenz (cm)</i>	<i>-7</i>	<i>+10</i>

Tab. 9: Abstandsveränderung Velo-Fahrbahnrand im Vorher-Nachher-Vergleich
(beide Fahrtrichtungen)

9.5.2 Seitenabstand zwischen motorisiertem Verkehr und Velos beim Vorbeifahren ohne Gegenverkehr

Die Abstandsmessungen aus den Videobildern für die Fälle, in denen Fahrzeuge des motorisierten Verkehrs an Velos vorbeifahren, können wie folgt zusammengefasst werden (Tab. 10):

- Die Abstände zwischen Velo und vorbeifahrenden Autos sind gross; sie schwanken bei Kernfahrbahnbeispielen zwischen 1.64m (Zug) und 1.82m (Münsingen).
- Bei Schmalfahrbahnen liegen die Abstände beim Vorbeifahren zwischen 1,49m (Luzern) und 1,51m (Bassersdorf). Richtungsgetrennt betrachtet, treten die geringeren Abstände bei Schmalfahrbahnen noch deutlicher zutage (Luzern 1,35m, Bassersdorf 1,48m).

Damit wird sehr deutlich, dass auf Schmalfahrbahnen die seitlichen Überholabstände deutlich geringer sind als bei Kernfahrbahnen, aber für die untersuchten Fallbeispiele in den Fällen ohne Gegenverkehr noch im akzeptablen Bereich liegen.

	durchschn. Abstand Velo/Auto Vorbeifahren ohne Gegenverkehr	durchschn. Abstand Velo/Auto Vorbeifahren mit Gegenverkehr
<i>Uster, Bankstrasse (Kernfahrbahn)</i>	1.74	1.36
<i>Bassersdorf, Klotenerstrasse (Schmalfahrbahn)</i>	1.51	-
<i>Zug, Poststrasse (Kernfahrbahn)</i>	1.64	1.20
<i>Winterthur, Landvogt-Waser-Strasse (Kernfahrbahn)</i>	1.71	1.45
<i>Münsingen, Belpbergstrasse, vorher</i>	1.92	-
<i>Münsingen, Belpbergstrasse, nachher (Kernfahrbahn)</i>	1.82	-
<i>Luzern, Maihofstrasse, vorher</i>	1.51	1.33
<i>Luzern, Maihofstrasse, nachher (Schmalfahrbahn)</i>	1.49	1.50

Tab. 10: Seitenabstände Velo-Auto beim Vorbeifahren ohne Gegenverkehr

(beide Fahrtrichtungen zusammengefasst); ohne Angaben= zu wenig Messwerte vorhanden

9.5.3 Seitenabstände im Vorher-Nachher-Vergleich

Im Vorher-Nachher-Vergleich für die Fallbeispiele Luzern (Schmalfahrbahnen) und Münsingen (Kernfahrbahn) können folgende Erkenntnisse gezogen werden:

- Die Grössenordnung des geringeren Abstandes zwischen unbeeinflusstem Velofahren und Beeinflussung durch Vorbeifahren von motorisierten Fahrzeugen liegt in den beiden Fallbeispielen zwischen 20cm und 30cm. Im schmaleren Fahrbahnquerschnitt der Belpbergstrasse ist der grössere Unterschied festzustellen.
- Die Grössenordnung dieses Unterschiedes wird sowohl bei der Kernfahrbahn in Münsingen (nur noch –12cm) als auch bei der Schmalfahrbahn in Luzern (-9cm) deutlich geringer, sobald Radstreifen aufmarkiert sind.
- In der Belpbergstrasse wird mit deutlich grösserem Abstand an den Velos vorbeigefahren als in der Maihofstrasse. Dies hängt einerseits mit der geringeren Verkehrsstärke im Münsinger Beispiel (weniger Begegnungsfälle) zusammen, andererseits mit dem Vorhandensein einer Leitlinie in der Maihofstrasse. Bei den gemessenen Durchschnittsabständen beim Vorbeifahren (Vorher) würden die überwiegende Anzahl vorbeifahrender Fahrzeuge rein rechnerisch hart an der Mittellinie fahren. Die Videobilder bestätigen dies (Videobild 7)

	durchschn. Abstand Velo/Rand unbeeinflusst	durchschn. Abstand Velo/Rand beeinflusst	durchschn. Abstand Auto/Velo beim Vorbeifahren, ohne Gegenverkehr	durchschn. Abstand Auto/Velo beim Vorbeifahren, mit Gegenverkehr
<i>Luzern</i>				
<i>Maihofstr. vorher</i>	0.67	0.47	1.51	1.50
<i>Maihofstr. nachher</i>	0.68	0.59	1.49	1.33
<i>Differenz (cm)</i>	+1	+12	-2	-17
<i>Münsingen</i>				
<i>Belpbergstr. vorher</i>	0.81	0.52	1.92	-
<i>Belpbergstr. nachher</i>	0.74	0.62	1.82	-
<i>Differenz (cm)</i>	-7	+10	-10	-

Tab. 11: Vorbeifahrabstände Auto-Velo mit und ohne Gegenverkehr im Vorher-Nachher-Vergleich (beide Fahrtrichtungen zusammengefasst). Ohne Angaben = zu wenig Messwerte vorhanden

Zur Information sind in den Spalten links zusätzlich die Fahrbahnrandabstände aufgeführt.



Videobild 6: Seitenabstand des Velos vom Fahrbahnrand: 64cm (Luzern-vorher)



Videobild 7: Seitenabstand des Velos vom Fahrbahnrand: 46cm (Luzern-nachher)

Anmerkung: Die beiden Videobilder sind hinsichtlich der Veränderung der Abstände zum Fahrbahnrand atypisch.

9.5.4 Seitenabstand zwischen motorisiertem Verkehr und Velos beim Vorbeifahren mit Gegenverkehr

Die Begegnungsfälle Auto/Auto/Velo waren innerhalb der Videobildausschnitte auf den schwächer belasteten Strassen selten zu beobachten. Hinsichtlich des Fahrverhaltens fiel bei den Kernfahrbahnen auf:

- Obwohl die Bankstrasse in Uster mit 4,65m einen geringeren Fahrbahnquerschnitt aufweist als die Poststrasse in Zug, wird die gepflasterte Trennlinie zwischen Kernfahrbahn und dem Seitenstreifen bei Begegnungsfällen von Autos weniger oft überfahren als dies bei der Velomarkierung in Zug der Fall ist (Videobilder 8 und 9).
- Die Seitenabstände zwischen vorbeifahrenden Autos und Velos sind in Uster im Gegenverkehrsfall (siehe Tab. 12) mit 1,36m etwas höher als in gleichen Fall in Zug (1,20m). Hier kommt offenbar die insgesamt um 45cm höhere Gesamtbreite in Uster bzw. die dort breiteren Seitenstreifen diesem Abstand zugute.

Beim Fallbeispiel Münsingen war die Datenbasis aufgrund der wenigen Fälle, in denen an einem Velo bei gleichzeitigem Gegenverkehr vorbeigefahren wurde, für eine Auswertung zu gering. Die Auswertung des Vorher/Nachher-Beispiels in Luzern (Schmalfahrbahn) zeigt folgende Tendenzen auf:

- Bei Gegenverkehr sinken die Seitenabstände Auto-Velo beim Vorbeifahren zum grössten Teil deutlich. Sie liegen aber nie unter 1.14m (Durchschnitt: 1,49m bzw. 1,33m).
- Beim Vorbeifahren fahren die Velos in der Nachher-Situation (d.h. mit Markierung von Radstreifen) eher weiter vom Fahrbahnrand entfernt als vorher (ohne Markierung), d.h. spurmittenorientiert
- Dadurch sinkt der Seitenabstand Velo-Auto während der Überholvorgänge

Zusammenfassend kann festgehalten werden:

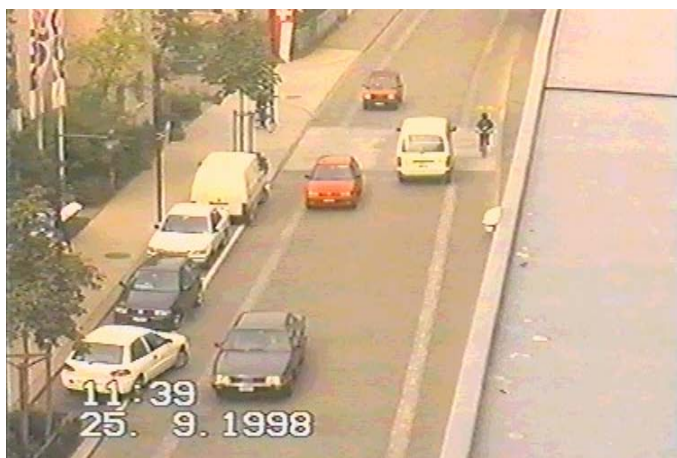
- Begegnungsfälle Auto/Auto/Velo treten sehr selten auf
- Falls doch, wird der Seitenabstand Velo-Auto generell kleiner
- Zugleich wird der Abstand Velo-Rand grösser (Spurmittenorientierung)
- Flexibel nutzbare Bereiche sind vorteilhaft (Uster)

	durchschn. Abstand Velo/Auto Vorbeifahren ohne Gegenverkehr	durchschn. Abstand Velo/Auto Vorbeifahren mit Gegenverkehr	Bemerkungen
Uster, Bankstrasse (Kernfahrbahn)	1.74	1.36	
Bassersdorf, Klotenerstrasse (Schmalfahrbahn)	1.51	-	wenig Messungen
Zug, Poststrasse (Kernfahrbahn)	1.64	1.20	
Winterthur, Landvogt-Waser-Strasse (Kernfahrbahn)	1.71	1.45	
Münsingen, Belpbergstrasse, vorher	1.92	-	wenig Messungen
Münsingen, Belpbergstrasse, nachher (Kernfahrbahn)	1.82	-	wenig Begegnungs- fälle
Luzern, Maihofstrasse, vorher	1.49	1.33	
Luzern, Maihofstrasse, nachher (Schmalfahrbahn)	1.51	1.50	

Tab. 12: Vergleich der Seitenabstände beim Vorbeifahren mit/ohne Gegenverkehr



Videobild 8: Vorbeifahren bei Gegenverkehr auf der Poststrasse (Zug)



Videobild 9: Vorbeifahren bei Gegenverkehr auf der Bankstrasse (Uster)



Videobild 10: Vorbeifahren bei Gegenverkehr auf der Klotenerstrasse (Bassersdorf) (im hinteren Bildbereich)

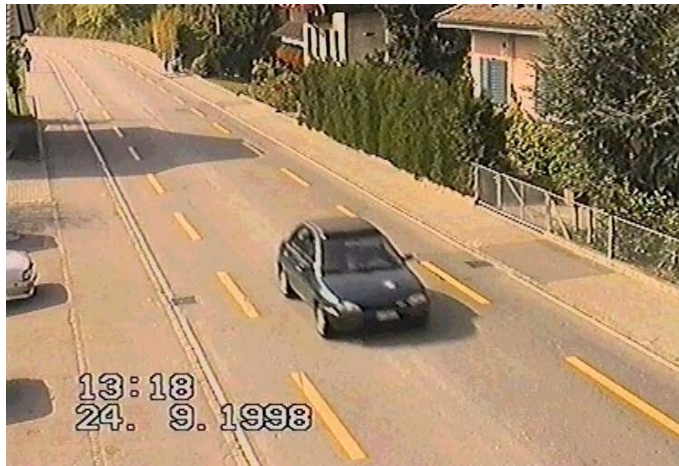
9.6 Akzeptanz der Markierungen/Spurverhalten

Die Frage der Akzeptanz muss für den motorisierten und für den Veloverkehr getrennt betrachtet werden. Beim motorisierten Verkehr geht es darum, wie weit die Bereiche ausserhalb der Kernfahrbahn, d.h. die Radstreifen, mitbenutzt werden und in welchen Fällen. Beim Veloverkehr stellt sich die Akzeptanzfrage dahingehend, ob die mehr oder weniger schmalen Radstreifen benutzt werden oder ob z.B. aufs Trottoir bzw. auf die Kernfahrbahn ausgewichen wird. Beide Fragestellungen wurden aufgrund der Videoauswertungen bearbeitet.

9.6.1 Akzeptanz beim motorisierten Verkehr

Die Akzeptanz der untersuchten Kernfahrbahn-Markierungen war von folgendem abhängig:

- dem Vorhandensein von Gegenverkehr
- dem Vorhandensein von Velos in gleicher Fahrtrichtung
- dem gleichzeitigen Vorhandensein von Gegenverkehr und von Velos in gleicher Fahrtrichtung



Videobild 11:
Spurverhalten ohne Gegenverkehr und ohne Velos (Belpbergstrasse)



Videobild 12:
Ausgeprägtes Spurverhalten bei Vorhandensein einer Leitlinie (Bassersdorf)

Aus den Videobeobachtungen lässt sich das Folgende zusammenfassen:

- die Kernfahrbahnmarkierungen werden ohne Gegenverkehr meist beachtet,
- bei Gegenverkehr und ohne Veloverkehr werden die Radstreifen häufig von einem der kreuzenden Fahrzeuge überfahren; dies scheint weniger mit der Breite der Kernfahrbahn zu tun zu haben, als mit deren Gestaltung. In der Bankstrasse wird bei einer Kernfahrbahnbreite von 4.65m die gepflästerte Trennlinie zwischen Kernfahrbahn und Mehrzweckstreifen wesentlich weniger häufig überfahren als die Markierung in der Poststrasse in Zug bei einer Kernfahrbahnbreite von 4.85m.
- bei gleichzeitigem Vorhandensein einer Leitlinie werden Radstreifenmarkierungen selten überfahren; das Spurverhalten ist eindeutig zur Leitlinie hin orientiert (Videobild 13).



Videobild 13:
Orientierung zum Leitlinie (Luzern)

9.6.2 Akzeptanz und subjektive Sicherheit beim Veloverkehr

Die Akzeptanz beim Veloverkehr kann z.B. in Form des Anteils an Velos beurteilt werden, die statt der Radstreifen das Trottoir benutzen. Dieser Anteil ist in Bassersdorf mit durchschnittlich 18% in der Spitzenverkehrszeit am Morgen auffällig hoch. Als Ursachen kommen in Frage:

- die hohe Verkehrsbelastung im motorisierten Verkehr
- die geringe Breite der Radstreifen (1,05/1.1m)
- die Längsparkierung, welche in Teilabschnitten vorhanden ist.
- die geringe Fussgängerdichte
- Schulverkehr: Weisung der Eltern, das Trottoir zu benutzen
- Fahrbeziehungen besser/einfacher auf Trottoir

In der Poststrasse in Zug konnte anhand der Videoaufnahmen festgestellt werden, dass bei einer Radstreifenbreite von 1,1m entlang der Längsparkstände der Streifen gemieden wurde (Videobild 14). Dies ist aus der Angst vor aufschlagenden Autotüren zu erklären. Rechnerisch müsste dafür ein Zuschlag von 40cm zum Radstreifen oder zur Kante des parkierten Fahrzeuges erfolgen. Rechnerisch verbleiben dann 70cm (incl. Bewegungsspielraum und Sicherheitszuschlag); der Radstreifen ist also viel zu schmal.

Eine ausreichende Breite des Velostreifens ist eines der wichtigsten Kriterien für die subjektiv empfundene Sicherheit des Veloverkehrs.

Die Untersuchungen haben ausserdem klar gezeigt, dass mit der Markierung von Radstreifen die Velofahrenden wesentlich weniger "an den Rand gedrängt" wurden, was nicht nur objektiv, sondern auch für das subjektive Sicherheitsempfinden bedeutsam ist.



Videobild 14:

Zu schmale Radstreifen entlang Längsparken werden nicht genutzt (Zug)



Videobild 15:
1.50m breite Radstreifen entlang Parkstreifen werden akzeptiert (Bassersdorf)

In einer deutschen Untersuchung wurden Behinderungen auf dem Angebotsstreifen als zweithäufigste “Nicht-Akzeptanz-Ursache” genannt (Abb.20).

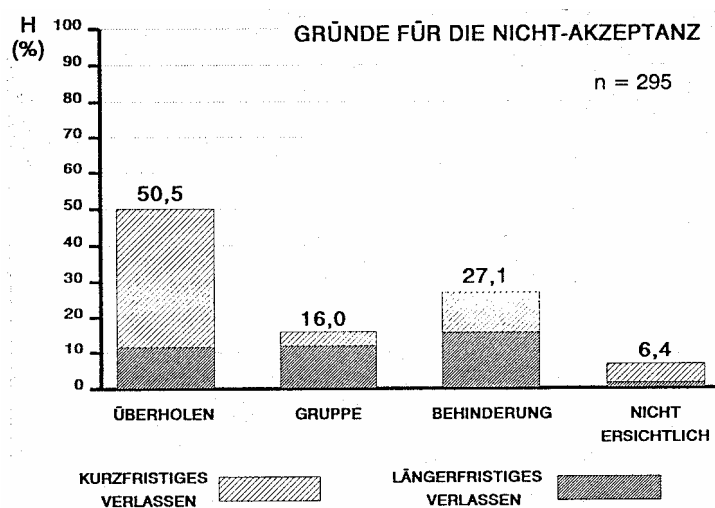
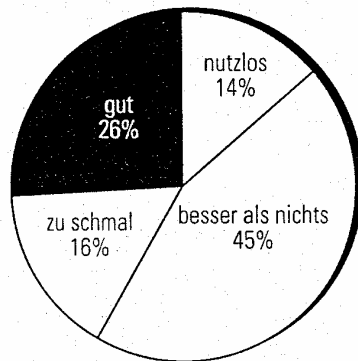


Abb. 20: Akzeptanz des Angebotsstreifens durch Radfahrer
Quelle: ILS (1994), Lit. [29]

Bei einer RadfahrerInnenbefragung in Rankweil (Österreich) wurden 1m breite, markierte Mehrzweckstreifen ohne Längsparkierung von 45% der Befragten bereits als “besser als gar nichts” bezeichnet (Abb.21).

Wie beurteilen Sie mit Leitlinien markierte Mehrzweckstreifen?



Daten: VCO, Rad-Konzept Rankweil 1993

Abb. 21: Befragungsergebnis Rad-Konzept Rankweil
Quelle: Rauh (1995), Lit. [36]

9.7 Untersuchungsergebnisse zum Unfallgeschehen

Zur Beurteilung der Verkehrssicherheit wurden die Unfalldaten bei den zuständigen Polizeidienststellen angefordert. Die Daten mussten dort mit grossem Aufwand zusammengestellt werden, weil Velounfälle in der Verkehrsunfallstatistik nicht als eigener Unfalltyp geführt werden, sondern situationsbezogen speziell zusammengestellt werden müssen.

Die Daten wurden auf einen bestimmten Abschnitt (mit Kernfahrbahnen oder Schmalfahrbahnen) bezogen ausgewertet. Tab. 13 gibt einen Überblick, welche Beispiele in welchen Zeiträumen betrachtet wurden. Die Tabelle enthält ausserdem die Gesamtzahl der polizeilich erfassten Unfälle im betreffenden Abschnitte und weitere Basisdaten.

Aufgrund von ausländischen Untersuchungen (z.B. Lit.[17]) ist bekannt, dass lange Zeiträume betrachtet werden müssen, um eine ausreichende Datenbasis zu erhalten. Die vorliegende Untersuchung war von der gleichen Problematik betroffen: Im betrachteten Zeitraum war die Anzahl der Velounfälle zu gering, um repräsentative Aussagen machen zu können. Schlussfolgerungen sind deshalb mit Zurückhaltung zu betrachten; sie können allenfalls grobe Anhaltswerte bieten.

Darüber hinaus ist nochmals darauf hinzuweisen, dass Unfalldaten nur ein Teilaspekt zur Beurteilung des gesamten Verkehrs- und Unfallgeschehens sind. Die Erfassung von Konflikten wäre als Kriterium zur Beurteilung der Verkehrssicherheit ebenfalls wichtig (vgl. Biel, 1990 [11]).

<i>Fallbeispiel</i>	<i>betrachtete Strecken- länge [m]</i>	<i>betrachteter Zeitraum Jahre</i>	<i>Anzahl Jahre</i>	<i>Anzahl Monate</i>	<i>Anzahl aller Unfälle</i>	<i>Anzahl aller Verletzten</i>	<i>Anzahl Unfälle Velo/Mofa</i>
<i>Uster, Bankstrasse</i>	270	93-98	5	60	33	21	6
<i>Bassersdorf, Klotenerstrasse</i>	790	92-97	6	72	48	17 ¹	8
<i>Winterthur, Landvogt-Waser-Str.</i>	400	92-97	6	72	25	11	4
<i>Münsingen, Belpbergstrasse</i>	1200	92-98	7	84	7	4	0
<i>Luzern, Maihofstrasse</i>	900	95-98	4	48	54	37	4

¹ einschliesslich 1 Getöteter

Tab. 13: Basisdaten zum Vergleich der Unfallzahlen

(Anmerkung: Zug, Poststrasse = keine Unfallzahlen verfügbar)

9.7.1 Vergleich der Unfallzahlen

Der Unfalldatenvergleich erfolgt dann in Form von Umrechnung auf km, Jahr, Monate oder mittels Kennziffern der Unfallhäufigkeit bzw. durch prozentualen Vergleich (Tab. 14). Es fällt auf, dass die durchschnittliche Anzahl der Unfälle sehr stark schwankt. Die Anzahl der Unfälle pro km/Jahr weist ebenfalls eine grosse Bandbreite auf (ca. 1 bis 24). Die stark belebten und eher hoch belasteten Strassen weisen eine höhere Unfallrate auf. Die Unfallschwere (Verletzte pro Unfall) weist demgegenüber keine sehr grosse Bandbreite auf. Der Unfallzahlenvergleich lässt keine eindeutigen Schlussfolgerungen betreffend Kernfahrbahnen oder Schmalfahrbahnen zu.

<i>Fallbeispiel</i>	<i>Ø Anzahl Unfälle/Jahr</i>	<i>Ø Anzahl Unfälle/Monat</i>	<i>Unfälle pro km und Jahr</i>	<i>Verletzte pro Unfall</i>	<i>Anteil Velo/Mofa Unfälle</i>	<i>Anteil Velo/Mofa (FG) an Verletzten</i>
<i>Uster, Bankstrasse</i>	6.6	0.55	24.44	0.64	21%	29% (10%)
<i>Bassersdorf, Klotenerstrasse</i>	8.0	0.67	10.13	0.35	17%	30% (18%)
<i>Winterthur, Landvogt-Waser-Str.</i>	4.16	0.35	10.42	0.44	16%	k.A.
<i>Münsingen, Belpbergstrasse</i>	1.17	0.08	0.97	0.57	0%	k.A.
<i>Luzern, Maihofstrasse</i>	13.5	1.13	15.0	0.67	7%	k.A.

Tab. 14: Auswertung und Vergleich der Unfallzahlen

(Anmerkung: Zug, Poststrasse = keine Unfallzahlen verfügbar)

9.7.2 Vorher-Nachher-Vergleich Bankstrasse

Von den 3 Vorher-Nachher-Beispielen eignet sich nur die Bankstrasse für einen ansatzweisen Vorher-Nachher-Vergleich der Unfallzahlen. Die Belpbergstrasse war ungeeignet, weil die Ummarkierung erst 1997 erfolgte und sie ausserdem überhaupt keine Velounfälle aufweist. Die Maihofstrasse wurde bekanntlich erst für die Versuchszwecke dieser Arbeit ummarkiert.

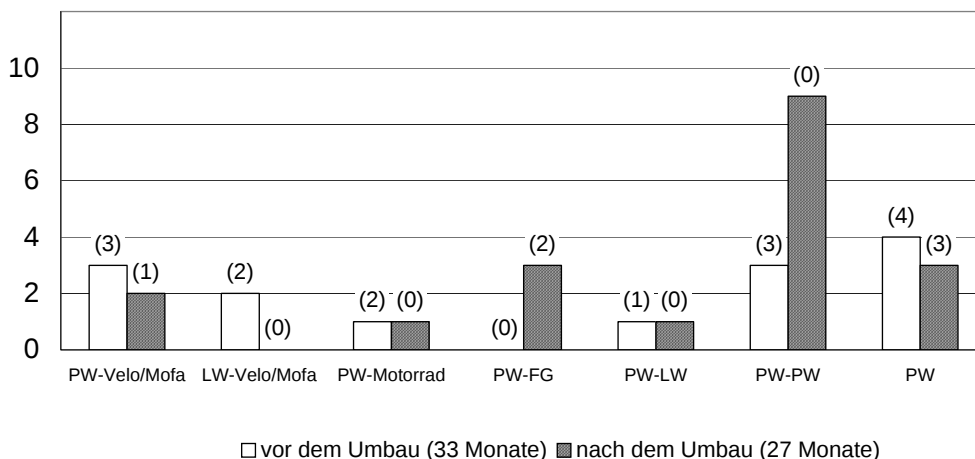
Der Vergleich Bankstrasse ist von eingeschränkter Aussagekraft, weil seit der Umgestaltung erst Unfalldaten von 23 Monaten vorliegen und die Gesamtzahl der Velounfälle gering ist. Aufschlussreich ist aber trotzdem der markante Rückgang der Verletztenzahl.

Der Vergleich ergibt im Detail (Abb.22):

- nachher insgesamt etwas mehr Unfälle (v.a.PW-PW und mit Parkierung)
- weniger Velounfälle (2 statt 5)
- deutlich geringere Unfallschwere (Verletzte: minus 60%)
- deutlich weniger verletzte Velofahrende (minus 80%)

Ein positiver Zusammenhang mit der Strassenraumgestaltung darf vermutet werden. Bezüglich Kernfahrbahn sind keine eindeutigen Aussagen möglich.

Anzahl
Unfälle



(1) Anzahl Verletzte

Bilanz vorher: 14 Unfälle 15 Verletzte

Bilanz nachher: 19 Unfälle 6 Verletzte

Abb. 22: Unfallentwicklung Bankstrasse Uster im Vorher-Nachher-Vergleich

9.8 Vergleich mit ausländischen Forschungsergebnissen

Je eine Untersuchung aus Deutschland (Lit. [16]) bzw. aus Österreich (Lit.[38]) kommen hinsichtlich der Aufgabenstellung der vorliegenden Untersuchung am nächsten. Deshalb soll als Abschluss der Fallstudienauswertung ein kurzer Quervergleich aufzeigen, wo ähnliche und wo abweichende Ergebnisse zu diesen beiden Studien vorliegen.

9.8.1 Ähnliche Ergebnisse

In der deutschen Untersuchung wird ein Spurverhalten und eine Mittenorientierung festgestellt, ähnlich den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit. Hinsichtlich der Akzeptanz wird in der österreichischen Arbeit der Nachweis betreffend der Inanspruchnahme von Mehrzweckstreifen durch den Veloverkehr geführt (Tab. 15). Die Akzeptanzschwelle für den Veloverkehr liegt nach seinen Auswertungen bei einer Breite der Mehrzweckstreifen von unter 1m, in der deutschen Untersuchung werden 1,25m als unterster Grenzwert angegeben (Kernfahrbahnbreiten: Hollandstrasse 4.5m, Althanstrasse 2x2.4m, Sechshauser Strasse 5.5m).

Radfahrer	weicht auf Kernfb. aus	berührt Warnlinie	bleibt auf Mzs.
Althanstraße	1,0 %	9,4 %	89,6 %
Hollandstraße	1,2 %	12,4 %	86,4 %
Sechshauser Straße	3,7 %	11,1 %	85,2 %
Sechshauser Str. bei Insel	6,8 %	32,4 %	60,8 %

Tab. 15: Akzeptanz des Mehrzweckstreifens durch Radfahrer
Quelle: Robatsch, 1997 (Lit. [38])

Insgesamt stellen beide Arbeiten ausreichende Überholabstände fest. Aufgrund der Spurorientierung wird in Lit. [16] ebenfalls bei Schmalfahrbahnen eine Verminderung der Seitenabstände zu überholten Velos festgestellt. Verbesserungen im Abstands- und Geschwindigkeitsverhalten werden für den Vorher-Nachher-Vergleich ebenfalls bestätigt.

9.8.2 Abweichende Ergebnisse

In der von Robatsch durchgeführten Befragung antwortete eine Mehrzahl von Autolenkern und auch eine Mehrzahl von Velofahrenden, dass sich ihr Fahrverhalten trotz Mehrzweckstreifen nicht geändert habe. Diese Aussagen stehen im Gegensatz zu den Ergebnissen von Vorher-Nachher-Beobachtungen der vorliegenden Arbeit (Spurverhalten etc.). Allenfalls kann dieser Widerspruch auch als Bestätigung dafür gesehen werden, dass ein Verzicht auf Befragungen (siehe Kap. 3.4.4) richtig war.

Die deutsche Arbeit kommt wegen der verringerten Seitenabstände zu den Velos zum Ergebnis, dass auf Markierungen zwischen Fahrstreifen des motorisierten Verkehrs verzichtet werden sollte.

9.8.3 Zusätzliche Ergebnisse

Robatsch präsentiert in seiner Arbeit ein Umfrageergebnis bezüglich des Wohlbefindens von 180 Velofahrenden auf 3 untersuchten Mehrzweckstreifen-Beispielen in Wien. Die Ergebnisse sind überwiegend positiv (Tab. 16).

„Halten Sie diese Maßnahme für sinnvoll?“	Antwort „ja“	Antwort „nein“	Antwort „weiß nicht“
Althanstraße	88,3 %	6,7 %	5,0 %
Hollandstraße	72,5 %	17,4 %	10,1 %
Sechshauser Straße	74,0 %	14,0 %	12,0 %
Gesamtergebnis	78,2 %	12,8 %	9,0 %

„Fühlen Sie sich durch den Mzs. jetzt sicherer?“	Antwort „sicherer“	Antwort „gleich“	Antwort „unsicherer“
Althanstraße	75,9 %	20,7 %	3,4 %
Hollandstraße	58,0 %	39,1 %	2,9 %
Sechshauser Straße	64,0 %	34,0 %	2,0 %
Gesamtergebnis	65,5 %	31,6 %	2,9 %

Tab. 16: Gesamtergebnis Radfahrerbefragung

Quelle: Robatsch, 1997 (Lit.[38])

Bei Fahrbahnmitteninseln mit einer Durchfahrtsbreite von 2,5m neben dem Mehrzweckstreifen fahren gemäss Robatsch grosse Motorfahrzeuge auf dem Streifen. Die deutsche Arbeit stellt fest, dass bei Fahrstreifenbreiten von unter 2,25 neben dem Angebotsstreifen letzterer häufig überfahren wird. Der gleiche Effekt wurde bei Kernfahrbahnbreiten unter 4,5m und einer zulässigen Geschwindigkeit von 50km/h bei den Begegnungsfällen zweier PW beobachtet. Angebotsstreifen erhöhen im „ohne“-Vergleich die Häufigkeit von Veloüberholungen bei Gegenverkehr.

In Lit. [16] wird eine minimale Gesamtfahrbahnbreite von 7,0m für die Anlage von Angebotsstreifen angegeben; resultierend aus der Definition einer minimalen Kernfahrbahnbreite von 4,5m und zwei seitlichen Angebotsstreifen von je 1,25m. Bei ausreichend breiten Längsparkstreifen ($\geq 2,2m$) erhöht sich die Breite der Angebotsstreifen auf 1,5m; die der minimalen Gesamtfahrbahnbreite also auf 7,5m. Allerdings wurden nur Beispiele mit einer Verkehrsbelastung von über 500 Fz/h betrachtet, so dass diese Empfehlung keinen Widerspruch zur vorliegenden Arbeit darstellt.

Resultate

10 Gesamtbewertung und Schlussfolgerungen

10.1 Anwendbarkeit im Rahmen der Gesetze

Die massgebende gesetzliche Regelung ist das Strassenverkehrsgesetz (SVG) in seiner letzten Fassung vom 4.8.1998. Kernfahrbahnen sind im Rahmen des SVG und der dazu gehörigen Ausführungsverordnungen machbar.

Die grundsätzlichen Regelungen der Rücksichtnahme (Art. 26), des Sicherheitsabstandes (Art.34), und der besonderen Rücksichtnahme beim Überholen und Vorbeifahren (Art.35) gelten auch für Kernfahrbahnen. Damit sind die Sicherheitsanforderungen für den Radverkehr gesetzlich gewährleistet.

Die Tatsache, dass auf Radstreifen ausnahmsweise auch von anderen Fahrzeugen gefahren werden darf, auf Radwegen hingegen nicht (VRV Art.40), schränkt die Einsetzbarkeit von Radstreifen bei Kernfahrbahnen nicht ein¹³, weil die Grundsatzregelungen des Art 26. SVG (Behinderungs-und Gefährdungsausschluss), ja auch dann gelten und beachtet werden müssen.

Es erscheint auch sinnvoll, die Markierungsart der Radstreifen für Kernfahrbahnen beizubehalten, unter der Voraussetzung, dass die Anforderungen an die Ausgestaltung der Radstreifen auf Kernfahrbahnen (z.B. Mindestbreite), wie sie Kap. 12 formuliert werden, berücksichtigt werden.

Zur Markierung von Radstreifen auf Kernfahrbahnen ist nur eine unterbrochene, gelbe Linie geeignet, weil diese überfahren werden darf.

Das Fallbeispiel Bankstrasse Uster zeigt auf, dass auch gestalterische Massnahmen (in diesem Fall ein Pflasterstreifen) geeignet sind, Flächen mit Radstreifencharakter abzugrenzen, ohne dass die markierungsgebundenen Vorschriften greifen.

Schmalfahrbahnen unterliegen hinsichtlich ihrer Einsatzmöglichkeiten keiner direkten gesetzlichen Beschränkung. Allerdings gibt es Weisungen des UVEK¹⁴ zur Leitlinienmarkierung, die als Einschränkung ausgelegt werden können. Kantonale Dienststellen haben zum Teil Mindestfahrbahnbreiten in Weisungen festgelegt.

¹³ Anmerkung ASTRA dazu:

Gemäss Art. 40 Abs. 3 VRV dürfen die übrigen Fahrzeugführer den Radstreifen nur benützen, wenn der Fahrradverkehr dadurch nicht behindert wird. Dies ist faktisch doch eine Einschränkung für den Einsatz von Radstreifen, da bei hohem Verkehrsaufkommen auf der Kernfahrbahn sowie dem Radstreifen die übrigen Fahrzeuge nicht mehr kreuzen können, wenn die Kernfahrbahn für sich alleine zu schmal ist. Eine solche Situation ist allerdings sehr prekär, denn es ist nicht immer sicher, dass die Fahrzeuglenker dies rechtzeitig erkennen, somit brusche Bremsmanöver, ein plötzliches Ausweichen auf die Radstreifen oder Kollisionen durchaus möglich sind.

¹⁴ UVEK = Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (Bezeichnung seit 1.6.1998)

10.2 Verkehrssicherheit von Kernfahrbahnen

Die Verkehrssicherheit von Kernfahrbahnen kann aufgrund von Verbesserungen der Situation der schwächeren Verkehrsteilnehmergruppe auf der Fahrbahn, d.h. den Velofahrenden, insgesamt als gut beurteilt werden.

10.2.1 Beschränkte Aussagekraft der Unfallbilanzen

Die Auswertung von Unfallzahlen allein kann bei den Fallbeispielen nicht zu einer verallgemeinerbaren Schlussfolgerung hinsichtlich der Verkehrssicherheit führen. Für eine solche Aussage war die Datenmenge zu klein oder die Zeiträume von Vorher-Nachher-Vergleichen zu kurz. Auffällig ist im Fallbeispiel Uster ein deutlicher Rückgang der Unfälle mit Velos nach dem Umbau als Kernfahrbahn und ein noch deutlicherer Rückgang der Unfallschwere. Das Beispiel wäre für eine Langzeituntersuchung in dieser Richtung geeignet.

10.2.2 Gutes Abstandsverhalten

Sowohl auf Kernfahrbahnen als auch auf Schmalfahrbahnen wird mit ausreichenden Seitenabständen an Velos vorbeigefahren (MIV-Velo). Beide werden auch bei Gegenverkehr und gleichzeitigem Vorbeifahren (MIV-Velo) mit ausreichenden Sicherheitsabständen befahren. Tendenziell sind die Seitenabstände (MIV-Velo) aufgrund des ausgeprägten Spurmittenverhaltens beider Verkehrsteilnehmer bei Schmalfahrbahnen etwas geringer als bei Kernfahrbahnen. Das Abstandsverhalten ist belastungsunabhängig.

10.2.3 Niedrigere Geschwindigkeiten

Die Auswertung der Geschwindigkeitsmessungen zeigt einmal mehr, dass weniger die Fahrbahnaufteilung, sondern vielmehr eine Kombination verschiedener Kriterien die Fahrgeschwindigkeiten beeinflusst. Es wurde wieder einmal deutlich, dass die bauliche Situation im Umfeld und die Intensität der Benutzung des Strassenraumes eine grosse Rolle spielen. Fehlen, wie im Beispiel des untersuchten Abschnittes der Landvogt-Waser Strasse in Winterthur, intensive Nutzungen und eine bauliche Fassung des Strassenraumes, so sind die Fahrgeschwindigkeiten signifikant höher. Im Vorher-Nachher-Vergleich (je ein Beispiel) waren sowohl bei Kernfahrbahnen als auch bei Schmalfahrbahnen die Geschwindigkeiten des (unbehindert fahrenden) motorisierten Verkehrs um 3-5 km/h niedriger; unabhängig von der Verkehrsbelastung.

10.2.4 Mittenorientierung und Spurverhalten

Die Markierung von Radstreifen erzeugt ein Spurverhalten beim Veloverkehr mit dem Bestreben, in der Mitte des Streifens zu fahren. Dadurch können bei schmalen Radstreifen die Abstände zum Fahrbahnrand geringer werden als vor einer Markierung. Eine ausreichende Breite der Radstreifen ist deshalb besonders wichtig.

Die Markierung von Schmalfahrbahnen mit Leitlinie erzeugt beim motorisierten Verkehr ein deutliches Spurverhalten mit dem Bestreben, in der Fahrstreifenmitte zu fahren. Bei

Fahrstreifenbreiten ab 2,7m ist selten ein Überfahren der Radstreifenmarkierung zu beobachten; sogar bei grossen Fahrzeugen nicht.

Leitlinien erzeugen bei schmalen Fahrbahnquerschnitten, auch ohne Radstreifen, eine Orientierung zur Leitlinie, d.h. zur Fahrbahnmitte hin, insbesondere beim Überholen von rechtsfahrenden Velos.

10.3 Akzeptanz und subjektive Sicherheit

Kernfahrbahnen werden vom motorisierten Verkehr ohne Gegenverkehr meist beachtet. Bei Gegenverkehr werden materialmässig abgesetzte Seitenstreifen besser beachtet als Markierungen. Radstreifen werden auf Kernfahrbahnen auch bei geringen Breiten vom Veloverkehr akzeptiert. Beträgt die Radstreifenbreite jedoch unter 1,1m, steigt der Anteil der Trottoirfahrer (Bassersdorf). Bei Längsparken werden Radstreifen von 1,1m auf Kernfahrbahnen nicht mehr von den Velofahrenden benutzt; es wird auf die Kernfahrbahn ausgewichen (Zug). Eine ausreichende Breite der Velostreifen ist bedeutsam für das subjektive Sicherheitsempfinden.

Die Markierung von Radstreifen in Verbindung mit Kernfahrbahnen kann die Attraktivität als Veloroute steigern (Münsingen).

10.4 Leistungsfähigkeit

Kern- und Schmalfahrbahnen sind bei Kernfahrbahnbreiten zwischen 4,65m und 5,3m und Gesamtfahrbahnbreiten von 7,45 bis 8,3m sehr leistungsfähig. Die Schwerverkehrsanteile liegen in Luzern (vor allem Busse) bei über 1.400 Fz/Tag und in Bassersdorf (vor allem LW) bei über 900 Fz/Tag.

	Art	gesamte Fahrbahnbreite	Breite KFB/SFB	DTV	Anteil SV	
					%	abs. (Fz)
Uster	KFB	7.5	4.65	9'700	6	580
Bassersdorf	SFB	7.45	5.3	18'800	5	940
Luzern	SFB	8.25	5.7	19'200	9	1'430

Tab. 17: Maximale Verkehrsbelastungen in den Fallbeispielen

10.5 Hohe Flexibilität von Kernfahrbahnen

„Echte“ Kernfahrbahnen sind besonders flexibel, was die Abwicklung verschiedenartiger Begegnungsfälle angeht. Am Beispiel der Bankstrasse in Uster sind in Abb. 23 wichtige Begegnungsfälle und ihre Abwicklung auf der Fahrbahn aufgezeichnet:

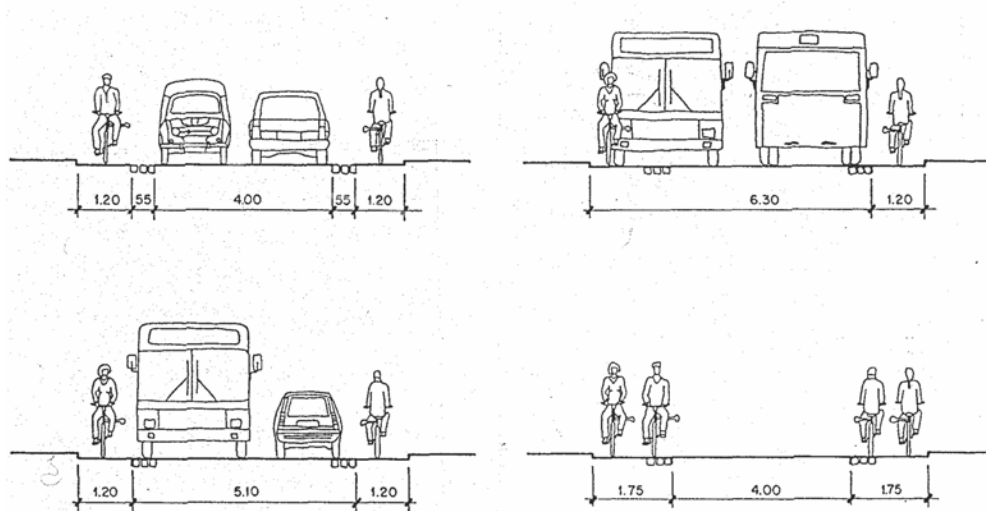


Abb. 23: Abwicklung von Begegnungsfällen auf einer 7.5m breiten Fahrbahn
(KFB=4.0m, incl. Rinnen 4.65m Mittelmass)

11 Empfehlungen zur Ergänzung von Rechtsvorschriften

Zwecks Ausräumen möglicher Missverständnisse und zur Präzisierung werden einige redaktionelle Änderungen in bestehenden Gesetzen und Verordnungen vorgeschlagen, welche nachfolgend *kursiv* gedruckt sind.

11.1 Strassenverkehrsgesetz (SVG)

es wird vorgeschlagen, Art. 34 aus Gründen der Widerspruchsfreiheit zur VRV (s. Kap. 4.1) wie folgt zu ergänzen.

Art. 34

¹ Fahrzeuge müssen rechts, auf breiten Strassen innerhalb der rechten Fahrbahnhälfte fahren. Sie haben sich möglichst an den rechten Strassenrand *bzw. an die rechte Fahrstreifenbegrenzung* zu halten, namentlich bei langsamer Fahrt und auf unübersichtlichen Strecken,

Art. 36

¹ Wer nach rechts abbiegen will, hat sich an den rechten Strassenrand, *bzw. an die rechte Fahrstreifenbegrenzung*, wer nach links abbiegen will, gegen die Strassenmitte zu halten.

11.2 Verkehrsregelnverordnung (VRV)

Auch die Verkehrsregelnverordnung wäre entsprechend zu ergänzen:

Art. 7

¹ Der Fahrzeugführer muss *innerhalb des Fahrstreifens* rechts fahren.

12 Empfehlungen zur Planung und Projektierung

Entsprechend dem Forschungsziel sollen die Untersuchungsergebnisse in Empfehlungen zu Einsatzmöglichkeiten und Einsatzgrenzen von Kernfahrbahnen (ergänzend: von Schmalfahrbahnen) führen. Diese Empfehlungen stellen eine Synthese aus den Ergebnissen der Untersuchung von 6 Fallbeispielen und den Empfehlungen aus anderen Untersuchungen und Veröffentlichungen mit Normcharakter (C.R.O.W., EAR) dar.

12.1 Einsatzmöglichkeiten

- Kernfahrbahnbreiten von 5,45m bei einer Gesamtfahrbahnbreite von 7,95m (Beispiel Winterthur) sind unproblematisch bei mittleren Verkehrsbelastungen zwischen 5.000 und 10.000 Fz DTV und Schwerverkehrsanteilen von 5% (vor allem Busse); eine Radstreifenbreite von mindestens 1,25m vorausgesetzt.
- Bei Verkehrsbelastungen von bis zu 10.000 Fz DTV und einem Schwerverkehrsanteil von rund 600 Fz/Tag (vor allem Linienbusse, Beispiel Uster) zeigten auch Kernfahrbahnen von nur noch 4,6m Breite bei einer Gesamtfahrbahnbreite von noch 7,5m, aber Radstreifenbreiten von 1,4m gute Ergebnisse hinsichtlich Verkehrsablauf und Verkehrssicherheit; dies auch bei kurzen Abschnitten mit Längsparkstreifen (Ausnahme).
- Auch bei häufiger Buslinienfrequentierung (30 Busse/h im Querschnitt) und sehr hoher Verkehrsbelastung (19.000 Fz DTV, Beispiel Luzern) sind Schmalfahrbahnen neben Radstreifen möglich. Eine Fahrstreifenbreite um 2,8m wird für diese Fälle empfohlen. Radstreifen sollten dabei mindestens 1,20m breit sein; ab Breiten über 1,25 treten keine Probleme hinsichtlich der Akzeptanz durch den Veloverkehr auf.
- Kernfahrbahnen, die für das regelmässige Kreuzen zweier PW zu schmal sind (unter 4m Breite), sind auch bei hohen Veloverkehrsanteilen (30%) möglich, wenn die Verkehrsbelastungen unter 5.000 Fz DTV liegen (Beispiel Münsingen). In diesen Fällen sollte auch die Mindestbreite für Radstreifen im Vordergrund stehen. Eine Kernfahrbahnbreite von 3,5m wird für diese Fälle empfohlen. Dann können zwar auf der Kernfahrbahn keine Fahrzeugbegegnungen im motorisierten Verkehr erfolgen, aber die Begegnungsfälle Pkw-Pkw und Lkw/Bus-Pkw können ohne Beteiligung von Radfahrern immer ungehindert, die Begegnung Velo-Lkw/Bus-Velo bei niedriger Geschwindigkeit ebenfalls ungehindert erfolgen. Diese schmale Kernfahrbahn ist daher auf Strassen mit geringer Verkehrsbelastung vom Standpunkt der Verkehrssicherheit günstig, da Überholmanöver mit unzureichenden Seitenabständen kaum möglich sind. Eine zusätzliche Geschwindigkeitsbegrenzung auf 30 km/h wäre im Einzelfall zu prüfen.
- Bei engen Verhältnissen und hohen Verkehrsmengen im motorisierten Verkehr (Grössenordnung 20.000 Fz DTV) können Schmalfahrbahnen eine gute Lösung darstellen; Mindestradstreifenbreiten vorausgesetzt.

12.2 Einsatzgrenzen

- Radstreifen um und unter 1,1m werden je schlechter angenommen, je höher die Verkehrsbelastungen sind. Bei sehr hohen Verkehrsbelastungen bis 19.000 Fz DTV, 5% Schwerverkehrsanteil und einer Gesamtfahrbahnbreite von 7,45m werden 1,1m schmale Radstreifen nicht mehr angenommen (Beispiel Bassersdorf). Die Velos weichen dann auf den Gehwegbereich aus.
- Radstreifen sollten generell mindestens 1,25m breit sein.
- Radstreifen entlang von Längsparkständen werden bei Breiten unter 1,1m generell nicht mehr angenommen (Beispiele Zug und teilweise auch Bassersdorf). Für diese Fälle wird eine Breite von um oder über 1,5m empfohlen.
- Eine Radstreifenmarkierung ist bei Kernfahrbahnen nur mit unterbrochener, gelber Linie möglich, weil sie überfahrbar sein muss (SSV Art. 74).
- Eine Kombination von zu schmalen Radstreifen (unter 1,25m) neben schmalen (1,8m) Längsparkstreifen ist auf jeden Fall zu vermeiden.
- Hinsichtlich sehr schmaler Kernfahrbahnen mit Breiten unter 4m kann aus der Untersuchung (Beispiel Münsingen) abgeleitet werden, dass dies bis zu Verkehrsbelastungen von ca. 5000 Fz DTV bei sehr geringen Schwerverkehrsanteilen (2%) funktioniert. Beispiele von sehr schmalen Kernfahrbahnen mit höheren Verkehrsbelastungen und höheren Schwerverkehrsanteilen lagen nicht vor, so dass eine obere Einsatzgrenze nicht genau definiert werden kann.

13 Empfehlungen zur Normierung

13.1 Ergänzungen in bestehenden Normen

Aufgrund der Videobeobachtungen und der Erfahrungen in anderen Ländern erscheint es sinnvoll, einen minimal nötigen Seitenabstand zwischen Lichtraumprofil des Velos und längsparkierten Fahrzeugen in der VSS-Norm 640 201 zu definieren.

Formulierungsvorschlag:

Entlang von Längsparkständen ist ein Zuschlag zum Lichtraumprofil des leichten Zweiradverkehrs von 0,40m nötig.

13.2 Inhaltliche Beiträge zu einer neuen Norm

In einer Norm zur Gestaltung der Anlagen des Radverkehrs, die es bisher in der Schweiz nicht gibt, sollen aus Sicht des Veloverkehrs auch Empfehlungen zur Anlage von Kernfahrbahnen enthalten sein. Diese Norm sollte auf der „Kopfnorm“ SN 640 060 (Leichter Zweiradverkehr, Grundlagen) aufbauen und sich in mit den konkreten Einsatzmöglichkeiten von Radverkehrsanlagen und mit deren Gestaltung befassen (ohne Abstellanlagen/ VSS SN 640 066, 1996).

Wir empfehlen, die Ergebnisse der vorliegenden Forschungsarbeit, wie sie in Kapitel 12 formuliert sind, in Empfehlungen zu folgenden Punkten umzusetzen:

- Mindestbreiten für Radstreifen auf Kernfahrbahnen (1,25m)
(mit einer Angabe, wie weit und unter welchen Bedingungen diese Masse noch unterschritten werden dürfen)
- Abhängigkeiten von der Verkehrsbelastung
- Abhängigkeiten von der Verkehrszusammensetzung
- Abhängigkeiten von der Querschnittsaufteilung und –gestaltung des Strassenraumes
("weiche Trennung, Längs- oder Senkrechtparken)
- Hinsichtlich der Markierung ergibt sich kein Regelungserfordernis, da die Radstreifenmarkierung gemäss SSV und die Zweckbestimmung der Radstreifen gemäss SVG und VRV mit den Einsatzmöglichkeiten von Radstreifen bei Kernfahrbahnen vereinbar sind.

Eine Veranschaulichung der Empfehlungen anhand von Beispielen, z.B. aus der vorliegenden Arbeit, bietet sich an.

14 Offene Fragen, Forschungsbedarf

14.1 Ausserortsstrecken

In der vorliegenden Untersuchung wurden Ausserortsstrecken mit Kernfahrbahnen ausgeklammert. Die Beispielevaluation ergab aber auch im Ausserortsbereich interessante Beispiele, zum Teil mit sehr schmalen Kernfahrbahnen (um 4m) bei insgesamt schmalen Fahrbahnen (um 6m). Im Anhang A sind auch dazu Beispiele dokumentiert.

Eine Untersuchung von Ausserortsstrecken hinsichtlich der Einsatzkriterien und -grenzen von Kernfahrbahnen wäre aufgrund einer anders gelagerten Problematik interessant. Insbesondere die Frage der Machbarkeit von Kernfahrbahnen bei unübersichtlich geführten Strecken, bei Wannen- oder Kuppenlagen oder in Kurven wäre untersuchungswürdig. Dies vor allem deshalb, weil der motorisierte Verkehr unter Beachtung der Radstreifen eher in der Strassenmitte fahren müsste. Rauh (1995, Lit.[36]) sieht im Ausserortsbereich z.B. die Einsetzbarkeit von Mehrzweckstreifen:

Überdimensionierte Fahrbahnen im Freiland können besser und sinnvoller genutzt werden, wenn die Fahrbahnränder zu Mehrzweckstreifen umgestaltet werden. Im Freiland ist der Parkplatzbedarf sowie die Radfahrer- und Fussgängerdichte gering. Mehrzweckstreifen können hier vielen Zwecken dienen, ohne dass die Nutzungsarten einander nennenswert beeinträchtigen.

An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, dass die deutsche ERA Kernfahrbahnen ausserhalb bebauter Gebiete ausschliesst. (s. Kap. 5.5).

14.2 Zweistreifige Schmalfahrbahnen

In der Schweiz existieren Beispiele von zweistreifigen Hauptstrassen, die zugunsten von Radstreifen als Schmalfahrbahnen markiert wurden (z.B. Basel, Lit.[9]). Zu dieser Spezialproblematik sind nur sehr wenig Beispiele in der Literatur dokumentiert; Forschungsergebnisse liegen auch aus dem Ausland nicht vor. In der deutschen ERA werden folgende Empfehlungen ausgesprochen:

Angebotsstreifen kommen vor allem auf zweistreifigen Strassen in Frage. Sie können aber auch auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen, wenn dadurch eine kontinuierliche Führung für die Radfahrer auf relativ kurzen Bereichen hergestellt werden kann, und in mehrstreifigen Knotenpunktzufahrten innerhalb der Richtungsfahrestreifen eingerichtet werden.



Abb. 24: Münchensteinerstrasse in Basel
Überbreite Fahrspur (5.3m), Radstreifen (1.2m)
Quelle: Velostadt Basel, 1995, Lit.[9]

14.3 Langzeituntersuchung von Unfallzahlen

Die Auswertung von Unfallzahlen bedingt, dass grosse Zeiträume betrachtet werden müssen, um zu statistisch abgesicherten Aussagen zu kommen; und dies im Vorher-Nachher-Vergleich. Das untersuchte Fallbeispiel Uster würde sich, bei allen Einschränkungen, die hinsichtlich der Signifikanz von Unfallzahlen generell gemacht werden müssen, für eine Langzeituntersuchung in diesem Bereich eignen.

Eine gute Voraussetzung dafür wäre, wenn Velounfälle statistisch als eigene Gruppe (wie Fussgängerunfälle) erfasst würden. Eine solche Anregung sollte beim Bundesamt für Statistik (BFS) eingebracht werden.

metron

Anhang

Anhang A: Kurzdokumentation von Beispielen (A1-A50)

A1	Adliswil ZH, Albisstrasse (S3)
A2	Birmensdorf ZH, Zürichstrasse (S1)
A3	Bülach ZH, Schaffhauserstrasse
A4	Cham ZG, Sinserstrasse
A5	Dietlikon ZH, Basserdorferstrasse
A6	Ebnat Kappel SG, Steinenbachstrasse
A7	Embrach ZH, Dorfstrasse
A8	Fischental ZH, Tösstalstrasse
A9	Genf GE, Avenue Krieg
A10	Genf GE, Quai du Seujet
A11	Genf GE, Route Antoine Martin
A12	Genf GE, Route du Vallon
A13	Herisau AR, Kasernenstrasse
A14	Horw LU, Ebenastrasse
A15	Knonau ZH, Uttenbergstrasse
A16	Köniz BE, Landorfstrasse
A17	Liestal, Oristalstrasse
A18	Mettmenstetten ZH, Zürichstrasse (S1)
A19	Minusio TI, Via Simen
A20	Moosseedorf BE, Moosbühlstrasse
A21	Münchenbuchsee BE, Kirchlindachstrasse
A22	Münchenstein BL, Emil Frey-Strasse
A23	Nidau BE, Allmendstrasse
A24	Nidau BE, Beundenring
A25	Obfelden ZH, Dorfstrasse (S2)
A26	Opfikon ZH, Talackerstrasse
A27	Rapperswil SG, Kreuzstrasse
A28	Rapperswil SG, Oberseestrasse
A29	Rorschach SG, Pestalozzistrasse
A30	Rüti ZH, Dorfstrasse
A31	Rüti ZH, Spitalstrasse
A32	Schaffhausen SH, Fulachstrasse Ost
A33	Schaffhausen SH, Herblingerstrasse
A34	Schaffhausen SH, Mühlenthalstrasse
A35	Schaffhausen SH, Schweizersbildstrasse
A36	Schaffhausen SH, Stettemerstrasse
A37	Schaffhausen SH, Stockarbergstrasse
A38	Seuzach ZH, Welsikonerstrasse
A39	St. Gallen SG, Steinachstrasse
A40	Thierachern BE, Auf der Brücke
A41	Thun BE, Strättlingenstrasse
A42	Thun-Allmendingen BE, Kreuzstrasse
A43	Thun-Allmendingen BE, Thierachernweg
A44	Uetendorf BE, Zelgstrasse
A45	Wädenswil ZH, Seestrasse (S1)
A46	Wetzikon ZH, Usterstrasse
A47	Winterthur ZH, Schützenstrasse
A48	Winterthur ZH, Wartstrasse
A49	Zollikofen BE, Aarestrasse
A50	Zug ZG, Hofstrasse

Anhang B: Literaturverzeichnis

- [1] Alrutz D., Fechter H.W., Krause J.
BMV, BAST
Dokumentation zur Sicherung des Fahrradverkehrs
Bergisch-Gladbach 1989
- [2] Alrutz Dankmar, Hülsen Horst, Ruwenstroh Gunter
Neuregelung der Radwegebenutzungspflicht nach der StVO und VwV-StVO
in: Strassenverkehrstechnik, Heft 3/1998
- [3] Alrutz Dankmar, Stellmacher-Hein Jörg
Bundesanstalt für Strassenwesen (BAST)
Sicherheit des Radverkehrs auf Erschliessungsstrassen
Bergisch-Gladbach, 1993
- [4] Angenendt W.
Verkehrsuntersuchung Suggestiv-Fahrradstreifen
Bonn - Meckenheimer Allee
Oberstadtdirektor-Tiefbauamt, Stadt Bonn
Bonn, 1992
- [5] Angenendt W., u.a.
Bundesanstalt für Strassenwesen (BAST)
Verkehrssichere Anlage und Gestaltung von Radwegen
Bergisch-Gladbach, 1993
- [6] Angenendt Wilhelm, Markus Wilken
Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Strassenbau
Gehwege mit Benutzungsmöglichkeiten für Radfahrer
Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik
Bad Godesberg, 1995
- [7] Apel, Holzapfel, Kiepe, Lembrock, Müller
Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung
Bonn, 1994ff.
- [8] Baier, Ackva
Strassen und Plätze neu gestaltet
Praxisbeispiele
Bonn, 1995ff.
- [9] Baudepartement Basel-Stadt
Velostadt Basel
Basel, 1998
- [10] Baudirektion des Kantons Bern, Tiefbauamt
Zweiradanlagen, Empfehlungen für Massnahmen
Bern, 1989
- [11] Biel B.
Neue technische Massnahmen im Strassenverkehr
unter einem verhaltensorientierten Aspekt von Verkehrssicherheit
in: H. Hacker (Hrsg.) Fahrverhalten und Verkehrsumwelt
Köln, 1990
- [12] Broadbendt D.E.
Effective decisions and their verbal justification
in: Broadbendt, D.E., Reasons, J. & Baddeley, A. (Eds.) Human Factors in Hazardous Situations
Oxford, 1990

- [13] *Bühlmann, F.*
Tiefbauamt des Kantons Zürich
Durchfahrtsbreiten bei baulichen Hindernissen
Verkehrstechnische Untersuchungen
Benglen, 1990
- [14] *Bürkel, Baumann, Schuler, Pestalozzi*
Projektierung von Radverkehrsanlagen
Forschungsauftrag VSS 15/89
Winterthur 1994
- [15] *C.R.O.W*
Institut für Normung im Erd-, Wasser- und Strassenbau
und in der Verkehrstechnik
Radverkehrsplanung von A bis Z. Record 12.
Niederländisches Planungshandbuch für fahrradfreundliche Infrastruktur
Ede, 1994
- [16] *Conversum*
Einsatzbereiche von Angebotsstreifen
unter besonderer Berücksichtigung der Sicherheit
und des Verkehrsablaufes
Vorläufiger Schlussbericht
Kaiserslautern 1998
- [17] *Dahmen-Zimmer Katharina, Zimmer Alf*
Situationsbezogene Sicherheitskenngrößen im Strassenverkehr
Universität Regensburg, Institut für Psychologie
Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen
Mensch und Sicherheit, Heft M 78
Bergisch-Gladbach, 1997
- [18] *Draeger, Werner*
Die StVO-Novelle - Konsequenzen für die Radverkehrsplanung
in: Strassenverkehrstechnik 12/1997
- [19] *Forschungsgesellschaft für das Strassen- und Verkehrswesen*
Arbeitsgruppe Strassenentwurf
Empfehlungen für die Anlage von Erschliessungsstrassen (EAE 85/93)
Köln, 1985/95
- [20] *Forschungsgesellschaft für das Strassen- und Verkehrswesen*
Arbeitsgruppe Strassenentwurf
Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstrassen (EAHV 93)
Köln, 1993
- [21] *Forschungsgesellschaft für das Strassen- und Verkehrswesen*
Arbeitsgruppe Strassenentwurf
Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA 95)
Köln, 1995
- [22] *Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen*
Arbeitsgruppe Strassenentwurf
Empfehlungen zur Strassenraumgestaltung
innerhalb bebauter Gebiete (ESG 87)
Köln, 1987

- [23] *Forschungsgruppe für das Verkehrs- und Strassenwesen
Richtlinien und Vorschriften für den Strassenbau - RVS 1.22
Verkehrssicherheit, Verkehrskonfliktuntersuchung
Bearbeitet von der Arbeitsgruppe Stadtverkehr
Wien, 1995*
- [24] *Füsser K., Steinbrecher
J.Friedrich-Ebert-Strasse, Krefeld - Wirkungsanalyse einer Mehrzweckspur als Vorher-Nachher-
Untersuchung
Aachen, 1991*
- [25] *Hupfer Christoph et al.
Computergestützte Videobildverarbeitung zur Verkehrssicherheitsarbeit
Fachgebiet Verkehrswesen, Universität Kaiserslautern
Kaiserslautern, 1997*
- [26] *Hupfer Christoph, Haag Martin, Topp Hartmut H.
Fachgebiet Verkehrswesen Universität Kaiserslautern
Sicherheit zweistreifiger angebauter Hauptverkehrsstrassen
mit schmalen Fahrbahnen
Grüne Reihe Nr. 25
Kaiserslautern, 1992*
- [27] *IAP (Institut für Angewandte Psychologie)
Stadt Zürich
Velofahren in der Stadt
Zürich, 1992*
- [28] *IG Velo Basel
Velo City Conference '95, Tagungsverband
Basel, 1995*
- [29] *Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung
des Landes Nordrhein-Westfalen (ILS)
Ministerium für Stadtentwicklung und Verkehr des Landes NRW
Radverkehr an Hauptverkehrsstrassen
Bausteine Nr. 18
Düsseldorf, 1994*
- [30] *Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung
des Landes Nordrhein-Westfalen/ILS
Ministerium für Stadtentwicklung und Verkehr
des Landes NRW Verkehrsberuhigung und Strassenraumgestaltung
Bausteine Nr. 12
Dortmund, 1992*
- [31] *Kanton Basel-Landschaft, Tiefbauamt
Radrouten im Kanton Basel-Landschaft
Projektierungsrichtlinien, bauliche Gestaltung,
Signalisation, Markierung, Wegweisung, Beleuchtung
Liestal, 1990*
- [32] *Kantonspolizei Kanton Zürich, Tiefbauamt Kanton Zürich
Radverkehrsanlagen. Richtlinien
Zürich, 1995*
- [33] *Knoflacher Hermann
Fussgeher- und Fahrradverkehr. Planungsprinzipien
Wien, 1995*
- [34] *Metron Verkehrsplanung und Ingenieurbüro AG
5. Lenzburgseminar "Hauptstrassen innerorts"*

Dokumentation

Baden, 1992

- [35] *Metron Verkehrsplanung*
Veloforum '90 Aarau, Referate
Brugg, 1990
- [36] *Rauh Wolfgang*
Strassen zum Radfahren
Verkehrsclub Österreich (Reihe Wissenschaft und Verkehr 2/1995)
Wien, 1995
- [37] *Rauh Wolfgang*
VCÖ/ARGUS
Das Fahrrad im Verkehr
Wien, 1990
- [38] *Robatsch Klaus*
Mehrzweckstreifen, Auswirkungen auf das Fahrverhalten
Magistrat der Stadt Wien
Lebensraum Verkehr, kleine Fachbuchreihe des KFV
Wien, 1997
- [39] *Schweig Karl-Heinz, Topp Hartmut H.*
Fachgebiet Verkehrswesen Universität Kaiserslautern
Einsatzbereiche des Entwurfsprinzipes "Weiche Trennung"
an innerörtlichen Hauptverkehrsstrassen
Beurteilung von Verkehrsabläufen durch interaktive Bewegungsanalyse mit digitaler Video-
Bildverarbeitung
Grüne Reihe Nr. 16
Kaiserslautern, 1991
- [40] *Stratil-Sauer G.*
Seitenabstandsverhalten von Radfahrern und PKW in Wien
Videobeobachtung des Radverkehrs auf der Fahrbahn
Einsatzmöglichkeiten von Mehrzweckstreifen. Diplomarbeit am Institut für Verkehrswesen, Universität für
Bodenkultur
Wien, 1996
- [41] *Topp Hartmut H.*
Fachgebiet Verkehrswesen Universität Kaiserslautern
Einsatzbereiche überbreiter
- von Pkw zweistreifig, von Lkw einstreifig befahrbarer -
Fahrstreifen auf städtischen Hauptstrassen
Grüne Reihe Nr. 7
Kaiserslautern, 1987
- [42] *VSS*
SN 640060 Leichter Zweiradverkehr
Zürich, 1992
- [43] *VSS*
SN 640201 Geometrisches Normalprofil
Zürich, 1992
- [44] *VSS*
Strasse und Verkehr, Heft 1/96
Leichter Zweiradverkehr
Zürich, 1996

Anhang C: Das VideoVerkehrsAnalyse-System ViVAtraffic

ViVA_{traffic} ist ein System zur videobasierten, edv-gestützten Verkehrsanalyse. Das System ermöglicht das interaktive Messen der physikalischen Parameter in Verkehrssituationen.

Grundlage von ViVA_{traffic} bildet das projektive Modell, das jedem Punkt auf der Bildebene einen Punkt in der Realebene (Strasse) zuweist. Für diese Zuordnung werden vier Punkte in der Realebene und später am Bildschirm eingemessen (Kalibrierung). Somit können am Bildschirm Realkoordinaten ermittelt werden.

Die situationsbezogene Verkehrsanalyse wird interaktiv vorgenommen. Der Anwender markiert dazu mittels mausgesteuertem Fadenkreuz die Positionen der Verkehrsteilnehmer einer zu analysierenden Situation. Zusammen mit der Zeitinformation (das Videoband wird in Echtzeit abgespielt) sind daraus alle Grössen ermittelbar, die aus Weg und Zeitdifferenzen berechnet werden.

In ViVA_{traffic} lassen sich auf diese Weise messen:

- variable Abstände
(Abstände zwischen zwei beliebigen Punkten in der Ebene
Beispiel: Abstand zweier Verkehrsteilnehmer zueinander)
- orthogonale Abstände
(Abstände eines Punktes zu einer beliebigen Bezugslinie (nicht auf Geraden beschränkt)
Beispiel: Abstand eines Fahrzeugs zum Fahrbahnrand, Abstand zwischen Fahrzeugen in Begegnungsfällen)
- Geschwindigkeiten
(Weg eines Verkehrsteilnehmers aus den Positionen eines Verkehrsteilnehmers in zwei aufeinanderfolgenden Bildern dividiert durch die Zeitdifferenz der beiden Bildern)
- Beschleunigungen
(aus der Differenz zweier aufeinanderfolgender Geschwindigkeiten über die Zeit)

Somit können alle erforderlichen Daten von Verkehrssituationen bestimmt werden. Die Daten werden unverarbeitet in Form von Positionen (Abstände) und Zeitdifferenzen gespeichert, um für eine weitere Auswertung alle Möglichkeiten offen zu lassen. Auf diese Weise können beispielsweise die Geschwindigkeitsmessungen den verschiedenen Positionen im Strassenraum zugeordnet werden.

Die weitere Auswertung der Daten kann mit Tabellenkalkulationsprogrammen erfolgen.

Darüber hinaus verfügt ViVA_{traffic} über ein Modul zur automatischen Verkehrsmengenerhebung und Geschwindigkeitsmessung. Dabei werden auf frei konfigurierbaren optischen Detektoren die Positionen der Fahrzeuge in einem Weg-Zeit-Diagramm erfasst und ausgewertet. Neben der Geschwindigkeitsmessung erfolgt eine Unterscheidung der Fahrzeuge in PKW und LKW.

Forschungsberichte auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI)
Rapports de recherche sur proposition de l'Association suisse des ingénieurs en transports (SVI)
 (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 Angehm Meyer)
- 1983 **Güternahverkehr, Verteilungsmodelle**
(Emch + Berger AG)
- 1983 **Parkraumbewirtschaftung als Mittel der Verkehrslenkung ***
(Glaser + Saxer)
- 1984 **Le rôle des taxis dans les transports urbains (franz. Ausgabe)**
(Transitec)
- 1984 **Park and Ride in Schweizer Städten ***
(Balzari & Schudel AG)
- 1986 **Verträglichkeit von Fahrrad, Mofa und Fussgänger auf gemeinsamen Verkehrsflächen ***
(Weber Angehm Meyer)
- 1987 **Verminderung der Umweltbelastungen durch verkehrsorganisatorische u.-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 Angehm Meyer)
- 1991 **Erhebung zum Güterverkehr**
(Abay & Meier, Albrecht & Partner AG, Holinger AG, RAPP AG, Sigmaplan AG)
- 1991 **Mögliche Methoden zur Erstellung einer Gesamtbewertung bei Prüfverfahren***
(Basler & Partner AG)
- 1992 **Einsatzkonzepte und Integrationsprobleme der Elektromobile***
(U. Schwegler)
- 1992 **UVP bei 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 **Velofahren in Fussgängerzonen ***
(P. Ott)
- 1993 **Vernetztes bzw. ganzheitliches Denken bei Verkehrsvorhaben**
(Jauslin + Stebler, Rudolf Keller AG)

- 1993 **Untersuchung des Zusammenhanges von Verkehrs- und Wandermobilität**
(synergo, Jenni + Gottardi AG)
- 1993 **Einsatzmöglichkeiten und Grenzen von flexiblen Nutzungen im Strassenraum**
(Sigmaplan AG)
- 1993 **EIE et infrastructures routières, Guide pour l'établissement de rapports d'impact ***
(Büro BC, Jenni + Gottardi AG, Scherrer)
erschieden als Mitteilungen zur UVP Nr. 7(93) / Juli 1993 des BUWAL/parus comme informations concernant l'étude de l'impact sur l'environnement EIE No. 7(93) / juillet 1993 de l'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 somme base de modèles de trafic**
(Robert-Grandpierre et Rapp SA / INSER SA / Rosenthaler & Partner AG)
- 1998 **Perspektiven des Freizeitverkehrs. Teil 2: Strategien zur Problemlösung**
(R + R Burger und Partner, Büro Z)
- 1998 **Kombinierte Unter- und Überführung für FussgängerInnen und VelofahrerInnen**
(Büro BC / Pestalozzi & Stäheli)
- 1998 **Kostenwirksamkeit von Umweltschutzmassnahmen**
(INFRAS)
- 1998 **Abgrenzung zwischen Personen- und Güterverkehr**
(Prognos AG)
- 1999 **Gesetzmässigkeiten im Strassengüterverkehr und seine modellmässige Behandlung**
(Abay & Meier / Ernst Basler + Partner AG)
- 1999 **Aktualisierung der Modal Split-Ansätze**
(P. Widmer)
- 1999 **Management du trafic dans les grands ensembles**
(Transportplan SA)
- 1999 **Technology Assessment im Verkehrswesen : Vorstudie**
(RAPP AG Ing. + Planer Zürich)
- 1999 **Verkehrstelematik im Management des Verkehrs in Tourismusgebieten**
(ASIT / IC Infraconsult AG)
- 1999 **„Kernfahrbahnen“ Optimierte Führung des Veloverkehrs an engen Strassenquerschnitten**
(Metron Verkehrsplanung und Ingenieurbüro AG)

Die Berichte können bezogen werden bei / Les rapports peuvent être commandés au:

SVI Sekretariat, Postfach 421, 8034 Zürich
Telefon: 01 984 18 84, Telefax 01 984 25 65
E-Mail: svi@swissonline.ch

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

18. Januar 2000/publik1.doc