

Potentielle Gefahrenstellen

Endroits potentiellement dangereux

Basler & Hofmann, Ingenieure und Planer AG, Zürich
Dr. A. Eckhardt
A. F. Allemant, dipl. Bau-Ing. ETH

Psychologisches Institut der Universität Zürich
Prof. Dr. A. S. Cohen

Forschungsauftrag SVI 1998/092 (46/98) auf Antrag der
Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI)

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur den (die) vom Bundesamt für Strassen beauftragten Autor(en).

Bezug: Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI), Postfach 421, 8034 Zürich

Le contenu de ce rapport n'engage que l' (les) auteur(s) mandaté(s) par l'Office fédéral des routes.

Diffusion: Association suisse des ingénieurs en transports (SVI), case postale 421, 8034 Zürich

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung / Résumé / Summary

1.	Ausgangslage und Zielsetzung	1
1.1	Sicherheit im Strassenverkehr	1
1.2	Was ist eine Gefahrenstelle?	2
1.3	VSS-Normen	4
1.4	Zielsetzung	7
2.	Grundlegende Erkenntnisse und Methodik	8
2.1	Definitionen	8
2.2	Rahmenbedingungen	8
2.3	Erhebung von Arbeitshypothesen	9
2.4	Überprüfung der Arbeitshypothesen	11
2.5	Empfehlungen für Sicherheitsmassnahmen	13
3.	Menschen im Verkehr	15
3.1	Informationsaufnahme und Verhalten	15
3.2	Individuelle Eigenschaften und situative Einflüsse	23
3.3	Entwicklungstendenzen und besonders gefährdete Gruppen	25
3.4	Risikoverhalten	30
4.	Unfallbegünstigende Faktoren	34
4.1	Entstehung und Vermeidung von Unfällen	34
4.2	Sicherheitsrelevante Situationen	37
4.3	Eigenschaften und Ausstattung von Motorfahrzeugen	41
4.4	Einflüsse auf die Sicherheit von Zufussgehenden	46
4.5	Einflüsse auf die Sicherheit von Radfahrenden	50
4.6	Einflüsse auf die Sicherheit motorisierter Verkehrsteilnehmender	52
5.	Anpassung des Verhaltens bei risikomindernden Massnahmen	57
6.	Arbeitshypothesen	61
6.1	Allgemeine Arbeitshypothesen	61
6.2	Fahren am Tag	73
6.3	Fahren in der Nacht	75

15. Dezember 2001

7.	Unfälle an Gefahrenstellen	77
7.1	Untersuchungsgegenstand und Vorgehen	77
7.2	Auswertung von Unfallschwerpunkten und Unfallhäufungsstellen	78
8.	Bewertung und Ausblick	85
8.1	Gefahrenstellen erfassen und überprüfen	85
8.2	Folgerungen für die Verkehrssicherheit	86
8.3	Weiterführende Arbeiten	87
9.	Quellen	89
9.1	Gespräche	89
9.2	Literatur	89

Anhang: **Wegleitung**

Projektbeteiligte

Verfasser des Berichts:

- Anne Eckhardt, Basler & Hofmann, Zürich
- André F. Allemand, Basler & Hofmann, Zürich
- Patrick Meyer, Basler & Hofmann, Zürich
- Marcia Perrin, Basler & Hofmann, Zürich

in Zusammenarbeit mit Prof. A. S. Cohen, Psychologisches Institut
der Universität Zürich

Mitglieder der Begleitkommission:

- Urs Marti, Strassenverkehrs- und Schifffahrtsamt
des Kantons Bern (Vorsitz)
- Peter Bachmann, Büro BC
- Peter Gruber, Ingenieurbüro Eng + Partner AG
- Daniel Sauter, Fussverkehr Schweiz
- Christian A. Huber, bfu
- Matthias Senn, Senn + Partner AG
- Peter Staub, Tiefbauamt des Kantons Thurgau
- Hansruedi Wymann, Stadtpolizei Zürich

Danksagung

Das Projektteam dankt Herrn M. Weissert, Dienstchef der Verkehrstechnik bei der Kantonspolizei Zürich für seine Unterstützung bei der Überprüfung von Gefahrenstellen anhand von Unfallschwerpunkten im Kanton Zürich.

Zusammenfassung

Unfallgeschehen und Verkehrssicherheit

Sicherheit im Strassenverkehr entsteht aus dem Zusammenwirken verschiedener Faktoren. Das Unfallgeschehen ist durch Einflüsse aus den Bereichen Mensch, Umwelt, Fahrzeug, Verkehrsablauf, Strasse und Rechtsvorschriften bestimmt, die zum Teil in Wechselwirkung miteinander stehen. Eine besondere Bedeutung kommt dabei dem menschlichen Faktor zu.

Menschen im Verkehr

Im Strassenverkehr sind vielfältige Fähigkeiten des Menschen gefordert. Wesentliche Grundlage für diese Fähigkeiten bilden physiologische und psychologische Eigenschaften, die individuell unterschiedlich ausgeprägt sind. Dazu gehören z.B. Nachtsicht, Hörvermögen und die Möglichkeiten zur Bewältigung von Stresssituationen. In der Regel variieren diese Eigenschaften mit dem Lebensalter. Dazu treten Einflüsse der jeweiligen Situation wie Hitze, Müdigkeit, Gereiztheit. An potentiellen Gefahrenstellen ist der Einfluss des menschlichen Faktors auf die Verkehrssicherheit besonders ausgeprägt.

Potentielle Gefahrenstellen

Potentielle Gefahrenstellen sind kurze Streckenabschnitte, die den Projektierungsrichtlinien entsprechen und an denen dennoch ein erhöhtes Unfallrisiko besteht. Dieses Unfallrisiko beruht primär auf einer falschen Risikoeinschätzung der Verkehrsteilnehmenden, wobei das objektiv bestehende das subjektiv wahrgenommene Risiko übersteigt.

Gefahrenstellen sind also Streckenabschnitte, an denen das Risiko häufig nicht wahrgenommen, zu spät erkannt oder falsch beurteilt wird. In Einzelfällen wird auch die Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmenden stark durch Reize ausserhalb des Verkehrsgeschehens gebunden, oder die Situation verleitet zu riskantem Verhalten. Entscheidend für das Vorliegen einer Gefahrenstelle ist die Differenz zwischen objektiver Gestaltung des Verkehrsraums einerseits und wahrnehmbarer bzw. verhaltenswirksamer Gestaltung andererseits.

Vorgehen

Um potentielle Gefahrenstellen zu erfassen und zu charakterisieren, wurden eine Literaturrecherche vorgenommen und Gespräche mit Experten aus der Praxis geführt. Da Unfälle selten auftreten und in der Regel durch das Zusammenwirken mehrerer Einflüsse bedingt sind, müssen Gefahrenstellen nicht unbedingt auch durch eine Häufung von Ereignissen auffallen. Unfallschwerpunkte und Unfallhäufungsstellen, an denen die Projektierungsrichtlinien eingehalten werden, stellen jedoch einen Anhaltspunkt für die Sicherheitsrelevanz von Gefahrenstellen dar.

Grundsätze zu Gefahrenstellen

Im Verlauf der Untersuchung wurden zwanzig Arbeitshypothesen zu Gefahrenstellen erhoben und durch Beschreibungen spezifischer Situationen konkretisiert. Gefahrenstellen sind durch mindestens einen der folgenden Grundsätze charakterisiert:

- Strassenbild und Verkehrsregime befinden sich nicht in Übereinstimmung miteinander.
- Wichtige Hinweise auf das eigene Verkehrsverhalten oder das Verhalten anderer Verkehrsteilnehmender fehlen.
- Der weitere Strassenverlauf ist nicht eindeutig erkennbar.
- Im Verkehrsraum tritt unvermittelt eine sicherheitsrelevante Veränderung ein.
- Andere Verkehrsteilnehmende sind schlecht wahrnehmbar.
- Die Verkehrssituation ist zu komplex.
- Von der Verkehrsumgebung gehen starke Reize aus, die nicht unmittelbar mit dem Verkehrsgeschehen in Zusammenhang stehen.
- Es bestehen Anreize für ein riskantes Verkehrsverhalten.

Sicherheitsmassnahmen

Zur Vermeidung und Behebung von Gefahrenstellen muss daher auf ausreichende und korrekte Information sowie auf ein optimales Anforderungsniveau für die Verkehrsteilnehmenden geachtet werden. Informationen sollten überwiegend nicht bewusst aufgenommen werden. Einer Gestaltung des Strassenraums, die mit dem Verkehrsregime übereinstimmt, wird also z.B. gegenüber der Signalisation Vorrang eingeräumt. Die Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmenden wird gezielt auf die relevanten Informationen gelenkt, und Ablenkungen ausserhalb des Verkehrsgeschehens werden vermieden.

Sanierungen von Gefahrenstellen erfolgen in der Regel in einem komplexen Umfeld, wobei die Wechselwirkungen von Mensch, Umwelt, Fahrzeug, Verkehrsablauf, Strasse und Rechtsvorschriften, aber auch die jeweiligen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu beachten sind. Eine möglichst risikoarme Strasse ist der menschlichen Leistungsfähigkeit angepasst und Fehlern gegenüber tolerant. Sie verleitet nicht zu unvorsichtigem Handeln und unterstützt die Kompensation von Fehlhandlungen. Dabei werden auch schwächere Verkehrsteilnehmende, z.B. ältere Menschen, berücksichtigt, um ein hohes Mass an Sicherheit zu erreichen.

Résumé

Accidents de circulation et sécurité

La sécurité dans la circulation routière dépend de différents facteurs. En interagissant entre eux, les usagers de la route (conducteurs et piétons), l'environnement, le genre de véhicule, le type de route, la circulation et les directives influencent les événements sur la route. Le facteur humain, dans ces possibles interactions, joue un rôle très important.

Personnes dans la circulation routière

La circulation routière exige des multiples capacités des usagers de la route. Ces talents, individuels et différents pour chaque être humain, se basent surtout sur des qualités physiologiques et psychologiques, dont par exemple l'indulgence, la capacité auditive et le domptage de situation de stress. Généralement ces caractéristiques varient avec l'âge. La chaleur, la fatigue, l'irritation influencent en plus chaque particulière situation et la relative réaction des usagers de la route. Dans des endroits potentiellement dangereux le facteur humain devient plus important que les autres facteurs pour la sécurité dans la circulation.

Lieux potentiellement dangereux

Des endroits potentiellement dangereux peuvent être décrits comme des courtes sections de voie qui, d'une part, ont été planifiées selon les directives en vigueur et où, d'autre part, subsiste un risque d'accident élevé. Ceci est causé en premier lieu par une mauvaise estimation du risque de la part des usagers de la route: le risque objectif existant dépasse la perception subjective du risque.

Des endroits potentiellement dangereux sont donc des lieux, où le risque effectif souvent n'est pas perceptible, n'est pas reconnaissable assez vite ou peut être mal jugé. En plus dans des situations particulières, il se peut que l'attention des usagers de la route soit réduite par des stimulations venantes du dehors de la circulation effective ou que la situation elle-même induise à un comportement risqué. La différence entre la formation objective de la route et la formation apercevable fait qu'un endroit devienne potentiellement dangereux.

Procédure

Les auteurs du rapport ont fait une recherche dans la littérature et se sont entretenus avec des experts dans le domaine, afin de pouvoir recenser et caractériser des endroits potentiellement dangereux. Etant donné que les accidents sont tout de même rares et qu'ils sont provoqués par une interaction de différents facteurs, ils ne se passent pas nécessairement plus d'accidents dans des endroits potentiellement dangereux que sur le reste du réseau routier. Une section de voie, où les directives de planification ont été suivies et où on peut observer une fréquence élevée d'accidents, peut donner des indications relatives à la sécurité d'endroits potentiellement dangereux.

Principes relatifs aux lieux dangereux

Au cours de ces recherches vingt hypothèses de travail relatives aux endroits dangereux ont été supposées et décrites en se basant sur des situations réelles. Un endroit dangereux peut être caractérisé par au moins une des affirmations suivantes:

- l'image de la route ne correspond pas à la circulation effective
- des indications au sujet de la propre conduite ainsi que celle des autres usagers de la route manquent
- la suite de la route ne peut pas être aperçue de manière univoque
- un changement brusque dans l'espace routier réduit la sécurité
- les autres usagers de la route ne sont pas bien apercevables
- la situation est trop complexe
- l'environnement stimule beaucoup les usagers de la route; ces stimuli ne sont pas en relation avec les événements
- l'environnement provoque une conduite risquée

Mesures de sécurité

Afin de pouvoir éliminer et éviter des sections de route dangereuses il faut d'un côté fournir suffisamment d'informations correctes aux usagers et d'autre part il faut faire attention à combien peut-on exiger des usagers de la route: les informations doivent pouvoir être assimilées de manière inconsciente. C'est à dire que la planification d'un espace routier adapté à la circulation est plus importante que la signalisation. L'attention des usagers de la route doit être dirigée vers des informations importantes et il faut éviter que l'environnement les stimule trop en causant des distractions.

Des assainissements d'endroits dangereux sont généralement difficiles à cause des interactions entre les usagers de la route, l'environnement, les véhicules, la circulation, la route et les directives ainsi que les intérêts économiques qu'il faut tenir en considération. Pour qu'une route ait le moins de risques possibles, il faut l'adapter aux capacités et aux probables erreurs des usagers de la route. Elle ne doit pas provoquer des actions imprudentes et au même temps il doit être possible pour tous les usagers de pouvoir corriger (en partie) des erreurs faites.

En conclusion il faut aussi tenir compte des usagers les plus faibles, comme par exemple les personnes âgées et les enfants, afin de pouvoir atteindre un niveau de sécurité élevé.

Summary

Accident pattern and road safety

The safety of road traffic is a result of multiple effects and a combination of various factors. The accident pattern is determined by a variety of elements such as human beings, the environment, vehicles and traffic operation, geometric and physical elements of the road, traffic law etc. All these elements will to some extent interact with each other. However, particular attention is to be given to the human factor.

Human individuals participating in road traffic

Road traffic requires a wide range of capabilities and competence from human beings. The essential basis of all capabilities in this regard is both of psychological and physiological nature. However, they may be different with each individual regarding the performance of night vision, the sensitivity of sound perception and the ability to deal with stress situations for instance. In general these abilities may also vary significantly with the age of the individual.

Other effects such as heat, fatigue or irritation may come with it. It must be pointed out that the human factor plays the most important role with regard to potential accident spots.

Potential accident spots

Potential accident spots are defined as short sections of road complying with appropriate standards and yet showing up an increased but unexpected accident risk. This is mainly a result of an inadequate risk assessment of the road users involved, whereby the actual risk always exceeds the individually perceived level of risk.

Thus an accident spot may be identified as a section of road that impedes road users from perceiving a potential risk correctly or letting them perceive it too late alternatively. In particular cases the attention of road users may be attracted by events beyond of the traffic operation itself or the actual circumstances are tempting road users to take higher risks. To identify the presence of an accident spot it is essential that the actual design of the road and the outlook of open space are different from how they appear to traffic participants or how they are affecting individual behavior.

Procedure of the study

The assessment of potential accident spots was based on extended literature research; furthermore various interviews were held with experts providing practical experience. As accidents do happen rather scarcely and in general must be seen as a result of multiple effects, accident spots will not necessarily draw our attention by a noticeably high number of events. However, crucial accident spots i.e. places or sections of road respectively where accidents really happen more frequently, though complying with design standards, such

places may give hints to identify accident spots according to the above mentioned definition.

Principals regarding accident spots

In the course of investigation twenty hypothesis regarding potential accident spots were established and, in addition, were specified by the description of particular cases. Potential accident spots are defined by at least one of the following principals:

- Both the appearance of the road area and traffic operation are not in accordance with each other.
- Some relevant information about the attitude of road users is missing, whether one's own behavior or else the action of others is concerned.
- The character of section of road ahead may not be clearly perceived.
- A basic change of the road appearance relevant regarding to safety aspects turns up unexpectedly.
- Recognition of other traffic participants is not sufficient.
- Circumstances of traffic operation are too complex
- The outskirts of the road area and actions beyond of traffic operation may attract the driver's attention
- Incentives to road users making them accept higher risks.

Safety measures

In order to avoid or improve potential accident spots, emphasis must be given to both comprehensive and correct driver information and an optimization of the level of capabilities requested from traffic participants. All relevant information for road users should be perceived unconsciously. The arrangement of the road elements and the open space should be fully in accordance with the desired traffic operation rather than bringing it to compliance by means of traffic signals. The attention of traffic participants must strictly be focused on the relevant information regarding traffic operation and diversion by external effects must clearly be avoided.

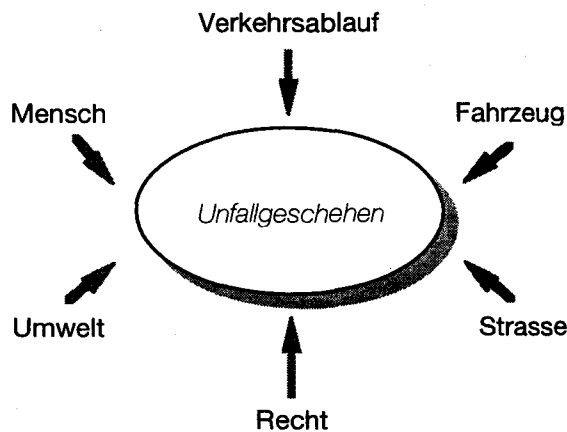
The improvement of accident spots has to deal with a complex variety of influences that have to be considered such as the interaction of human beings, the environment, the vehicles, traffic operation, the course of the road and legal constraints. A road with a low risk level is fully adapted to the human capability profile and it offers ample tolerance to human failure. Furthermore, it does not induce imprudent behavior but supports the compensation of unsafe actions. This implies that provision is made for the less capable traffic participants such as the elderly and handicapped people in order to achieve a high level of safety.

1. Ausgangslage und Zielsetzung

1.1 Sicherheit im Strassenverkehr

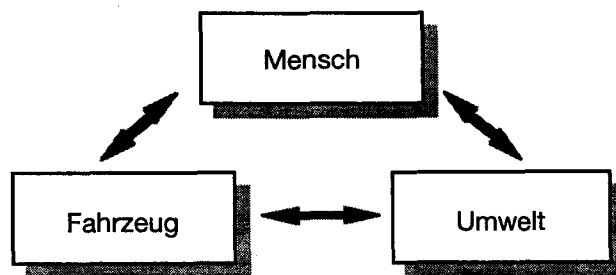
Einflüsse auf das Unfallgeschehen

Sicherheit im Strassenverkehr entsteht durch das Zusammenwirken verschiedener Einflüsse und Rahmenbedingungen. Das Unfallgeschehen ist in der Regel durch mehrere Faktoren aus den Bereichen Mensch, Umwelt, Fahrzeug, Verkehrsablauf, Strasse und Rechtsvorschriften bestimmt:



Einflüsse auf das Unfallgeschehen

Diese Einflüsse bedingen sich gegenseitig, wie etwa der Regelkreis Mensch – Fahrzeug – Umwelt zeigt:



Wechselwirkungen zwischen Mensch, Fahrzeug und Umwelt

Bedeutung des menschlichen Faktors

Dabei spielt der menschliche Faktor eine bedeutende Rolle. Neben mehr oder weniger konstanten Eigenschaften der Person¹, wie beispielsweise dem räumlichen Sehvermögen, ist deren momentane Verfassung² wichtig, bei-

¹ langfristigen Variablen

² kurzfristige Variablen

spielsweise Müdigkeit oder Gereiztheit. Äussere Einflüsse wirken sich auf die Leistungsfähigkeit aus, etwa die Ablenkung durch Mitfahrende, und Informationen aus der Verkehrsumgebung, die es z.B. erschweren können, die jeweilige Situation zu überblicken und richtig einzuschätzen.

Das Verhalten der Verkehrsteilnehmenden wird wesentlich von deren Risikowahrnehmung bestimmt. Übersteigt das subjektiv wahrgenommene das objektiv vorhandene Risiko, so nutzt beispielsweise der motorisierte Verkehrsteilnehmende seine Leistungsreserven nicht vollständig aus und kann daher eher rechtzeitig auf eine unerwartete Situation reagieren. Unterschreitet das subjektive dagegen das objektive Risiko, so geht der Lenkende in seinem Fahrverhalten über seine Leistungsfähigkeit hinaus. Dementsprechend steigt die Unfallgefahr sprunghaft an.

Ganzheitliche
Betrachtung

Die Zielvorstellung der «sicheren Strasse» ist eine Vision, die in der Praxis unerreichbar bleibt. Ursachen dafür liegen unter anderem in der nur bedingt beeinflussbaren physischen und psychischen Verfassung der Verkehrsteilnehmenden, zufallsbedingten Einflüssen und technischen Restrisiken. Dennoch sind durch geeignete Massnahmen weitere Verbesserungen der Verkehrssicherheit möglich. Verkehrsingenieure und Verkehrspsychologen haben in den letzten Jahren wesentliche Fortschritte im Wissen um die Unfallentstehung erzielt. Auf dieser Grundlage wurden wirksame Instrumente entwickelt, um die Sicherheit im Strassenverkehr zu fördern. Dabei wuchs die Erkenntnis, dass letztlich eine ganzheitliche Sicht des Verkehrs- und Unfallgeschehens erforderlich ist, die Mensch, Umwelt, Fahrzeug, Verkehrsablauf, Strasse und Rechtsvorschriften einbezieht. Der Forschungsauftrag SVI 46/98 stellt einen Beitrag zu einer solchen ganzheitlichen Betrachtungsweise dar.

1.2 Was ist eine Gefahrenstelle?

Verteilung der Unfälle
über das Strassennetz

In der Schweiz werden jährlich etwa 80'000 Unfälle polizeilich registriert. Diese Unfälle verteilen sich nicht gleichmässig über das Strassennetz [R. Allenbach et al. 1996]. Auf Strassen ausserorts etwa stellen vor allem Kurven Unfallschwerpunkte, sowohl bezüglich Unfallhäufigkeit als auch bezüglich Unfallschwere, dar [P. Spacek 1998].

Unfallschwerpunkte oder Unfalldüpfungsstellen werden auch auf Strassen registriert, die den Projektierungsrichtlinien entsprechen. Daher liegt die Annahme nahe, dass Verkehrsteilnehmende zumindest an einem Teil dieser Orte durch Anforderungen, die in den Projektierungsrichtlinien nicht berücksichtigt

wurden, überfordert sind. Dies gilt insbesondere bei eingeschränktem Leistungsvermögen oder dem gleichzeitigen Auftreten anderer Erschwernisse, wie beispielsweise einer durch schlechte Witterungsverhältnisse eingeschränkten Sicht.

Systemabgrenzung

Das Forschungsprojekt SVI 46/98 befasst sich daher mit kurzen Streckenabschnitten, die den Projektierungsrichtlinien entsprechen und an denen dennoch eine erhöhte Gefährdung der Verkehrsteilnehmenden besteht. Als Projektierungsrichtlinien werden die vor allem in den VSS-Normen festgehaltenen Grundlagen und Empfehlungen bezeichnet.

Die Untersuchung bezieht Zufussgehende, Radfahrende und motorisierte Verkehrsteilnehmende ein. Auf die spezifische Situation behinderter Verkehrsteilnehmender wurde nicht eingegangen, da diese vielschichtige Fragestellung eine spezielle Analyse erfordert³.

Definition einer Gefahrenstelle

An potentiellen Gefahrenstellen, im Folgenden auch kurz als «Gefahrenstellen» bezeichnet, besteht ein erhöhtes Unfallrisiko, das primär auf einer falschen Risikoeinschätzung des durchschnittlichen Verkehrsteilnehmenden beruht. Dabei übersteigt das objektiv bestehende das subjektiv wahrgenommene Risiko.

Gefahrenstellen sind also Streckenabschnitte,

- an denen das objektive Risiko häufig nicht wahrgenommen wird⁴
- an denen das objektive Risiko häufig zu spät erkannt wird
- an denen das objektive Risiko häufig falsch beurteilt wird
- an denen die Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmenden häufig zu stark durch Reize ausserhalb des Verkehrsgeschehens gebunden wird
- die zu riskantem Verhalten verleiten

³ Eingehendere Untersuchungen wären unter anderem zu den spezifischen Risiken für behinderte Zufussgehende erforderlich. Oft kommt es z.B. zu Unfällen von Blinden an Baustellen oder von mobilitätsbehinderten Menschen bei Schnee- und Eisglätte. Die Erfassung dieser Unfälle wird dadurch erschwert, dass eine hohe Dunkelziffer besteht und Ereignisse, an denen ausser Zufussgehenden keine anderen Verkehrsteilnehmenden beteiligt sind, nicht in die Statistik der Verkehrsunfälle aufgenommen werden.

⁴ beispielsweise aufgrund eines Informationsdefizits oder übermässiger Komplexität der Situation

Bei der Gestaltung des Verkehrsraums lassen sich drei Dimensionen unterscheiden [nach G. Hauger 1996]:

- die objektive Gestaltung durch tatsächlich vorhandene, messbare Elemente des Strassenraums
- die wahrnehmbare Gestaltung, die von den Verkehrsteilnehmenden aus ihrer Perspektive wahrgenommen wird
- die verhaltenswirksame Gestaltung, die sowohl objektive Elemente der Verkehrsumgebung als auch subjektive Eindrücke, Empfindungen und Erfahrungen der Verkehrsteilnehmenden umfasst

Entscheidend für das Vorliegen einer Gefahrenstelle ist die Differenz zwischen objektiver Gestaltung einer- und wahrnehmbarer bzw. verhaltenswirksamer Gestaltung andererseits.

Die Untersuchung berücksichtigt

- die Wahrnehmung und das Verhalten der überwiegenden Zahl der Verkehrsteilnehmenden
- leichtes Fehlverhalten von Verkehrsteilnehmenden, wie z.B. das nächtliche Queren von Fussgängerstreifen in einem engen Bereich vor oder nach dem beleuchteten Streifen
- verschiedene Sicht- und Witterungsverhältnisse in der Verkehrsumgebung

Nicht behandelt werden dagegen

- Streckenabschnitte mit eindeutigen verkehrstechnischen Mängeln
- grobes Fehlverhalten von Verkehrsteilnehmenden
- nicht streckenspezifische Beeinträchtigungen der Wahrnehmung und Reaktionsfähigkeit von Verkehrsteilnehmenden wie Medikamentenkonsum und starke Übermüdung

Die Untersuchung bezieht die Streckenabschnitte vor und nach der eigentlichen Gefahrenstelle mit ein. Berücksichtigt werden auch Knotenpunkte, Baustellen sowie Zugänge zu Bus- und Tramhaltestellen.

1.3 VSS-Normen

Die VSS-Normen enthalten vielfältige Grundlagen, um Risiken im Strassenverkehr zu vermeiden und zu vermindern:

Stichwort in Norm	VSS-Norm	Was ist der Zweck?	Bemerkungen
Sicherheitsanforderungen in Abhängigkeit des Strassentyps	640 040b	vor allem Schutz vor Fremdeinwirkungen	z.B. Richtungstrennung und Wildzäune auf Autobahnen
Geschwindigkeitsdiagramm	640 080b	Ziel: homogene Linienführung	
Projektierungsgeschwindigkeit	640 080b	Nachweis über die Einhaltung der gestellten Mindestanforderungen	z.B. Berücksichtigung physikalischer Gesetzmässigkeiten
Ausbaugeschwindigkeit	640 080b	«Nutzungs- und Sicherheitsplan» Anforderungsprofil für einen bestimmten Strassenabschnitt	Zusammenhang von Ausbaugeschwindigkeit und Elementen der Linienführung
Optische Linienführung	640 140	Vermeidung von Fehleinschätzungen des weiteren Strassenverlaufs durch den Lenkenden	
Querschnitt (Fahrstreifenbreite)	640 200 (640 105)	Vermeidung von (Streif-) Kollisionen mit Objekten und anderen Fahrzeugen durch ausreichenden Bewegungsspielraum und Sicherheitsabstand gegenüber Hindernissen und Gegenverkehr	Diverse Zuschläge zu den Grundabmessungen der Fahrzeuge
Passive Schutzeinrichtungen (Leitschranken)	640 565 f.	Reduktion der Unfallschwere bei unbeabsichtigtem Verlassen der Fahrbahn	
Strassensignalisation	640 810d-821 640 845	Hinweis auf Streckenabschnitte mit erhöhtem objektivem Risiko (z.T. bei besonderen Strassenverhältnissen)	
Leiteinrichtungen Strassenmarkierungen	640 822 640 850-62	<ul style="list-style-type: none"> • Wahrnehmung des Fahrbahnverlaufs verdeutlichen • Wahrnehmung von Hindernissen / gefährlichen Streckenabschnitten verbessern 	
Zwischenzeiten bei Ampeln	640 838	Vermeidung von Kollisionen an lichtsignalgeregelten Knotenpunkten	

Sicherheitsrelevante Aspekte in den VSS-Normen. Die Titel der angesprochenen Normen sind auf der folgenden Seite aufgeführt.

Nr. SN/VSS	Titel
640 040b	Projektierung – Strassentypen
640 080b	Projektierung – Geschwindigkeit als Projektierungselement
640 105	Linienführung – Verbreiterung der Fahrbahn in Kurven
640 140	Linienführung – Optische Anforderungen
640 200	Geometrische Normalprofile – Grundsätze
640 565	Abschlüsse – Passiver Schutz im Strassenraum, Grundlagen
640 810d	Strassensignale – Gefahrensignale
640 811d	Strassensignale – Vorschriftssignale
640 812	Strassensignale – Vortrittssignale
640 814b	Strassensignale – Anzeige der Fahrstreifen
640 815c	Strassensignale – Hinweissignale
640 817c	Strassensignale – Wegweiser auf Haupt- und Nebenstrassen für den allgemeinen Verkehr
640 818	Strassensignale – Nummerntafeln an Hauptstrassen
640 819b	Strassensignale – Zusatztafeln
640 820	Strassensignale – Wegweiser auf Autobahnen und Autostrassen
640 821	Strassensignale – Nummerntafeln für Europastrassen, Autobahnen / Autostrassen
640 822	Strassensignale – Leiteinrichtungen
640 838	Lichtsignalanlagen – Zwischenzeiten
640 845	Signale, Anordnung – Anordnung an Autobahnen und Autostrassen
640 850	Markierungen – Formen und Abmessungen
640 854	Markierungen – Anwendungsbeispiele für Autobahnen / Autostrassen
640 862	Markierungen – Anwendungsbeispiele für Haupt- und Nebenstrassen

Titel der zitierten VSS-Normen

1.4 Zielsetzung

Ausgangslage

Zur Charakterisierung und Vermeidung bzw. Sanierung potentieller Gefahrenstellen stehen Erfahrungen von Experten und Beiträge in der Fachliteratur zur Verfügung, aus denen sich Hinweise zur Planung und Beurteilung von Streckenabschnitten ergeben. Eine übersichtliche Zusammenstellung und Evaluation der Erkenntnisse fehlt jedoch bisher.

Aufgabenstellung

Mit dem Forschungsprojekt SVI 46/98 sollen daher folgende Ziele erreicht werden:

- *Einführung.* Das Projekt vermittelt eine Einführung in sicherheitsrelevante Einflüsse auf Wahrnehmung und Verhalten der Verkehrsteilnehmenden.
- *Arbeitshypothesen.* Aus den verfügbaren Informationen werden Arbeitshypothesen zur Charakterisierung und Vermeidung bzw. Sanierung von Gefahrenstellen abgeleitet und deren Gültigkeit geprüft.
- *Wegleitung.* Eine praxisbezogene Wegleitung zur Planung und Beurteilung von Streckenabschnitten wird skizziert, die auch Massnahmenvorschläge einschliesst.

Damit soll ein Beitrag zur Vermeidung bzw. Sanierung potentieller Gefahrenstellen geleistet werden, der letztlich zu einem Sicherheitsgewinn im Strassenverkehr führt.

Aufbau des Berichts

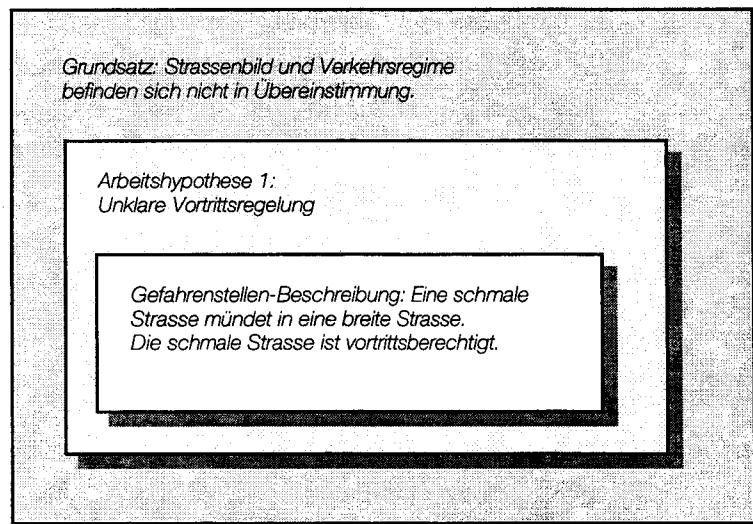
Die menschliche Wahrnehmung und menschliches Verhalten sind in vielfältiger Weise für das Verkehrsgeschehen von Bedeutung. Diese Bezüge werden in den Kapiteln 3 und 4 dargestellt. Die daran anschliessenden Ausführungen beinhalten Hinweise zur Erkennung und Vermeidung bzw. Sanierung potentieller Gefahrenstellen.

2. Grundlegende Erkenntnisse und Methodik

2.1 Definitionen

Die Charakterisierung von Gefahrenstellen erfolgt auf drei Ebenen:

- *Grundsätze.* Als «Grundsatz» wird ein allgemeines Prinzip bezeichnet, das eine Vielzahl von Gefahrenstellen kennzeichnet.
- *Arbeitshypothesen.* Eine «Arbeitshypothese» beschreibt ein typisches Merkmal von Gefahrenstellen.
- *Gefahrenstellen-Beschreibungen.* «Gefahrenstellen-Beschreibungen» sind Darstellungen einer konkreten Gefahrenstellensituation.



Beispiel für die Staffelung von Grundsatz, Arbeitshypothese und Gefahrenstellen-Beschreibung

2.2 Rahmenbedingungen

Gefahrenstellen und
Unfallschwerpunkte

Gefahrenstellen sind kurze Streckenabschnitte, an denen ein erhöhtes Unfallrisiko besteht. Da Unfälle selten auftreten, müssen Gefahrenstellen nicht unbedingt auch durch eine Häufung von Ereignissen auffallen. Nur ein geringer Prozentsatz der unsicheren Handlungen führt tatsächlich zu einem Unfall; der Unfall ist ein Extremereignis. Jene Gefahrenstellen, die Unfallschwerpunkte sind, stellen damit lediglich die «Spitze eines Eisbergs» dar.

Diese Spitze ist zudem nicht repräsentativ in dem Sinn, dass an Gefahrenstellen, wo sich Unfälle häufen, subjektives und objektives Risiko besonders weit auseinander liegen. Ein Unfall geht meistens auf mehrere Ursachen zu-

rück. An einer Gefahrenstelle, an der immer wieder Unfälle auftreten, kann daher z.B. bei schlechten Witterungsverhältnissen ein relativ geringfügiges Wahrnehmungsproblem mit glatter Fahrbahn zusammentreffen. Oder ein nahegelegener Veranstaltungsort bedingt, dass eine Kurve, deren Verlauf nachts schlecht erkennbar ist, vermehrt von alkoholisierten Verkehrsteilnehmenden befahren wird.

Sanierung von Gefahrenstellen

Zwischen einem Unfall und dem reibungslosen Verkehr liegt ein breites Spektrum von Gefährdungen. Mit menschlichen Fehlern muss immer gerechnet werden. Beim System Strassenverkehr ist daher eine gewisse Toleranz menschlichen Fehlern gegenüber erforderlich⁵. Wo an Gefahrenstellen ein erhöhtes Unfallrisiko besteht, sollte die Fehlertoleranz des Systems durch entsprechende Gestaltung des Verkehrsraums erhöht werden.

2.3 Erhebung von Arbeitshypothesen

Quellen

Grundsätze, Arbeitshypothesen und Gefahrenstellen-Beschreibungen können aus folgenden Quellen abgeleitet werden:

- *Fachliteratur.* In der Fachliteratur werden sowohl Grundlagen zu Wahrnehmung und Verhalten im Strassenverkehr als auch die Analyse unfallträchtiger Streckenabschnitte behandelt.
- *Erfahrungen von Experten.* Fachleute, die sich praxisbezogen mit der Analyse und Prävention von Unfällen befassen, verfügen aus ihrer beruflichen Erfahrung heraus über ein spezifisches Wissen zu Gefahrenstellen.
- *Experimentelle Untersuchungen.* Zur Ermittlung von Arbeitshypothesen werden Forschungsarbeiten, etwa am Verkehrssimulator, durchgeführt.
- *Auswertung von Unfallprotokollen.* Unfallprotokolle können genutzt werden, um typische Merkmale von Gefahrenstellen zu erheben und zu analysieren.

Vorgehensweise

Die zeitlichen und finanziellen Rahmenbedingungen der vorliegenden Studie waren nicht auf eine umfassende experimentelle Studie angelegt. Unfälle entstehen meistens aus einer Vielzahl von Einwirkungen heraus, die nicht alle in die Unfallprotokolle und in die Unfallstatistik einfließen. Die Auswertung von Unfallprotokollen wurde daher ebenfalls nicht als geeignetes Instrument zur

⁵ Eine Erweiterung erfährt dieses Konzept in der «Vision Zero», die nun auch in der Schweiz vermehrt diskutiert wird. Basierend auf den physischen und psychischen Leistungsgrenzen und der körperlichen Verletzlichkeit des Menschen werden fehlertolerante Strassen, Fahrzeuge etc. konzipiert [D. Sauter 2000].

Ermittlung von Grundsätzen, Arbeitshypothesen und Gefahrenstellen-Beschreibungen beurteilt.

Folgende Vorgehensweisen wurden näher geprüft:

- *Expertenbefragung.* Sammlung von Grundsätzen, Arbeitshypothesen und Gefahrenstellen-Beschreibungen bei Experten aus Wissenschaft und Praxis. Diese Aussagen spiegeln primär die Ansichten der Befragten zu potentiellen Gefahrenstellen wider.
Vorteil: Ein breites Spektrum von Grundsätzen, Arbeitshypothesen und Gefahrenstellen-Beschreibungen wird erhoben.
Nachteil: Die Grundsätze, Arbeitshypothesen und Gefahrenstellen-Beschreibungen sind wissenschaftlich nicht immer abgesichert.
- *Literaturrecherche.* Formulierung von Zusammenhängen aufgrund einer Literaturanalyse, so dass die Grundsätze, Arbeitshypothesen und Gefahrenstellen-Beschreibungen den aktuellen Stand der Wissenschaft reflektieren.
Vorteil: Das Vorgehen ist wissenschaftlich gesichert.
Nachteil: Erfahrungen aus der Praxis werden nur bedingt einbezogen.
- *Mittels Literaturrecherche bewertete Expertengespräche.* Formulierung von Grundsätzen, Arbeitshypothesen und Gefahrenstellen-Beschreibungen aufgrund von Expertenmeinungen, die im Spiegel der Forschungsergebnisse bekräftigt und bewertet werden.
Vorteil: Erfahrungen aus der Praxis werden berücksichtigt.
Nachteil: Zu vielen der geäußerten Ansichten liegen keine wissenschaftlichen Untersuchungen vor.

Stellenwert
der Arbeitshypothesen

Im Verlauf des Forschungsprojekts SVI 46/98 zeigte sich, dass für eine möglichst breite Erhebung von Grundsätzen, Arbeitshypothesen und Gefahrenstellen-Beschreibungen sowohl die Fachliteratur herangezogen als auch Experten aus der Praxis befragt werden sollten. Die in Kapitel 6 aufgeführten Arbeitshypothesen spiegeln daher Erkenntnisse aus wissenschaftlichen Untersuchungen und die praktische Erfahrung von Fachleuten wider. Die jeweiligen Quellen sind bezeichnet. Die Arbeitshypothesen wurden nach charakteristischen Merkmalen, welche die Wahrnehmung und das Verhalten der Verkehrsteilnehmenden betreffen, gegliedert. Die Gefahrenstellen-Beschreibungen sind nicht als abschliessende Aufzählung, sondern als Beispiele zu den Arbeitshypothesen zu verstehen. Die zugehörigen Grundsätze sind in der Wegleitung (vgl. Anhang) enthalten.

Vorgehen

Neben einer Literatur- und Internetrecherche wurden Gespräche mit Experten aus der Praxis geführt (vgl. 9.1). Die Auswahl der befragten Fachleute erfolgte

in Absprache mit der Begleitkommission der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure, SVI, zum vorliegenden Projekt. Die Gespräche mit den Experten wurden offen und nicht vorstrukturiert geführt.

2.4 Überprüfung der Arbeitshypothesen

Bewertungsverfahren

Für Gefahrenstellen im Sinn des vorliegenden Projekts sind nur in Ausnahmefällen quantitative Bewertungsverfahren verfügbar. Daher wurde nach einer allgemein anwendbaren Methode zur Plausibilitätskontrolle der Arbeitshypothesen gesucht.

Prognose von Unfallschwerpunkten

Zur Überprüfung der Arbeitshypothesen war zunächst folgendes Vorgehen geplant:

- Die Arbeitshypothesen werden als Anleitungen zur Erkennung und Vermeidung bzw. Sanierung von Gefahrenstellen formuliert.
- Einige am Projekt unbeteiligte Verkehrsingenieure nehmen mit Hilfe der Arbeitshypothesen die Beurteilung ausgewählter Strassenabschnitte vor.
- Die Beurteilung der Versuchspersonen wird mit den für diese Strassenabschnitte vorliegenden Unfallprotokollen der letzten Jahre verglichen.
- Zeigt sich, dass die Versuchspersonen in der Lage sind, mit Hilfe der Arbeitshypothesen gezielt Stellen, an denen Unfälle vorkamen, oder die sogar als Unfallschwerpunkt einzustufen sind, zu identifizieren, gelten die entsprechenden Arbeitshypothesen als bestätigt.

Dieses Vorgehen erwies sich jedoch aus verschiedenen Gründen als nicht umsetzbar:

- *Aussagekraft der Grundsätze und Arbeitshypothesen.* Eine übersichtliche Anzahl von Aussagen lässt sich lediglich auf dem Niveau der Grundsätze sowie allenfalls der Arbeitshypothesen formulieren. Solche allgemeinen Beschreibungen eignen sich erfahrungsgemäss nur beschränkt für die Beurteilung konkreter Verkehrsumgebungen (vgl. R. Allenbach et al. 1996).
- *Anzahl der Gefahrenstellen-Beschreibungen.* Sucht man nach präziseren Beschreibungen der Verkehrsumgebung («An einer Kreuzung wird ein Rotlicht von Ortsunkundigen nicht bemerkt, da sich die Lenkende auf ein Orientierungsschild hinter der Lichtsignalanlage konzentrieren»), findet man dagegen eine grosse Vielfalt solcher Situationen vor. Nur eine sehr aufwendige und ständig nachgeführte Untersuchung wird für sich beanspruchen können, die Fülle der möglichen Gefahrenstellen-Beschreibungen er-

schöpfend abzudecken. Für eine praxistaugliche Wegleitung ist das Verzeichnis aller Beschreibungen nicht geeignet. Zudem kommen die meisten der beschriebenen Situationen in der Realität nur selten vor.

- *Unfälle an Gefahrenstellen.* Abklärungen in Zusammenarbeit mit der Kantonspolizei Zürich und Erfahrungen von Experten aus der Praxis ergaben, dass potentielle Gefahrenstellen, an denen sich Unfälle häufen, selten sind. Gefahrenstellen tragen offenbar im Strassennetz eher verstreut als punktuell konzentriert zur Entstehung von Unfällen bei, was unter anderem mit der Vielzahl von Faktoren, welche die Unfallentstehung beeinflussen, zusammenhängt.

Auswertung von Unfallprotokollen

Zur Überprüfung der Arbeitshypothesen geeignet erscheint auch die Auswertung von Unfallprotokollen. Unfälle entstehen jedoch meistens aus einer Vielzahl von Einwirkungen heraus, die nicht alle in die Unfallprotokolle und in die Unfallstatistik einfließen. Eine umfassende und gesicherte Analyse der Abläufe im Vorfeld eines Unfalls ist daher auf diese Weise nicht möglich.

Bestätigung durch wissenschaftliche Untersuchungen

Die Erfahrungen und Meinungen von Experten lassen sich anhand von Grundlagen aus der Literatur überprüfen und ggf. wissenschaftlich bestätigen.

Im Verlauf des vorliegenden Projekts zeigte sich allerdings, dass die Experten – erwartungsgemäss – auf Erkenntnisse aus der Fachliteratur zurückgriffen, und solche Erkenntnisse auch höchstwahrscheinlich die Erfahrungen der Experten prägen. So formulierten die Experten vielfach Arbeitshypothesen, die sich in verschiedenen Publikationen wiederfinden, ohne dass deshalb diese Publikationen als unabhängige Bestätigung der Expertenaussage dienen könnten. Andererseits brachten die Experten zusätzliche Arbeitshypothesen in die Studie ein, die in ihrer Mehrzahl nicht direkt durch wissenschaftliche Untersuchungen belegt werden konnten.

Ein alternatives Vorgehen bestünde darin, die Arbeitshypothesen einzeln durch wissenschaftliche Experimente zu überprüfen. Ein solches Vorgehen geht allerdings weit über den Rahmen der vorliegenden Untersuchung hinaus.

Analyse von Unfallschwerpunkten

Schliesslich könnten die Arbeitshypothesen auch durch die Analyse von Unfallschwerpunkten überprüft werden. Zeigte sich, dass Unfallschwerpunkte Merkmale einer der postulierten Gefahrenstellen aufweisen, so könnte dies als Bestätigung der Arbeitshypothese gelten. Tatsächlich ergab sich im Verlauf der Untersuchung – neben den unter «Auswertung von Unfallprotokollen» aufgeführten Schwierigkeiten –, dass Unfallschwerpunkte, die zugleich Gefahrenstellen sind, offenbar selten vorkommen (vgl. 2.2) und damit keine statistisch verlässliche Auswertung von Unfallschwerpunkten möglich ist.

Erschwerend tritt bei der Plausibilitätskontrolle anhand von Unfallschwerpunkten hinzu, dass die befragten Experten und damit die von ihnen geäußerten Arbeitshypothesen zum Teil durch die Auswertung von Unfällen im jeweiligen Arbeitsbereich des Experten beeinflusst sind. Damit verliert die Plausibilitätskontrolle zumindest in jenen Kantonen, aus denen Experten im Rahmen der vorliegenden Studie befragt wurden, ihre Aussagekraft. Der Vergleich der Arbeitshypothesen mit Befunden an Unfallschwerpunkten bzw. Unfallhäufungsstellen in zwei Kantonen ist daher lediglich als erster Anhaltspunkt für die Bedeutung der Arbeitshypothesen anzusehen. Eine genauere Darstellung dieses Vergleichs findet sich in Kapitel 7.

2.5 Empfehlungen für Sicherheitsmassnahmen

Grundsätze

Die empfohlenen Sicherheitsmassnahmen zur Behebung von Gefahrenstellen wurden in Zusammenarbeit mit der Begleitkommission des SVI formuliert und berücksichtigen die Grundsätze:

- Die Strassengestaltung sollte der menschlichen Leistungsfähigkeit angepasst werden.
- Nicht alle Strassen im bestehenden Netz sind normgerecht gebaut und nicht alle lassen sich in die Vorgaben der Normen einpassen⁶.
- Bei Sanierungen sollten keine neuen Risiken geschaffen werden, die den erzielten Sicherheitsgewinn übersteigen.

Erhöhen sicherheitsgerichtete Massnahmen das Risiko?

Aus der Sicht praktisch tätiger Fachleute stellt sich bei Gefahrenstellen zudem die wesentliche Frage: Wo bzw. in welchen Situationen sind Massnahmen, die gemeinhin als sicher gelten, im Gegenteil eher kritisch zu beurteilen? Welche Erkenntnisse liegen dazu aus dem Bereich der Forschung vor?

⁶ Dies gilt z.B. vielfach für Strassen durch historisch gewachsene Ortskerne.

Beispiele sind:

- Grosse Sichtdistanzen⁷, übersichtliche Strassenverhältnisse ... verleiten, vor allem innerorts, zu unangepasst hohen Geschwindigkeiten und verursachen damit ein höheres Risiko für Zufussgehende und Radfahrende.
- Helle Beleuchtung in der Nacht ... führt zu umso grösseren Risiken im Hell/Dunkel-Bereich⁸.
- Jedem sein eigener Fahr- und Aufenthaltsbereich ... d.h. konsequente Verkehrstrennung, z.B. zwischen Fahrrädern und motorisierten Fahrzeugen, fördert das Anspruchsdenken: «Hier bin ich sicher und im Vorrecht». Damit kommt es innerorts zu falschem und risikoreicherem, z.B. rücksichtslosem Verhalten.
- Geschwindigkeitsbeschränkungen ... werden missachtet, wo die bauliche Anlage diese Massnahme nicht einsichtig macht. Dadurch steigt das Risiko.
- Grosszügig dimensionierte Ausbaugeschwindigkeiten auf Zweispurstrassen ..., führen vermehrt zu falschen Fahrerentschlüssen, sofern nicht zugleich ausreichende Strecken mit genügender Überholsichtweite vorhanden sind.

Ausserdem ist zu berücksichtigen, dass sich Verkehrsteilnehmende einer sicher erscheinenden Situation häufig durch riskanteres Verhalten anpassen (vgl. Kapitel 5).

⁷ Als Mindestlänge wäre die Anhaltstrecke zuzüglich eines Sicherheitsfaktors erforderlich.

⁸ Im Hinblick auf die Adaptation des menschlichen Auges muss vor allem eine homogene Beleuchtung gefordert werden. Die absolute Lichtstärke ist dagegen von untergeordneter Bedeutung.

3. Menschen im Verkehr

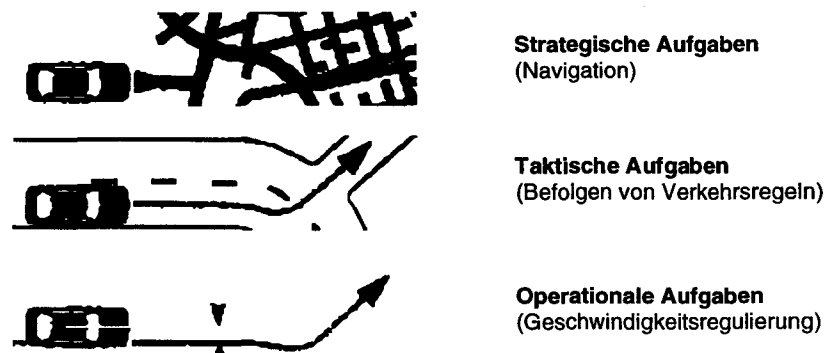
3.1 Informationsaufnahme und Verhalten

Sicheres Verkehrsverhalten

Das Verkehrsverhalten ist zielgerichtet. Es setzt eine kontinuierliche Informationsaufnahme und eine innere Repräsentation der Verkehrsumgebung voraus, die im Idealfall letztlich zum sicheren Verhalten führen [A. S. Cohen 1998]. Forschungsarbeiten zur Verkehrspsychologie haben in den letzten Jahren einen wesentlichen Beitrag geleistet, um die Verkehrssicherheit zu erhöhen. Im Allgemeinen können jedoch nur Teilaspekte des komplexen Problemfelds Informationsverarbeitung und Sicherheit im Strassenverkehr aufgezeigt werden. Die wechselseitige Beeinflussung verschiedener Parameter wird bisher kaum erfasst [Ch. Bielaczek 1998].

Aufgabenbewältigung bei der Verkehrsteilnahme

Bei der Teilnahme am Strassenverkehr, insbesondere beim Führen eines Motorfahrzeugs, stellen sich strategische, taktische und operationale Aufgaben. Auf der strategischen Ebene ist beispielsweise das rechtzeitige und richtige Erkennen von Richtungsschildern von Bedeutung. Auf der taktischen Ebene gilt es, das Verhalten anderer Verkehrsteilnehmender und den Zustand der Strasse richtig einzuordnen. Auf der operationalen Ebene werden unter anderem die eigene Geschwindigkeit und die Position auf der Strasse eingeschätzt [F. Sagberg et al. 1999].



Abstufung der Aufgaben im Strassenverkehr nach [R. Lamm et al. 1999]

Komponenten des Verkehrsverhaltens

Die Verkehrsteilnehmenden müssen zur Bewältigung dieser Aufgaben ständig auf drei Ebenen Aktivität entfalten:

- Informationsaufnahme: Informationen über die Sinne wahrnehmen und im zentralen Nervensystem⁹ aufbereiten
- Informationsverarbeitung: Entscheidungen treffen aufgrund von Erfahrung, Wissen und aufgenommener Information. Diese Entscheidungen müssen nicht bewusst, sondern können beispielsweise auch reflexartig erfolgen.
- Umsetzung in konkretes Verhalten: Muskeln aktivieren

Informationsaufnahme

Bei der Informationsaufnahme, die insbesondere an Lenkenden von Personewagen untersucht wurde, steht das Sehen (visueller Sinn) im Vordergrund. Verschiedene Autoren schätzen, dass rund 90% aller verkehrsrelevanten Informationen über den Gesichtssinn aufgenommen werden [G. Hauger 1996].

Ergänzend sind das Hören (auditiver Sinn) und die Propriozeption¹⁰ (vestibulärer Sinn) von Bedeutung. Der Tastsinn (taktile Sinn) und das Bewegungsgefühl (kinästhetisches Empfinden) werden in Fahrzeugen vor allem über die Arme und Beine des Lenkenden angesprochen.

Die visuelle Information, aus der Ferne aufgenommen, erlaubt es motorisierten Verkehrsteilnehmenden, die Bewegungen ihres Fahrzeugs zu planen. Sie beeinflusst auch wesentlich das Sicherheitsverhalten: Je vollständiger der Lenkende die Situation wahrnimmt, umso besser wird seine Entscheidungsgrundlage und umso wahrscheinlicher auch eine hohe Handlungszuverlässigkeit [A. S. Cohen 1998].

Der Gesichtssinn ist am stärksten am inneren Abbild der Verkehrsumgebung beteiligt, da

- er von allen Sinnen des Menschen am stärksten in die Ferne orientiert ist und damit besonders gut ein vorwegnehmendes Verhalten begründen kann
- er aktiv einsetzbar ist und sowohl bewusst als auch unbewusst Sinneseindrücke auswählt
- er besonders genau Informationen über die räumlichen Eigenschaften der Verkehrsumgebung aufnimmt und damit indirekt Geschwindigkeiten erfassen kann

Entsprechend zeigt sich, dass das Blickverhalten die Informationserfordernisse der Lenkenden von Personewagen am ausgeprägtesten widerspiegelt [G. Hauger 1996]. Nur ein sehr geringer Teil der visuell aufgenommenen Informa-

⁹ Zentrales Nervensystem: Gehirn und Rückenmark

¹⁰ Gleichgewichtssinn, Wahrnehmung der Lage im Raum

tion wird den Verkehrsteilnehmenden bewusst. Sofern die Umwelt nicht so vollständig wie gewünscht wahrgenommen werden kann, sollte zumindest die Informationswahl der Verkehrsteilnehmenden optimiert werden [A. S. Cohen 1998].

Die anderen Sinne dienen bei motorisierten Verkehrsteilnehmenden vor allem der Wahrnehmung des Ist-Zustands. So liefern z.B. Fahrgeräusche und Vibrationen Informationen über die Geschwindigkeit des Fahrzeugs (vgl. unten), die Fliehkraft über die Kurvenlage. Für Zufussgehende und Radfahrende sind neben dem visuellen Sinn Hören, Gleichgewichtssinn, Tastsinn und Bewegungsgefühl von verstärkter Bedeutung.

Schwerpunkt:
Sehen in der Nacht

Bei schlechten Beleuchtungsverhältnissen, also vor allem nachts, können Objekte schlechter wahrgenommen werden, und auch die Sehschärfe nimmt ab. Dieser Effekt ist bei älteren Verkehrsteilnehmenden besonders ausgeprägt. Die sicherheitsbezogene Forderung, dass die Sichtdistanz des am wenigsten auffälligen Objekts grösser sein sollte als die Anhaltstrecke, wird bei nächtlichen Fahrten im Allgemeinen verletzt. Auf Strecken ausserorts beispielsweise ohne ortsfeste Beleuchtung, wo Fussgänger kreuzen könnten, wäre für einen durchschnittlichen Fahrzeuglenkenden nur eine Geschwindigkeit von 40 km/h zulässig. Zudem erzeugt die Tatsache, dass die Sichtdistanz nicht objektiv festgelegt ist¹¹, Rechtsunsicherheit [A. S. Cohen 1986].

Aufmerksamkeit

Verkehrsteilnehmende sind nicht passiv dem Zustrom von Informationen aus ihrer Umgebung ausgesetzt, sondern wählen unerschwerlich jene Informationen aus, die sie benötigen. Wichtig ist dabei die Motivation der Verkehrsteilnehmenden, welche die Aufmerksamkeitssteuerung beeinflusst [A. S. Cohen 1994].

Aufmerksamkeit ist eine gerichtete Aktivität des Menschen, die oft Einschränkungen unterliegt. Aufmerksamkeit wird beispielsweise durch Ermüdung, innere Ablenkung¹², äussere Ablenkung und fehlende Umgebungsreize vermindert [N. Semmer 1999]. Aufmerksamkeit ist nicht immer willentlich steuerbar. Verkehrsteilnehmende sind also nicht unbedingt in der Lage, aufmerksam zu sein, wenn sie dies beabsichtigen. Zudem richtet sich die Aufmerksamkeit auch nicht immer auf die wichtigste Information [N. Semmer, A. Regenass 1996].

¹¹ Jeder Lenkende bestimmt die Sichtdistanz selbst, indem er ein Objekt auswählt, das er gerade noch erkennen kann.

¹² etwa durch starke Emotionen wie Freude, Trauer, Wut

Auf die Kapazität ihrer Informationsaufnahme haben die Verkehrsteilnehmenden nur beschränkten Einfluss. Ein bestimmtes Anforderungsniveau darf daher nicht überschritten werden, wobei auch Menschen mit eingeschränkter Leistungsfähigkeit zu berücksichtigen sind. In komplexen Situationen kann ein Verkehrsteilnehmender Gefahren trotz hoher Aufmerksamkeit übersehen. Bei Müdigkeit treten kurzfristige Wahrnehmungsblockaden auf, die länger andauern und deren Häufigkeit zunimmt, indem die Müdigkeit wächst. Dass die Betroffenen solche Blockaden unter Umständen nicht bemerken, haben unter anderem Untersuchungen an Camionchauffeuren gezeigt [N. Semmer, A. Regenass 1996].

Erfahrene Lenkende nehmen nicht unbedingt mehr Information auf als unerfahrene, sind aber besser in der Lage, ihre Aufmerksamkeit auf die entscheidenden Informationen zu konzentrieren.

Die menschliche Wahrnehmung ist darauf ausgerichtet, Veränderungen zu entdecken. Gleichbleibendes wird weniger gesehen, beachtet, da es in der Regel auch keinen Informationswert mehr besitzt. Im Strassenverkehr zeigt sich dieser Effekt etwa beim Ändern einer Vortrittsregelung. In Unfälle sind dann vor allem jene Verkehrsteilnehmenden verwickelt, welche die Strecke gut kennen und bisher routinemässig zurückgelegt haben. Andererseits erwecken Wechselverkehrszeichen (vgl. 4.1.3) gegenüber einer gleichbleibenden Signalisation erhöhte Aufmerksamkeit [N. Semmer, A. Regenass 1996].

Informationsverarbeitung

Bei der Informationsverarbeitung können drei Pfade unterschieden werden. Am schnellsten erfolgt die reflexartige, vom Rückenmark her gesteuerte Verarbeitung, die jedoch oft nur unpräzise Reaktionen erlaubt. Die nicht bewusste Verarbeitung im Gehirn benötigt mehr Zeit; von Vorteil ist, dass hohe Informationsmengen bewältigt werden können und Ermüdungserscheinungen erst nach längerer Zeit auftreten. Relativ langsam läuft die Informationsverarbeitung auf der bewussten Ebene ab, sie ermüdet zudem verhältnismässig schnell. Bewusste Entscheidungen erlauben es jedoch, auch neue, bisher noch nicht erfahrene Vorgänge zu bearbeiten und komplexere Schlussfolgerungen zu ziehen [Ch. Bielaczek 1998].

Für ein sicheres Verkehrsverhalten ist eine ausgewogene Balance zwischen bewussten und eingespielten, «automatischen» Abläufen von Bedeutung. Einerseits muss Langeweile und Übermüdung vorgebeugt, andererseits eine Überforderung vermieden werden [F. Sagberg et al. 1999].

Schwerpunkt: Latenzzeiten

Verschiedenen Untersuchungen zufolge sollen 30 bis 60% der Unfälle durch Probleme bei der menschlichen Informationsaufnahme und -verarbeitung mit-

bedingt sein. Je nach Erfahrung des Verkehrsteilnehmenden und den Erfordernissen einer Situation im Verkehr werden verschiedene Bewältigungsstrategien angewandt. Ein besonders hohes Risiko ist mit zeitkritischen Situationen verbunden, welche die Verkehrsteilnehmenden bei der Aufnahme, Verarbeitung und Umsetzung der notwendigen Informationen in Schwierigkeiten bringen. Die Verkehrsregelverordnung fordert unter anderem von den Verkehrsteilnehmenden, die Geschwindigkeit im Strassenverkehr den Strassenverhältnissen anzupassen. Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass es offensichtlich auch bei gutem Willen der Verkehrsteilnehmenden nicht immer gelingt, dieses Ziel zu erreichen [U. Ewert, Ch. A. Huber, U. Marti 14.9.1999].

In zahlreichen wissenschaftlichen Studien wurden die Latenzzeiten¹³ der Verkehrsteilnehmenden untersucht. Im Labor werden im Allgemeinen Latenzzeiten von 0.8 bis 1.0 Sekunden gemessen. Dies dürfte den Werten für reflexartige Reaktionen, z.B. Bremsreaktionen, auf einen erwarteten Auslöser entsprechen. Für Brems- bzw. Lenkreaktionen auf unerwartete Situationen im Strassenverkehr wurden bei normaler Aufmerksamkeit im Experiment durchschnittliche Latenzzeiten von 1.5 bis zu 2.5 Sekunden ermittelt. Dabei reagieren erfahrene Lenkende tendenziell schneller als unerfahrene und jüngere Lenkende schneller als ältere Menschen.

Zusätzliche Einflüsse wie Ablenkung, Ermüdung, Alkoholeinfluss oder hohe Komplexität der Situation dürften dazu führen, dass die tatsächlichen Latenzzeiten oft höher liegen. In realistischen Situationen sind im Gegensatz zu vielen Experimenten «Mehrfachwahlreaktionen» gefordert, bei denen das auslösende Signal aus einer Vielzahl möglicher Signale stammt und die Verkehrsteilnehmenden sich zudem für eine von verschiedenen Reaktionsmöglichkeiten entscheiden müssen. Mangelnde Reaktionsfähigkeit kann allerdings auch kompensiert werden, beispielsweise durch vorsichtiges Verhalten [Ch. Bielaczek 1998].

Für die Gerichtspraxis sind vor allem Fälle von Bedeutung, in denen ein motorisierter Verkehrsteilnehmender auf eine wahrgenommene Gefahr mit einer Vollbremsung reagiert. Eine solche Reaktion beginnt mit der Wahrnehmung einer «Reaktionsaufforderung». Dabei kann es sich um eine eindeutig unfallträchtige, aber auch um eine – zunächst – ungewisse Situation handeln. In manchen Fällen wird die Situation erst mit einiger Verzögerung wahrgenommen, etwa weil sie ausserhalb der Blickrichtung des Fahrenden lag.

¹³ vielfach auch als «Reaktionszeiten» bezeichnet

Die Latenzzeit setzt dann ein, wenn der Verkehrsteilnehmende die Reaktionsaufforderung wahrzunehmen beginnt. Die Situation muss zunächst wahrgenommen und erkannt, dann eine Entscheidung gefällt und in Muskelbewegungen umgesetzt werden. Zur Umsetzung nimmt der Lenkende beispielsweise den Fuss vom Gaspedal, um ihn auf das Bremspedal zu setzen und das Pedal zu bedienen. Anschliessend ist noch eine gewisse Zeit erforderlich, bis beim Fahrzeug die volle Bremswirkung erreicht wird. Auf dieser Grundlage wurden für den Spezialfall Vollbremsung Reaktionszeiten zwischen 1.1 und 1.6 Sekunden errechnet. Bei Erschrecken bzw. Komplikationen und bei Dunkelheit ist mit deutlich höheren Reaktionszeiten zu rechnen. In jedem Fall müssen die spezifischen Umstände des Einzelfalls bei der Beurteilung differenziert berücksichtigt werden [G. Dannert 1998].

Schwerpunkt:
Einschätzung von
Geschwindigkeiten

Die Fähigkeit der Verkehrsteilnehmenden, Geschwindigkeiten von Fahrzeugen korrekt einzuschätzen, ist begrenzt. Vor allem bei hohem Tempo erscheint die gefahrene Geschwindigkeit geringer als es der Realität entspricht. Zudem tritt eine Gewöhnung (Adaptation) ein, die bei objektiv konstantem Tempo eine nachlassende Geschwindigkeit vortäuscht [A. S. Cohen 1986].

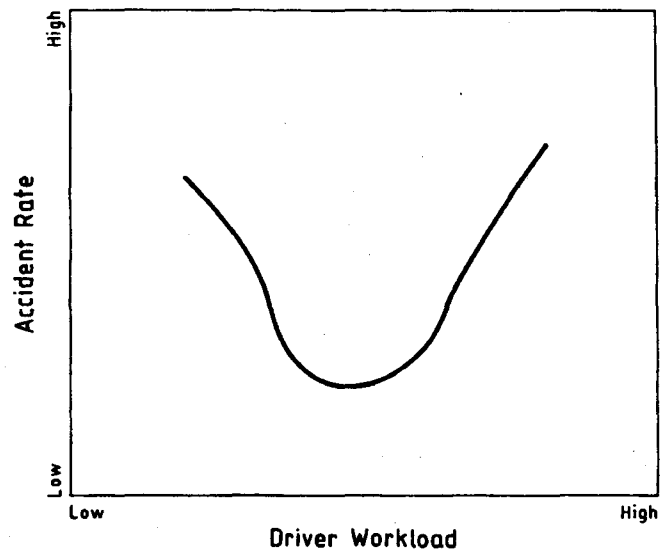
Lenkende nehmen während der Fahrt visuelle Informationen aus der Umwelt auf, die Anhaltspunkte für die Geschwindigkeit bieten. Zentral ist dabei die zeitliche Verlagerung des Netzhautbilds im Auge. Bei Fahrzeugen, die entgegenkommen oder in gleicher Richtung unterwegs sind, sind die Verschiebungen des Netzhautbilds jedoch so geringfügig, dass sie teilweise unter der Wahrnehmungsschwelle liegen. Der Geräuschpegel des Fahrzeugs, der mit zunehmender Geschwindigkeit anwächst, dient als zusätzlicher Indikator, und ergänzend werden vor allem bei höheren Beschleunigungen das Bewegungsgefühl sowie in Abhängigkeit von der Fahrbahnoberfläche und Fahrzeugeigenschaften der Tastsinn aktiv [A. S. Cohen 1986].

Mit zunehmender Fahrpraxis nimmt die Fähigkeit der Lenkenden, Geschwindigkeiten richtig einzuschätzen, zu. Ältere Menschen verfügen allerdings über eine beeinträchtigte Geschwindigkeitswahrnehmung, was unter anderem auch zur Gefährdung älterer Zufussgehender im Strassenverkehr beiträgt (vgl. 4.4.3) [A. S. Cohen 1986].

Mentale Belastung

Der Zusammenhang zwischen der Informationsverarbeitung durch motorisierte Verkehrsteilnehmende und dem Unfallrisiko lässt sich mit dem Konzept der mentalen Belastung (driver workload) veranschaulichen. Dabei wird der Mensch vereinfachend als datenverarbeitende Einheit betrachtet, deren Kapazität begrenzt ist. Der Indikator für die mentale Belastung ist dann nach [B. Bergström 1992] der Unterschied zwischen der momentan verfügbaren In-

formationsverarbeitungskapazität und der Anforderung durch die zu bewältigende Aufgabe. Die Informationsverarbeitungskapazität hängt von der Leistungsbereitschaft des Lenkenden ab und nimmt mit steigendem Anforderungsniveau vorerst zu. Wachsen die Anforderungen der Verkehrssituation weiter über den Punkt der maximalen Kapazität hinaus, so nimmt die Leistung rasch ab und bricht schliesslich ein.



Mutmassliche Beziehung zwischen der mentalen Belastung (driver workload) und der Unfallhäufigkeit (accident rate) [R. Lamm et al. 1999]

Als Belastungshomöostase wird das unbewusste Bestreben des Lenkenden bezeichnet, die mentale Belastung jederzeit im optimalen Bereich zu halten. Dies geschieht zum Beispiel durch Anpassen der Geschwindigkeit¹⁴, der Aufmerksamkeit für die Signalisation oder für sekundäre, nicht direkt mit der Lenkung des Fahrzeuges verbundene Aufgaben wie die Navigation oder das Gespräch mit Beifahrenden.

[R. Lamm et al. 1999] berichten über eine Tendenz der Lenkenden, bei geringer Belastung durch die primäre Aufgabe der Fahrzeugführung, z.B. auf monotonen Strecken, durch schnelleres Fahren oder durch die Beschäftigung mit sekundären Aufgaben zu reagieren. Im entgegengesetzten Fall, in dem die Verkehrssituation eine hohe mentale Belastung verursacht, kann davon ausgegangen werden, dass die Lenkenden durch Verminderung ihrer Geschwindigkeit antworten und ggf. auch weitere Beschäftigungen, die Aufmerksamkeit beanspruchen, wie z.B. das Gespräch mit Beifahrenden, einstellen.

¹⁴ mit direktem Einfluss auf die zu verarbeitende Informationsrate

Durch laufende Anpassung der mentalen Belastung stimmt die Informationsverarbeitungskapazität im Normalfall mit den Anforderungen der Verkehrssituation überein. Bleibt die Anpassung aus oder verzögert sie sich, so steigt die Unfallhäufigkeit an. Potentielle Gefahrenstellen sind daher unter anderem dort zu finden, wo eine übermässige mentale Belastung der Lenkenden zu erwarten ist, deren Aufmerksamkeit durch Reize ausserhalb des Verkehrsgeschehens gebunden wird oder ein schneller, evtl. unerwarteter Wechsel der Anforderungen eintritt.

[R. Lamm et al. 1999] entwickelten eine streckenbezogene Methode, um die mentale Belastung motorisierter Verkehrsteilnehmender zu bestimmen. Diese Methode berücksichtigt sowohl objektive Merkmale als auch Faktoren, die durch Experteneinschätzung bestimmt werden und berücksichtigt zudem die Belastung durch die vorangegangene Strecke mittels eines Übertrags. Die mentale Belastung auf einem Streckenabschnitt n wird wie folgt angegeben:

$$WL_n = U \times E \times S \times R_f + C \times WL_1$$

WL_n	driver workload value of the actual feature
WL_1	driver workload value of the previous feature
U	driver unfamiliarity factor
E	feature expectation factor
S	sight distance factor
R_f	workload potential rating for average conditions
C	carryover factor

Diese Methode kann sowohl zur Begrenzung der absoluten mentalen Belastung als auch zur Vermeidung von Belastungssprüngen, d.h. Inhomogenitäten, von einem Teilstück zum nächsten eingesetzt werden. Neben Merkmalen der Verkehrsumgebung tragen auch fahrzeug- und personenspezifische Faktoren zum Grad der mentalen Belastung bei (vgl. z.B. 4.3).

**Beeinträchtigungen
des Verkehrsverhaltens**

Das sicherheitsgerichtete Verhalten der Verkehrsteilnehmenden kann auf mehreren Ebenen beeinträchtigt werden [F. Sagberg et al. 1999], nämlich durch:

- eine schlechte körperliche Verfassung
- eine schlechte seelische Verfassung
- zu wenig, zu viel oder zu komplexe Information
- falsch verstandene Information
- falsche Vorstellungen über ein angepasstes Verhalten
- Gewohnheiten, die das Risiko erhöhen
- falsche Folgerungen aus früheren Erfahrungen

Menschliche Fehlhandlungen folgen im Allgemeinen denselben Prinzipien wie erfolgreiches menschliches Handeln. Faktoren, die effizientes Handeln ermöglichen, sind oft auch für dessen Versagen verantwortlich. Als nützlich bei der Untersuchung von Fehlhandlungen im Arbeitssicherheitsbereich hat sich die Unterscheidung zwischen Fehlern und Irrtümern erwiesen. Irrtümer beruhen auf einer falschen Einschätzung der Situation. Eine Handlung, die der Handelnde fälschlicherweise für richtig hält, wird mit Absicht ausgeführt. Fehler dagegen sind nicht beabsichtigte Handlungen. Der Handelnde weiss, dass eine Handlung falsch ist, aber sie unterläuft ihm trotzdem. Fehler gehen oft auf Routinen zurück, die auch in unpassenden Situationen fast automatisch ausgelöst werden [N. Semmer 1999]. Das Unfallgeschehen an Gefahrenstellen, wo subjektives und objektives Risiko nicht übereinstimmen, wird vor allem von Irrtümern bestimmt.

3.2 Individuelle Eigenschaften und situative Einflüsse

3.2.1 Individuelle Eigenschaften

**Spannbreite
individueller Merkmale**

Im Strassenverkehr sind vielfältige Eigenschaften und Fähigkeiten der Verkehrsteilnehmenden gefordert. Wesentlich sind physiologische und psychologische Faktoren, die oft individuell unterschiedlich ausgeprägt sind. Zu diesen Faktoren gehören beispielsweise

- Nachtsicht
- räumliches Sehvermögen
- Umgang mit Stresssituationen

Emotional stabilere Personen erleben anspruchsvolle Situationen im Strassenverkehr weniger belastend als emotional labilere Menschen [C. Graf Hoyos, M. Kastner 1986].

Sicherheitsrelevanz

Von Bedeutung sind vor allem die unterschiedlichen, – begrenzten – Möglichkeiten der Verkehrsteilnehmenden zur Informationsverarbeitung. Manche Fähigkeiten, wie etwa die visuelle Kontrastempfindlichkeit, die Feinmotorik, die Beweglichkeit des Halses oder die Wahrnehmung von Sprache beim Hören, unterliegen mit zunehmendem Lebensalter (vgl. 3.3) Veränderungen [G. Geiser 1997]. Einschränkungen gehen allerdings nicht zwangsläufig mit einem weniger sicheren Verhalten einher. So ist beispielsweise das Farbsehen erst dann massgebend für die Sicherheit, wenn bestimmte Mindestanforderungen unterschritten werden. Entscheidend ist, wie der Verkehrsteilnehmende seine Sinnesorgane für die Aufnahme relevanter Informationen einsetzt [A. S. Cohen 1998].

Spezielle Gruppen

Einige bedeutende Gruppen von Verkehrsteilnehmenden weisen charakteristische Merkmale auf, die sich vom Durchschnitt der Verkehrsteilnehmenden abheben (vgl. 3.3 und 3.4). Dazu gehören

- Kinder, z.B. aufgrund ihrer geringen Körpergrösse, fehlender Erfahrung im Strassenverkehr und spezifischer Verhaltensmerkmale¹⁵
- Jugendliche, vor allem aufgrund ihres spezifischen Risikoverhaltens und der geringen Fahrpraxis junger motorisierter Verkehrsteilnehmender
- ältere Menschen aufgrund bestimmter Einschränkungen der Leistungsfähigkeit, z.B. eines oft verminderten Nachtsichtvermögens

3.2.2 Situative Einflüsse

Spannbreite
situativer Faktoren

Wie belastend eine Verkehrssituation insbesondere von motorisierten Verkehrsteilnehmenden erlebt wird und wie stark ein Verkehrsteilnehmender beansprucht wird, hängt sowohl von Merkmalen der Persönlichkeit als auch der Situation ab [C. Graf Hoyos, M. Kastner 1986]. Situative Faktoren spiegeln die jeweils aktuellen Rahmenbedingungen wider. Beispiele sind:

- Übermüdung
- Ablenkung
- Hitze

¹⁵ «Das verkehrssichere Kind gibt es nicht und wird es nicht geben.» [Ch. Michalik 1991]

- Gewöhnungseffekte¹⁶
- Gereiztheit
- Einfluss von Beifahrenden¹⁷

Manche situativen Faktoren werden durch die Ausstattung von Fahrzeugen wie Klimaanlage und Schalldämmung beeinflusst (vgl. 4.3).

Stresssituationen

Gerät ein Verkehrsteilnehmer in eine Stresssituation, so ist dies mit charakteristischen Reaktionen verbunden: Das Gesichtsfeld verengt sich, die Aufmerksamkeit konzentriert sich auf wenige Informationen, Denk- und Handlungsstrukturen vereinfachen sich. Oft treten vermehrt riskante Handlungsstrategien auf, da die Genauigkeit des Handelns zugunsten schnellen Reagierens verringert wird [N. Semmer 1999].

3.3 Entwicklungstendenzen und besonders gefährdete Gruppen

3.3.1 Sicherheitsrelevante Einstellungen

1991 bis 1996 wurde eine internationale Umfrage zu Meinungen, Einstellungen und Verhaltensweisen der Autofahrenden in 19 europäischen Ländern durchgeführt. Die Studie ergab, dass die Äusserungen der Schweizer Autofahrenden im internationalen Vergleich auf ein hohes Mass an Verkehrssicherheit schliessen lassen.

Unter den spezifischen Verkehrssicherheitsproblemen in der Schweiz waren eine zunehmend duldsame Einstellung zum allgemeinen Alkoholkonsum, häufige Geschwindigkeitsüberschreitungen auf Ausserorts- und Innerortsstrassen sowie eine geringe Beachtung des Fussgängervortritts an Fussgängerstreifen zu beobachten. Die Freude am schnellen Fahren scheint in der Romandie und im Tessin stärker als in der Deutschschweiz ausgeprägt zu sein [U. Ewert 1999].

Autofahrende fühlen sich bei Konflikten, wie Erfahrungen aus der verkehrspsychologischen Praxis zeigen, meistens im Recht [J.-M. Sohn 1998]. 1999 ergab beispielsweise eine Telefonumfrage bei 1'363 Personen im Auftrag des Verkehrssicherheitsrats, dass 15.8% der befragten Personen am Vortag von

¹⁶ z.B. an hohe Geschwindigkeiten

¹⁷ z.B. Gruppendruck, der zu riskanterem Überholen verleitet

anderen Verkehrsteilnehmenden übersehen worden waren, wobei 15.3% dabei anderen Verkehrsteilnehmenden einen Regelverstoss anlasteten [NZZ 1999].

3.3.2 Kinder im Verkehr

Körpergrösse und körperliche Fähigkeiten

Kinder erleben den Strassenverkehr anders als Erwachsene. Eine Ursache dafür liegt in ihrer geringeren Körpergrösse. Kinder können nicht über ein Auto hinwegsehen, bemerken deshalb herannahende Fahrzeuge erst spät und werden auch von den Lenkenden schlecht wahrgenommen. Über die zur Teilnahme am Strassenverkehr notwendigen körperlichen Fähigkeiten, sowohl was die Bewegung als auch was die Aufnahme von Sinnesreizen anbelangt, verfügen Kinder als Zufussgehende erst im Alter von etwa acht, Kinder als Radfahrende erst im Alter von ca. vierzehn Jahren [M. Limbourg 1995].

Verhalten und Risikoeinschätzung

Zudem verhalten sich Kinder nicht wie Erwachsene. Zwischen ihrem subjektiven Sicherheitsempfinden und dem objektiv vorliegenden Risiko besteht vor allem in der vertrauten Umgebung der eigenen Wohnung ein erheblicher Unterschied. Ein Gefahrenbewusstsein ist in der Regel bereits bei Sechsjährigen vorhanden. Das vorausschauende Gefahrenbewusstsein dagegen bildet sich erst im Alter von etwa acht Jahren aus. Dann sind Kinder in der Lage, Gefahren zu erkennen, bevor sie eintreten. Mit ungefähr elf Jahren ist die Fähigkeit, die Risiken des Strassenverkehrs einzuschätzen, ähnlich wie bei Erwachsenen entwickelt [M. Limbourg 1995].

Verteilung des Unfallrisikos

Jüngere Kinder sind im Strassenverkehr vor allem als Zufussgehende, ältere als Radfahrende gefährdet. Das Risiko, einen Unfall zu erleiden, ist bei Jungen, Kindern aus unteren sozialen Schichten, ausländischen Kindern und unruhigen, unaufmerksamen Kindern, die tendenziell impulsiv und unvorsichtig handeln¹⁸, besonders ausgeprägt. Die erhöhte Gefährdung von Kindern, die aus bestimmten sozialen Gruppen stammen, kann durch eine Vielzahl von Einflussfaktoren wie Wohnumgebung, beschränkter Zugang zu Spielplätzen, Familiensituation und kulturelle Einstellungen bedingt sein [M. Limbourg 1995]. Jungen sind im Strassenverkehr unter anderem deshalb stärker als Mädchen exponiert, da sie sich durchschnittlich mehr im Freien aufhalten, grössere Wege zu ihren Spielplätzen zurücklegen und weniger in die Betreuung jüngerer Geschwister eingebunden sind. Zudem werden Mädchen auch häufiger von Erwachsenen begleitet als Jungen [D. Sauter, 30.8.2000].

¹⁸ Letzteres Merkmal gilt wohl in ähnlichem Umfang auch für die Gefährdung von Erwachsenen.

Massnahmen zur
Verminderung des Risikos

Kinder von etwa zwölf bis vierzehn Jahren weisen vor allem als Radfahrende ein altersspezifisches Risikoverhalten auf, das den Sicherheitsgewinn durch Erfahrung und bessere Fertigkeiten gegenüber jüngeren Kindern zunichte machen kann. Bestandteile dieses Risikoverhaltens sind z.B. Imponiergehabe und Selbstüberschätzung [M. Limbourg 1995].

Ein besonders hohes Risiko für Kinder wurde in Deutschland in Gebieten mit Blockbebauung festgestellt, die wenig Spielplätze, öffentliche Grünanlagen u.ä. aufweisen. Unübersichtliche und komplexe Situationen, etwa an Kreuzungen und Einmündungen, trugen offenbar zu einer Überforderung der Kinder und damit zu erhöhten Unfallzahlen bei [U. Matthes 1991].

Bis zum Alter von etwa acht Jahren ist das Verhalten von Kindern im Strassenverkehr im Allgemeinen wenig zuverlässig. Aber auch ältere Kinder lassen sich vielfach noch leicht ablenken. Ein gut eingeübtes, weitgehend automatisiertes Verkehrsverhalten bietet gegen Ablenkung durch interessante Reize eine gewisse Sicherheit [M. Limbourg 1995].

Zahlreiche Unfälle ereignen sich, weil Kinder – sei es infolge ihrer noch begrenzten Fähigkeiten, sei es infolge ungünstiger Umgebungsbedingungen – unvermittelt und ohne vorherige Orientierung auf die Fahrbahn laufen [M. Limbourg 1995]. Zudem nehmen Motorfahrzeuglenkende oft auch zu spät erst unfallvermeidende Handlungen vor [D. Sauter, 30.8.2000]. Von den erwachsenen Verkehrsteilnehmenden ist daher zu fordern, dass sie sich ausreichend auf das kindliche Verhalten im Strassenverkehr einstellen.

Die Verkehrsumgebung sollte vor allem dort, wo sich Kinder regelmässig aufhalten, so gestaltet sein, dass sie Kindern Schutz bietet. Als besonders wirksam hat sich dabei eine flächendeckende Verkehrsberuhigung mit einer Höchstgeschwindigkeit von 30 Stundenkilometern erwiesen. Durch geeignete Massnahmen, z.B. baulicher Art, muss allerdings gewährleistet sein, dass diese Höchstgeschwindigkeit auch eingehalten wird. Sichthindernisse, die den Blickkontakt zwischen Kindern und Radfahrenden bzw. motorisierten Verkehrsteilnehmenden behindern, sollten vermieden werden [M. Limbourg 1995].

Da sich Kinder in ihrer Wahrnehmung und ihrem Verhalten von Erwachsenen unterscheiden, liegt die Vermutung nahe, dass auch potentielle Gefahrenstellen, die ein spezifisches Risiko für Kinder beinhalten, existieren.

3.3.3 Ältere Menschen im Verkehr

Altersstruktur der Bevölkerung

Der Anteil älterer Menschen an der Bevölkerung der Schweiz ist, unter anderem aufgrund der steigenden Lebenserwartung, im Ansteigen begriffen. Mit einer Zunahme der älteren Personen, die sich am Verkehr beteiligen, wird bis in die zwanziger oder dreissiger Jahre des 21. Jahrhunderts gerechnet [A. S. Cohen 1994].

Wahrnehmung und Verhalten

Mit zunehmendem Lebensalter nimmt die Fähigkeit zur Informationsaufnahme und -verarbeitung ab. Charakteristisch sind etwa folgende Merkmale:

- Die Sehschärfe, insbesondere in der Dämmerung, bei Nacht und bei hohen Geschwindigkeiten, geht zurück.
- Der Mindestlichtintensität, die benötigt wird, um ein Objekt wahrzunehmen, steigt.
- Die Blendempfindlichkeit wächst.
- Das hörbare Frequenzspektrum wird schmäler.
- Die Hörschwelle bezüglich Lautstärke steigt an.

Auch die Fähigkeit zu raschem Reagieren ist beeinträchtigt, beispielsweise durch

- nachlassende Muskelkraft
- verminderte Beweglichkeit, etwa aufgrund rheumatischer Erkrankungen oder Versteifungen der Halswirbelsäule
- schnellere Ermüdbarkeit

Die Anzahl Lebensjahre allein stellt allerdings keinen verlässlichen Indikator für die Leistungsfähigkeit eines Menschen dar. Zwischen verschiedenen Personen können erhebliche individuelle Unterschiede bestehen [A. S. Cohen 1994].

Unfallrisiko

Einschränkungen bei der Informationsaufnahme, -verarbeitung und -umsetzung bedeuten, dass die Latenzzeit wächst. Zeitdruck erhöht zudem die Wahrscheinlichkeit von Fehlentscheidungen, und die Fehlerwahrscheinlichkeit, wenn schnelles Handeln gefordert wird, nimmt mit steigendem Alter erheblich zu. Da der Strassenverkehr oft mit unerwarteten Ereignissen verbunden ist, auf die rasch reagiert werden muss, ist eigentlich damit zu rechnen, dass das Unfallrisiko mit steigendem Lebensalter zunimmt. Tatsächlich tritt eine vermehrte Unfallhäufigkeit jedoch erst ab einem Alter von etwa 75 Jahren markant in Erscheinung. Unfälle werden vor allem in dynamischen Situationen

mit hoher Komplexität registriert, bei denen ältere Verkehrsteilnehmende überfordert sind [A. S. Cohen 1994].

Eine Analyse der Schweizerischen Beratungsstelle für Unfallverhütung zeigt, dass jährlich 4% der über 65-jährigen Personen in der Schweiz einen Unfall im Strassenverkehr erleiden, der eine ärztliche Behandlung erforderlich macht. Besonders gefährdet sind dabei die Lenkenden motorisierter Zweiräder. Bei den Strassenverkehrsunfällen kristallisierte sich das Hörvermögen als einziger bedeutender Risikofaktor für schwere Verletzungen heraus. Senioren, deren Hörvermögen beeinträchtigt ist, weisen gegenüber Senioren ohne Hörprobleme ein auf mehr als das Doppelte erhöhtes Risiko schwerer Unfälle auf [V. Beer et al. 2000].

Kompensation von Leistungsdefiziten

Einschränkungen in der Leistungsfähigkeit kompensieren ältere Menschen bis zu einem gewissen Grad durch Erfahrung sowie durch ein im Vergleich zu jüngeren Personen gesetzeskonformes und vorsichtigeres Verhalten. Sie reduzieren die Geschwindigkeit, nehmen vermehrt kommende Ereignisse vorweg und weichen komplexen und riskanten Verkehrssituationen aus. Ältere Menschen sind sich ihrer Leistungsdefizite häufig bewusst, schätzen jedoch ihr eigenes, vorsichtiges Verkehrsverhalten als sicher ein und entwickeln vermehrt Intoleranz gegenüber jüngeren Verkehrsteilnehmenden, die ein anderes Verhalten zeigen. Sie greifen zudem stärker auf bewährte Gewohnheiten zurück, wodurch die Flexibilität, auf neue Situationen zu reagieren, beeinträchtigt ist [A. S. Cohen 1994].

Massnahmen zur Verminderung des Risikos

Mit einem zunehmenden Anteil älterer Menschen unter den Verkehrsteilnehmenden

- nimmt die Leistungsfähigkeit des Durchschnittsverkehrsteilnehmenden ab¹⁹, was die Wahrscheinlichkeit von Fehlhandlungen des einzelnen erhöht
- treffen leistungsschwache Verkehrsteilnehmende vermehrt aufeinander, wodurch die Fehlertoleranz des Systems Strassenverkehr vermindert wird

Dadurch wächst sowohl das individuelle Risiko für den einzelnen älteren Verkehrsteilnehmenden als auch das kollektive Risiko für die Gesamtheit der Verkehrsteilnehmenden an [A. S. Cohen 1994].

Vorrangig gilt es, eine Verkehrsumgebung zu schaffen, die für ältere Menschen geeignet ist und in der sie sich sicher bewegen können. Um dieses Ziel

¹⁹ wobei die Veränderungen, da sie langsam ablaufen, oft vom Verkehrsteilnehmer kaum bemerkt werden [A. Sprenger 1997]

zu erreichen, sollte vor allem die Komplexität der Verkehrsumgebung vermindert werden. Beispielsweise können schwer überschaubare Knoten durch Kreisel ersetzt werden, soweit nicht andere Gründe dagegen sprechen. Allgemein ist darauf zu achten, dass die Verkehrsumgebung ausreichend Zeit zum Reagieren auf neue Situationen lässt. Wesentlich ist auch, jüngere Verkehrsteilnehmende für die spezifische Situation älterer Verkehrsteilnehmender zu sensibilisieren und ihnen entsprechendes Wissen zu vermitteln. Nur bei stark verminderter Leistungsfähigkeit sollten ältere Menschen ermutigt werden, von sich aus auf das Lenken von Fahrzeugen zu verzichten. Anreiz dafür kann etwa ein gut ausgebautes öffentliches Verkehrssystem bieten [A. S. Cohen 1994].

Auch die fahrzeugtechnische Ausstattung, wie z.B. ein automatisches Getriebe, kann zur Verkehrssicherheit beitragen. Vor allem aber sollten ältere Menschen aktiv am Verkehrsgeschehen teilnehmen, um ihre Leistungsfähigkeit und ihre Fertigkeiten zu erhalten [A. S. Cohen 1994].

3.4 Risikoverhalten

Definition

Die Teilnahme am Strassenverkehr kann ganz allgemein als Risikoverhalten eingestuft werden, da sie immer mit einem Risiko für die Verkehrsteilnehmenden verbunden ist. Neben diesem allgemeinen existiert jedoch auch ein spezielles Risikoverhalten, das einerseits durch individuelle und andererseits durch situative Faktoren geprägt ist [J. Raithel 1999]. Als Risikoverhalten wird im Folgenden ein überdurchschnittlich riskantes und nicht regelkonformes Verhalten im Strassenverkehr bezeichnet, z.B. das bewusste Fahren mit überhöhter Geschwindigkeit. Da das Risiko im Strassenverkehr wesentlich vom Verhalten der Verkehrsteilnehmenden bestimmt wird, trägt Risikoverhalten auch merklich zum Unfallgeschehen bei [J. Raithel 1999].

Bedeutung des Risikoverhaltens

1990 wurde eine repräsentative Befragung bei 1'000 Führerscheinbesitzerinnen und -besitzern aller Sprachregionen der Schweiz durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass einige Faktoren, die wahrscheinlich das Risikoverhalten begünstigen, weit verbreitet sind [L. Aebischer, H.-D. Schneider 1991]:

- 68% der Befragten schätzten sich als sehr gute oder gute Fahrer ein.
- Die Befragten würden es tendenziell vorziehen, Sport- oder Geländewagen gegenüber ihren tatsächlich verfügbaren Fahrzeugen zu fahren.

Ein besonders unfallträchtiges Verhalten zeigten Personen, die sich im Verkehr in ihrer Freiheit eingeschränkt fühlen, eine allgemeine Aggressionstendenz im Strassenverkehr besitzen und generell das Risiko suchen, ein wenig unfallträchtiges Verhalten dagegen Personen, die sich umweltbewusst verhalten.

Mit einer Untersuchung an Radfahrenden in Deutschland konnte gezeigt werden, dass Radfahrende sich bei den Einflüssen auf das Risikoverhalten nicht wesentlich von motorisierten Verkehrsteilnehmenden unterscheiden. Die wichtigste risikoverhaltensbestimmende Variable ist bei beiden Gruppen die Stärke des Anreizes, ein Risiko einzugehen. Radfahrende fühlen sich allerdings verletzlich und akzeptieren Risiken auch dann, wenn sie anderen Verkehrsteilnehmenden – nicht immer berechtigt – ein hohes Mass an Kontrolle über die jeweilige Situation zuschreiben können [H. Kerwlen 1997].

In manchen Fällen werden Interessen- und Verhaltensgegensätze unterschiedlicher Verkehrsteilnehmender, etwa von Autofahrenden und Zufussgehenden oder von älteren und jüngeren Autofahrenden (vgl. 3.3) die Tendenz zum Risikoverhalten verstärken.

Gründe des Risikoverhaltens

Risikoverhalten geht auf verschiedene Motive und Ursachen zurück. Das Fahren mit überhöhter Geschwindigkeit etwa kann dadurch bedingt sein, dass der Lenkende einen wichtigen Termin einhalten möchte, aber auch dadurch, dass er Spass am schnellen Fahren hat.

Als Faktoren, die das Risikoverhalten begünstigen, werden unter anderem genannt [J. Raithel 1999]:

- Merkmale der aktuellen Situation, z.B. Einfluss der Mitfahrenden, Alkoholgenuß
- Merkmale der altersspezifischen Persönlichkeitsentwicklung jugendlicher, vor allem männlicher Verkehrsteilnehmender
- Fahrmotiv, z.B. Fahrfreude, Demonstration des Fahrkönnens oder physisches Erleben der Fahrdynamik

Oft wird Risikoverhalten durch eine Wechselwirkung oder das Zusammenspiel mehrerer solcher Faktoren bestimmt. Allgemein wird es unter anderem mit der Suche nach Anregung («Aufregendes erleben») und Identität («sich beweisen, sich selbst entfalten»), mit Lernverhalten («die eigenen Grenzen weiter stecken») und dem Streben nach sozialer Anerkennung («wer Mut zeigt, wird bewundert») verbunden.

Sowohl auf der gesellschaftlichen als auch auf der individuellen biologisch-psychologischen Ebene wird Risikoverhalten etwa durch Anerkennung oder euphorische Gefühle belohnt. Diese Risikomotivation kann durch Sicherheitsmassnahmen nur schwer vermindert werden. Stattdessen sollten vor allem den jungen Verkehrsteilnehmenden die Risiken des Strassenverkehrs bewusster gemacht und Möglichkeiten eröffnet werden, ihr Risikoverhalten in anderen, für sie selbst und die Gesellschaft weniger gefährlichen Bereichen auszuleben [R. Trimpop 1991].

Oft wird das Risikoverhalten durch eine Illusion der Unverletzlichkeit verstärkt [N. Semmer 1999]: «Als guter Autofahrer habe ich die Situation immer im Griff». Manche Autoren gehen davon aus, dass mit zunehmender Fahrpraxis auf eine Phase der Selbstunsicherheit eine Phase der Selbstüberschätzung folgt, bevor schliesslich eine ausreichende Fertigkeit erreicht wird [G. Hauger 1996].

Gruppen mit verstärktem
Risikoverhalten

Bestimmte Gruppen von Verkehrsteilnehmenden sind aufgrund ihres Risikoverhaltens unter den aktuellen Rahmenbedingungen stärker als andere gefährdet, vor allem junge Männer als Lenker von Motorfahrzeugen [S. Siegrist 12.3.1999]. Die besonders hohe Risikobereitschaft junger Männer wird durch aktivitätsorientierte Faktoren wie Fahrvergnügen, Erregung und das Gefühl erhöhter Kontrolle beim riskanten Fahren verstärkt [R. Trimpop 1991].

Eine Untersuchung an jungen Fahranfängern in Österreich, die verkehrsauffällig geworden waren, legt nahe, dass diese jungen Lenkenden ihre Neigung zu «Thrill» und Abenteuer im Strassenverkehr auslebten und dass dieses Verhalten durch gelegentliche Anerkennung und Bewunderung anderer noch verstärkt wurde [F. G. Anderle 1998]. Junge Lenkende von Motorfahrzeugen stellen jedoch keine in sich geschlossene Gruppe dar, sondern umfassen eine Vielzahl von Gruppen mit eigenen Verhaltensordnungen. So ergeben sich z.B. erhebliche Unterschiede beim Freizeitverhalten, den Mobilitätspräferenzen und damit auch bei den eingegangenen Risiken [H. Schulze 1991].

Bei der Analyse des Unfallgeschehens in der Schweiz ist zudem zu berücksichtigen, dass die Fahrgewohnheiten regional variieren können. Jugendliche in ländlichen Regionen des Jura gehen beispielsweise am Wochenende nachts ein besonders hohes Risiko ein [S. Siegrist 12.3.1999]. Auf vielen Bergstrecken, die besondere Anforderungen an die Lenkenden stellen, kommt es zum Aufeinandertreffen Ortskundiger und Nicht-Ortskundiger, insbesondere von Touristen. Auch dadurch kann Risikoverhalten begünstigt werden [S. Siegrist 12.3.1999].

**Begünstigung von
Risikoverhalten**

Während der Fahrt im Auto sind die Gestimmtheit des Lenkenden, seine Aufmerksamkeit, die Auswahl von Reizen aus der Umwelt u.ä. von vielen Faktoren abhängig und nur schwer vorhersehbar. Die Situation der Verkehrsteilnehmenden ändert sich mit Eingriffen in das System Strassenverkehr. Werden Bedürfnisse, z.B. nach Handlungsspielraum oder hoher Mobilität, durch Sicherheitsmassnahmen schlechter «bedient» als zuvor, ist damit zu rechnen, dass die Massnahmen ignoriert werden [Ch. Chaloupka et al. 1998]. Erfahrungsgemäss wird zudem der Signalisation zuwider gehandelt, wenn das verlangte Verhalten nicht mit dem Eindruck der Verkehrsumgebung übereinstimmt [F. Sagberg et al. 1999].

Risikogleichgewicht

In manchen Fällen tendieren Verkehrsteilnehmende dazu, das subjektiv wahrgenommene Risikoniveau konstant zu halten. Sicherheitsmassnahmen, wie etwa ABS oder ein höherer Ausbaustandard der Strasse, werden daher mit Verhaltensanpassungen, beispielsweise schnellerem Fahren, kompensiert (vgl. Kapitel 5).

Prävention

Fortschritte im Hinblick auf Präventionskampagnen werden künftig unter anderem durch Forschungen zum Verhältnis von Life Style und Risikoverhalten erwartet [I. Christiansen 1997]. Allerdings erfordern Lebensstilkonzepte für jede Stilgruppe spezifische Präventionsprogramme, und die Zuordnung der einzelnen Verkehrsteilnehmenden zu einem Lebensstiltyp ist im Allgemeinen mit hohem Aufwand verbunden [J. Raithel 1999].

4. Unfallbegünstigende Faktoren

4.1 Entstehung und Vermeidung von Unfällen

4.1.1 Einführung

Entstehung von Unfällen

Unfälle entstehen aus dem Zusammenwirken von Mensch, Umwelt, Fahrzeug, Verkehrsablauf und Strasse. Im Allgemeinen sind sie nicht durch einen einzigen Faktor, z.B. die Übermüdung des Lenkenden oder die nicht vollkommen normengerecht ausgebaute Kurve, bestimmt. Vielmehr müssen verschiedene Einflüsse aufeinandertreffen, damit es zu einem Ereignis kommt. Die Identifikation der Unfallursachen wird dadurch erschwert (vgl. Kapitel 2).

Ein gewisser Teil der Unfälle gilt als zufallsbedingt. Andere sind vorwiegend von der psychischen Verfassung des Fahrzeuglenkenden beeinflusst. Verschiedenen Untersuchungen zufolge sollen 30 bis 60% der Unfälle durch Probleme bei der menschlichen Informationsaufnahme und -verarbeitung mitverursacht sein (vgl. Kapitel 3).

Allgemeine Einflüsse

Aus psychologischer Sicht fördern vor allem folgende Faktoren die Sicherheit der Verkehrsteilnehmenden:

- ausreichende Information
- ausreichend Zeit, um sich auf Veränderungen in der Verkehrsumgebung einzustellen
- keine Täuschung der Wahrnehmung, insbesondere Übereinstimmung von Strassenbild und Verkehrsregime
- geringe Komplexität
- keine Sättigung, Monotonie²⁰
- geringe Ablenkung

4.1.2 Einfluss der Beleuchtung

Von besonderer Bedeutung für die Informationsaufnahme und damit für die Verkehrssicherheit sind die Beleuchtungsverhältnisse, vor allem bei Nacht.

²⁰ Eine ausgeprägte Gewöhnung tritt vor allem im Bezug auf die Geschwindigkeit von Motorfahrzeugen auf. Auf Hochleistungsstrassen sind sich die Lenkenden schon nach kurzer Zeit der tatsächlich gefahrenen Geschwindigkeit nicht mehr richtig bewusst.

Beleuchtungsverhältnisse tagsüber

Tagsüber sind bei tief stehender Sonne ausgeprägte Blendeffekte möglich, welche die Wahrnehmungsfähigkeit der Verkehrsteilnehmenden einschränken [I. Belopitov, K. Dietrich 1995]. So kann beispielsweise ein Lichtsignal, wenn die Sonne dahinter steht, nicht sichtbar sein [U. Ewert, Ch. A. Huber, U. Marti 14.9.1999].

Sicherheitsmassnahmen

Der Blendeffekt lässt sich evtl. durch geeignete Bepflanzung einschränken. Dabei ist jedoch zu beachten, dass gerade im Winter, wo das Blattwerk vieler Pflanzen fehlt, ein tiefer Sonnenstand vermehrt zu Blendeffekten führen kann. Bei Lichtsignalen kommt auch eine Mehrfachanzeige, z.B. am Rand und über Kopf oder beidseitig am Rand, in Frage.

Beleuchtungsverhältnisse nachts, insbesondere ausserorts

Nachts muss grundsätzlich auf Sichtdistanz gefahren werden, vielfach sind aber keine Objekte vorhanden, die es den motorisierten Verkehrsteilnehmenden erlauben, die Sichtdistanz festzustellen.

Zufussgehende und Radfahrende können in der Nacht von Fahrzeuglenkenden aufgrund mangelnder Beleuchtung oder schlechter Witterungsbedingungen nur schlecht wahrgenommen werden: Die Abblendlichter reichen nicht aus, um eine menschliche Gestalt, insbesondere wenn sie dunkel bekleidet ist, aus ausreichender Distanz zu erkennen [A. S. Cohen 1986]. Problematisch sind auch Situationen, wo auf einem von Wald oder steilen begrünten Böschungen begrenzten Streckenabschnitt keine reflektierende Randmarkierung vorhanden ist, von der sich Zufussgehende oder Radfahrende deutlich sichtbar als Silhouette abheben würden [O. Balsiger 15.3.1999].

Weissen Strasse und Umgebung in der Nacht nur sehr geringe Kontraste, d.h. vor allem geringe Leuchtdichtedifferenzen, auf, ist die Orientierung der Lenkenden erschwert [H. J. Schmidt-Clausen et al. 1992]. Dies gilt namentlich für schmale Strassen, die über keine Leitlinien verfügen.

Beim Übergang in einen Tunnel lässt der Leuchtdichteverlauf dem Auge unter Umständen nicht genügend Zeit zur notwendigen Adaptation an die Helligkeit, auch wenn die erlaubte Höchstgeschwindigkeit eingehalten wird. Bei der Ausfahrt aus dem Tunnel können sich die Verkehrsteilnehmenden nicht schnell genug an die Dunkelheit adaptieren; ihre Sicht ist vorübergehend eingeschränkt [M. Eckert 1993].

Sicherheitsmassnahmen

Motorisierte Verkehrsteilnehmende sind grundsätzlich verpflichtet, ihre Geschwindigkeit des Sichtverhältnissen anzupassen. Zufussgehende und Radfahrende verbessern die Sicherheit ausserorts durch das Tragen von retrore-

flektierender Kleidung. Bei Fahrrädern ist auf eine gute und auch bei Stillstand weiter funktionierende Beleuchtung zu achten.

Wichtige allgemeine Massnahmen, welche die Sicherheit bei schlechten Beleuchtungsverhältnissen verbessern, sind ein möglichst heller Strassenbelag, reflektierende Markierungen und Leitpfosten. Innerorts sollte die Beleuchtung so angepasst werden, dass nachts auch bei schlechten Witterungsverhältnissen keine erhöhte Gefährdung für Zufussgehende und Radfahrende besteht. Damit sich Zufussgehende und Radfahrende deutlich sichtbar vom Strassenrand abheben, sind ausserorts zumindest jederzeit klar erkennbare Randmarkierungen zu fordern. In besonders gefährdenden Bereichen sollte eine ortsfeste Beleuchtung angebracht werden. Wird der Strassenrand, z.B. durch reflektierende Randmarkierungen, deutlich gekennzeichnet, verbessert diese Massnahme auch die Orientierung der motorisierten Verkehrsteilnehmenden.

Tunnel sollten nachts generell nicht allzu hell beleuchtet werden. Bei Dunkelheit im Freien ist die Lichtintensität so abzustufen, dass für die Verkehrsteilnehmenden im Ein- und Ausfahrtsbereich genügend Zeit zur Adaptation besteht.

4.1.3 Planung von Sicherheitsmassnahmen

Planungsziele

Bei der Analyse der Verkehrsumgebung müssen statische Faktoren wie Fahrbahn, Waldrand, Signalisation und dynamische Faktoren, vor allem andere Verkehrsteilnehmende, unterschieden werden. Bei der Planung von Sicherheitsmassnahmen im Strassenverkehr sollte folgenden Zielen Priorität eingeräumt werden [S. Siegrist 12.3.1999]:

- Sicherheit besitzt grundsätzlich Vorrang vor anderen Anliegen, z.B. der Ermöglichung höherer Geschwindigkeiten.
- Verkehrssysteme werden fehlertolerant ausgelegt und orientieren sich an den schwächsten Verkehrsteilnehmenden.
- Visuelles Bild und Signalisation bzw. geltende rechtliche Anforderungen werden in Einklang miteinander gebracht.
- Die Menge an Information, die pro Zeiteinheit aufgenommen werden muss, wird soweit reduziert, dass übersichtliche, fassbare Situationen für die Verkehrsteilnehmenden entstehen.

- Anzeigt wird nur die Information, die aktuell auch tatsächlich von Bedeutung ist. Zu diesem Zweck werden interaktive Elemente, z.B. Wechselverkehrszeichen, eingesetzt²¹.
- Die Verkehrsteilnehmenden erhalten Rückmeldungen zu ihrem Verhalten, z.B. ein Warnsignal bei Überschreiten der signalisierten Geschwindigkeit. Erfolge werden heute mit solchen Systemen z.B. im Umfeld von Kindergärten, Schulen und Spitälern erzielt.
- Statt Schrifftafeln werden vermehrt Symbole verwendet.
- Die Massnahmenplanung wird den lokalen Gegebenheiten angepasst.

Die Forderung nach Übereinstimmung von visuellem Bild und Anforderungen an den Lenkenden kann zum Konzept der «selbsterklärenden Strasse» erweitert werden, das alle Verkehrsteilnehmenden eindeutig in die Lage versetzt, die Funktion einer Strasse und damit auch die sie erwartenden Verkehrssituationen rechtzeitig zu erkennen [R. Christ et al. 1999].

4.2 Sicherheitsrelevante Situationen

Situationen
mit erhöhtem Risiko

Im Folgenden werden, ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben, einige Situationen aufgeführt, welche die Sicherheit über die Wahrnehmung oder das Verhalten der Verkehrsteilnehmenden beeinträchtigen. Diese Situationen wirken sich, auch wenn die Projektierungsrichtlinien eingehalten werden, auf die Verkehrssicherheit aus. Vielfach bestehen auch noch gewachsene Strukturen, die den VSS-Normen nicht entsprechen.

- *Ablenkung.* Eine Baustelle auf der Gegenfahrbahn lenkt die Verkehrsteilnehmenden vom eigentlichen Verkehrsgeschehen ab [U. Ewert, Ch. A. Huber, U. Marti 14.9.1999].
- *Ablenkung.* Die – alten – Bodenmarkierungen an einer Baustelle stehen im Widerspruch zur aktuellen Verkehrsführung.
- *Fehlender räumlicher Eindruck.* Die Planung einer Strasse wurde zweidimensional bearbeitet, obwohl das Planungsergebnis dreidimensional in die natürliche Umwelt zu integrieren ist, da räumliche Entwurfelemente fehlten. Die Verkehrsteilnehmenden betrachten den Verkehrsweg und sein Umfeld räumlich und verzerrt aus der Fahrerperspektive. Bei der Planung wurden

²¹ Dies gilt insbesondere für Warnsignale und die Wegweisung. Wechselverkehrszeichen können sich allerdings aufgrund einer gewissen Ausfallwahrscheinlichkeit auch als problematisch erweisen.

daher Effekte übersehen, die für die Sicherheit von Bedeutung sind [V. Appelt, G. Weise 1999].

- *Hohe Ansprüche an das Fahrverhalten.* Die Lenkenden von Motorfahrzeugen sind durch Querschnittsbreiten, die sich häufig ändern, überfordert [M. Senn, P. Staub, H. Wymann 17.9.1999], z.B. bei der Anpassung der Geschwindigkeiten an die jeweiligen Verhältnisse.
- *Komplexität.* Zur juristischen Absicherung wird eine übermässige Beschilderung vorgenommen. Daher treten die wichtigsten Informationen für die Verkehrsteilnehmenden nicht mehr klar hervor [M. Senn, P. Staub, H. Wymann 17.9.1999].
- *Komplexität.* Mehrere Betriebswegweiser bzw. touristische Wegweiser am selben Standort tragen zur Unübersichtlichkeit der Fahrumgebung bei [M. Senn, P. Staub, H. Wymann 17.9.1999].
- *Mangelnder Kontrast.* Wichtige Signale oder andere Informationsträger sind nicht ausreichend erkennbar, weil sie mit dem Hintergrund verschmelzen [R. Allenbach et al. 1996].
- *Mitzieheffekt.* Gilt für nebeneinander liegende Fahrstreifen, die in dieselbe Richtung führen, eine unterschiedliche Signalisation, kann es zu «Mitzieheffekten» kommen. So startet beispielsweise ein Autofahrender mit dem neben ihm anfahrenen Bus, obwohl für seinen eigenen Fahrstreifen die Ampel noch auf Rot steht.
- *Risikoverhalten.* Ungeduld und Überholdruck sowie die Tendenz, Rotlichter zu missachten, wachsen nach Staus an Knotenpunkten mit ungenügender Leistungsfähigkeit, die ein langes Warten erfordern, an [M. Senn, P. Staub, H. Wymann 17.9.1999].
- *Risikoverhalten.* Tramhaltestellen werden noch in letzter Sekunde von Fahrzeugen passiert, bevor der Strassenverkehr anhalten muss, um die Zufussgehenden queren zu lassen [M. Senn, P. Staub, H. Wymann 17.9.1999].
- *Risikoverhalten.* Die heutigen Verkehrssituationen sind stark auf den Fahrzeugverkehr ausgerichtet. Das Fuss- und Radverkehrsnetz wird regelmässig durch das Strassennetz unterbrochen und ruft damit ein weniger sicherheitsgerichtetes Verhalten aller betroffenen Verkehrsteilnehmenden hervor.

- *Unzureichende Sichtweiten.* Ab Geschwindigkeiten von 100 km/h reichen nachts die Anhaltesichtweiten beim Fehlen vorausfahrender Fahrzeuge auf Autobahnen nicht aus [H. P. Lindenmann 12.3.1999].

Sicherheitsmassnahmen

Vorschläge für entsprechende Sicherheitsmassnahmen sind:

- *Ausgewogene Ansprüche an das Fahrverhalten.* Für eine sichere Strasse ist ein homogener Strassenquerschnitt zentral [M. Senn, P. Staub, H. Wyman 17.9.1999].
- *Ausreichende Sichtweiten.* Auf Autobahnen sollten die Geschwindigkeiten nachts stärker als am Tag begrenzt oder technische Massnahmen ergriffen werden, die zu einer besseren Ausleuchtung der Fahrbahn führen [H. P. Lindenmann 12.3.1999]. Allgemein gilt, dass eine verbesserte Beleuchtung die Unfallgefahr nachts und bei höheren Geschwindigkeiten reduziert [F. Sagberg et al. 1999].
- *Erhöhte Aufmerksamkeit.* Positiv auf die Verkehrssicherheit wirken sich in Einzelfällen Belagswechsel aus, welche die Aufmerksamkeit der Lenkenden wecken und damit eine Geschwindigkeitsreduktion herbeiführen können.
- *Guter räumlicher Eindruck.* Bei der Planung von Strassen sollten vermehrt räumliche Entwurfelemente eingesetzt werden. Die Entwicklung entsprechender Instrumente bedarf einer gezielten Förderung [V. Appelt, G. Weise 1999].
- *Verbesserte Sichtbedingungen.* Die Sichtbedingungen in der Nacht können an besonders gefährlichen Stellen unter Umständen durch helle, stärker reflektierende Beläge verbessert werden.
- *Verbesserte Sichtbedingungen.* Markierungen werden rechtzeitig aufgefrischt, bevor sie zu sehr abgefahren sind. Wo alte Markierungen wieder hervortreten und verwirrend wirken könnten, werden sie zügig entfernt oder überdeckt. Von besonderer Bedeutung sind das Wegfräsen oder Überdecken der alten Markierungen und das erneute Markieren bei Baustellen auf Autobahnen [U. Ewert, Ch. A. Huber, U. Marti 14.9.1999].
- *Verbesserte Sichtbedingungen.* Randmarkierungen sind vor allem in Nebelgebieten wesentlich und sollten in gutem Zustand gehalten werden. Allgemein ist darauf zu achten, dass Markierungen auch bei Nässe und ins-

besondere in Zeiten mit starkem Laubfall ausreichend sichtbar sind [M. Senn, P. Staub, H. Wymann 17.9.1999].

- *Verminderte Komplexität.* Die Verkehrsteilnehmenden müssen ihre Aufmerksamkeit auf die jeweilige Aufgabe ausrichten und in jeder Lage gezielt die für sie relevanten Reize auswählen können. Daher ist insbesondere auf Strecken, welche die besondere Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmenden verlangen, darauf zu achten, dass konkurrierende Reize nicht überhand nehmen [U. Ewert, Ch. A. Huber, U. Marti 14.9.1999].
- *Verminderte Komplexität.* Bei der Beschilderung einer Strecke muss zwischen den Anliegen möglichst vollständige Information der Verkehrsteilnehmenden, Eigenverantwortung der Verkehrsteilnehmenden sowie übermässige Komplexität und Grenzen der Verarbeitbarkeit sorgfältig abgewogen werden. Eine Überforderung der Verkehrsteilnehmenden ist in jedem Fall zu vermeiden [M. Senn, P. Staub, H. Wymann 17.9.1999].
- *Verminderte Komplexität.* Eine Vereinheitlichung der Geschwindigkeitslimiten in bestimmten Situationen, z.B. innerorts²², wäre wünschenswert. Dadurch würde sich eine übermässige Beschilderung erübrigen [M. Senn, P. Staub, H. Wymann 17.9.1999].

²² evtl. beschränkt auf Situationen ausserhalb von Hauptachsen

4.3 Eigenschaften und Ausstattung von Motorfahrzeugen

4.3.1 Einführung

Informationsfluss zwischen Mensch und Fahrzeug

Mensch und Fahrzeug stehen in einer engen Wechselwirkungen zueinander. Der Fahrzeugführung als Mensch-Maschine-Schnittstelle kommt daher besondere Bedeutung zu. Folgende Ziele sollen mit der Gestaltung und Ausstattung eines Fahrzeugs erreicht werden [Ch. Bielaczek 1998]:

- Das Fahrzeug liefert zuverlässige Informationen an den Lenkenden. Das gilt auch in Stress- und Notfallsituationen.
- Die Aufmerksamkeit des Fahrzeugführenden wird auf die jeweils wichtigste Information gelenkt.
- Es werden Formen der Kommunikation gewählt, die aufgabenangepasste Aktionen und Reaktionen erwarten lassen.
- Die Mensch-Fahrzeug-Kommunikation wird möglichst ermüdungsfrei gestaltet.

Entwicklungspotentiale

Ein hohes Entwicklungspotential wird bei der Verbesserung des Informationsflusses zwischen Fahrzeug und Lenkendem vermutet. Bei der Gestaltung und Ausstattung der Fahrzeuge wird heute jedoch anderen Faktoren wie Design und Wirtschaftlichkeit oft der Vorrang gegeben [Ch. Bielaczek 1998].

Innerhalb des Fahrzeugs lassen sich Informationen besonders schnell über den Tastsinn vermitteln. Manche Autoren schlagen daher vor, künftig bei der Gestaltung und Ausstattung von Fahrzeugen dieser Art der Informationsübermittlung vermehrt Aufmerksamkeit zu schenken. Einer guten und raschen Informationsaufnahme über den Gleichgewichtssinn stehen oft Komfortgründe entgegen [Ch. Bielaczek 1998].

Allgemein führen fahrzeugtechnische Verbesserungen nicht per se zu einer Verminderung der Unfallzahlen. Entscheidend für die Unfallbilanz ist vielmehr die Art und Weise, wie die Lenkenden mit dem Sicherheitspotential umgehen. Wenn sich z.B. aufgrund verbesserter Bremstechnik der Bremsweg spürbar verkürzt, wird der Lenkende diesen neuen Umstand in seine Risikokalkulation einbeziehen [I. Pfafferott 1990].

4.3.2 Ausstattung der Fahrzeuge

Zusatzfunktionen und
fahrzeugtechnische
Verbesserungen

Viele Fahrzeuge sind mit Funktionen ausgestattet, die für den Fahrzweck nicht unmittelbar von Bedeutung sind, aber das Fahrverhalten der Lenkenden beeinflussen. Bei der technischen Ausgestaltung der Fahrzeuge werden Fortschritte erzielt. Gewöhnungseffekte, insbesondere an charakteristische Merkmale des Motorengeräuschs, können beim Fahrzeugwechsel und der Umsetzung technischer Fortschritte allerdings zu Fehlinterpretationen führen [Ch. Bielaczek 1998]. Moderne Motorfahrzeuge, insbesondere Personenwagen, bieten immer mehr Fahrkomfort bei weniger Geräuschen und Erschütterungen. Dadurch verlieren viele Lenkende die Fähigkeit, die Geschwindigkeit angemessen einzuschätzen.

Radio, Stereoanlage

Laufende Radios und Stereoanlagen schirmen die Lenkenden von der Geräuschkulisse der Umgebung, einschliesslich der Geräusche des eigenen Fahrzeugs, ab und schränken damit ihre Wahrnehmungsfähigkeit ein. Auf langen monotonen Strecken können Radios und Stereoanlagen allerdings die Aufmerksamkeit der Lenkenden aufrechterhalten und damit das Risiko von Unfällen vermindern.

Durch Musik sind auch Stimmungs- und Verhaltensänderungen möglich. In der unmittelbaren Umgebung von Diskotheken der Stadt Zürich wurden erhöhte Unfallraten festgestellt, die vor allem auf eine verstärkte Risikobereitschaft der Diskothekenbesucher zurückgeführt werden [H.-U. Bayer 24.3. 1999].

Telefon

Telefonieren mit dem Hörer in der Hand wirkt sich negativ auf die Aufmerksamkeit und die Koordination beim Fahren und somit auf die Fahrzeugführung aus. In komplexen Verkehrssituationen erschwert das Telefonieren die Informationsaufnahme und -verarbeitung.

Personenwagen mit Telefon sind in Deutschland zu wesentlich höherem Anteil auf den Autobahnen unfallverwickelt als Personenwagen ohne Telefon. Bei Auffahrunfällen innerorts in Deutschland zeigte sich, dass Fahrzeuge ohne Freisprecheinrichtung häufiger an Auffahrunfällen beteiligt sind als Fahrzeuge mit Freisprecheinrichtung und Personenwagen ohne Telefon. Ein grösseres Sicherheitsrisiko als das Sprechen stellt der Wählvorgang dar [S. Becker et al. 1995; E. Brühning et al. 1998].

In der Schweiz ist das Telefonieren im Auto nur mit Freisprechanlagen erlaubt. Die Missachtungsrate ist jedoch erheblich. Bei Unfällen wird mit einer grossen Dunkelziffer gerechnet, da z.B. ein Mobiltelefon schnell auf den Rücksitz ge-

worfen oder im Handschuhfach verstaut werden kann [H.-U. Bayer 24.3.1999]. Freisprechanlagen erhöhen das Risiko insbesondere in innerorts-Situationen, die mit hohen Anforderungen an den Lenkenden verbunden sind, wenn die Anlage bedient werden muss oder das Gespräch und die Anforderungen der Verkehrssituation in Konkurrenz miteinander treten.

Klimaanlage

Klimaanlagen verbessern das Wohlbefinden der Lenkenden von Motorfahrzeugen und kommen daher in der Regel deren Aufmerksamkeit und Reaktionsvermögen zugute [U. Ewert, Ch. A. Huber, U. Marti 14.9.1999].

4.3.3 Neue Fahrzeugtechniken

Elemente der Fahrzeugtechnik

Künftig könnten sich neue, bislang noch nicht serienreife technische Ausrüstungen auf Wahrnehmung und Verhalten der Lenkenden und damit auf die Verkehrssicherheit auswirken [Ch. Chaloupka 1998; SN 640 871]:

- *Routeninformation und Zielführung.* Navigations-Informationen zur besten Route basierend auf dem aktuellen Verkehrszustand; Einweisung zu freien Parkplätzen
- *Notrufmanagement.* Kommunikationsmöglichkeiten mit einem Kontrollzentrum bei Notfällen
- *Geschwindigkeitslenkung.* Dynamische Geschwindigkeitsvorschläge für den Lenkenden
- *Tutoring.* Rückmeldung an den Lenkenden hinsichtlich guten und «schlechten» Fahrverhaltens gefolgt von Hinweisen
- *Überwachung der Sicherheitsbereitschaft des Fahrers.* Identifikation von unangemessenem Fahrverhalten infolge von Müdigkeit, Alkohol, Stress etc.
- *Überwachung der Sicherheitsbereitschaft des Fahrzeugs.* Kontrolle wichtiger Betriebsparameter und Meldung bei Abweichungen
- *Fahrzeugführerunterstützung Überholen.* System zur Unterstützung der Entscheidung, ob überholt werden kann
- *Fahrzeugführerunterstützung und Fahrzeugbeeinflussung Einhalten der Geschwindigkeit.* Kontrollfunktion zur automatischen Überwachung der Einhaltung der Geschwindigkeitsvorschriften («Tempomat»)
- *Fahrzeugführerunterstützung und Fahrzeugbeeinflussung Abstandhalten.* Funktion, die den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug in Abhängigkeit von der gefahrenen Geschwindigkeit regulieren hilft
- *Fahrzeugführerunterstützung und Fahrzeugbeeinflussung Spurhalten.* System, das ein ungewolltes Verlassen des Fahrstreifens verhindert

- *Fahrzeugführerunterstützung und Fahrzeugbeeinflussung Kollisionsvermeidung.* Warnung vor Hindernissen auf dem Fahrweg, insbesondere wenn die Sicht infolge von Nebel oder Dunkelheit reduziert ist
- *Fahrtenschreiber.* Aufzeichnung wichtiger Grössen wie z.B. der Geschwindigkeit. Mit Hilfe des Fahrtenschreibers kann beispielsweise überprüft werden, ob eine Busse gerechtfertigt ist, oder ob der Hergang eines Unfalls den Angaben des Lenkenden entspricht

Dabei werden teilweise negative Begleiterscheinungen von Massnahmen beobachtet, die an sich sicherheitsgerichtet sind. Beispielsweise können Navigationsempfehlungen zum Ausweichen auf weniger sichere Strassen, etwa Quartierstrassen, führen oder ein Tempomat die Aufmerksamkeit und Handlungsfähigkeit des Lenkenden während eines Überholvorgangs beeinträchtigen. Manche neueren Techniken sind auch noch mit Anfangsmängeln behaftet. So werden etwa Navigationssysteme nicht immer dem neusten Stand der Verkehrsregelung nachgeführt.

Systeme, welche die Lenkenden bei der eigentlichen Fahraufgabe unterstützen, lassen sich den in 3.1 definierten Ebenen der Aufgabenbewältigung zuordnen:

Strategische Aufgaben	Taktische Aufgaben	Operationale Aufgaben
Routenlenkung Notfallunterstützung	Geschwindigkeitslenkung Tutoring Fahrerüberwachung Fahrzeugüberwachung Überholen (Entscheidungshilfe)	Einhalten der Geschwindigkeit Abstandhalten Spurhalten Elektronische Sicht

Automatisierte Verkehrssysteme

Kombinationen derartiger Systeme könnten zur gänzlichen Entlastung der Lenkenden von gewissen Fahraufgaben genutzt werden und trügen damit zur Automatisierung des Strassenverkehrs bei. Dazu würde allerdings eine Telematikinfrastruktur benötigt, die parallel zum Strassensystem verläuft und die erforderlichen Steuersignale und Informationsflüsse bewältigt [P. Nijkamp et al. 1996]. Teilautomatisierte Lösungen und deren Einfluss auf das Fahrverhalten werden zur Zeit auf Teststrecken oder in Verkehrssimulatoren untersucht [N. Couch et al. 1999; P. A. Desmond et al. 1998].

Sicherheitsmindernde
Effekte

Mögliche sicherheitsmindernde Effekte solcher Systeme sind:

- *Beeinträchtigte Reaktionsmöglichkeiten in kritischen Situationen.* Beispielsweise kann das Signal des Geschwindigkeitswarngeräts den Lenkenden während eines Überholvorgangs irritieren und damit zu kritischen Situationen führen.
- *Reduzierte Aufmerksamkeit.* Scheinbar perfekte Zuverlässigkeit wiegt den Lenkenden in einer Sicherheit, die den objektiven Bedingungen nicht entspricht und wirkt sich daher negativ auf die Verkehrssicherheit aus [B. Färber 1993].
- *Fehlende Akzeptanz.* Das Risiko wird als gering wahrgenommen. Zugleich entwickelt sich Angst vor Systemabhängigkeit; Überwachungsmöglichkeiten stoßen auf Ablehnung. Abstandswarngeräte beispielsweise werden sehr bald ausgeschaltet oder auf Minimalabstand eingestellt, weil ihre Informationen nicht in das übliche Verhaltensschema passen bzw. schlecht in das Verhalten der Umwelt integrierbar sind [Ch. Chaloupka 1998]. Sicherheitsmindernd wirkt vor allem das bewusste Verstossen gegen die Warnungen des Geräts.
- *Gewöhnung.* Informationen und Warnungen, die wiederholt nicht mit der eigenen Wahrnehmung der Situation übereinstimmen, werden nach einiger Zeit aus dem Bewusstsein ausgeblendet [Ch. Chaloupka 1998].

Verbesserung
der Sicherheit

Damit neue Entwicklungen auch tatsächlich ihre sicherheitsgerichtete Funktion erfüllen können, sind zwei wesentliche Forderungen zu beachten:

- Neue Entwicklungen der Fahrzeugtechnik tragen dazu bei, eine Informationsüberflutung zu vermeiden. Die Systeme reagieren fahraufgabenbezogen [S. Siegrist 12.3.1999].
- Technische Produkte werden differenziert an die Denk- und Handlungsstrukturen des Menschen angepasst. Ziel der Ergonomie sollte sein, den Autofahrenden von Informationsstress und Handlungsdruck zu entlasten und ihm dennoch die Verantwortung für sein Fahrverhalten zu belassen [H. J. Kütting 1990].

4.4 Einflüsse auf die Sicherheit von Zufussgehenden

4.4.1 Einführung

Merkmale von Zufussgehenden

Fast alle Menschen sind Zufussgehende. Zu den Zufussgehenden zählen z.B. Jugendliche, kleine Kinder, Mütter mit Kinderwagen, Radfahrende, die ihr Velo schieben, etc. Zufussgehende stellen daher eine Gruppe von Verkehrsteilnehmenden mit einem breiten Spektrum von Eigenschaften dar.

Zufussgehende fühlen sich nur teilweise als Verkehrsteilnehmende. Das Gebäude, in dem man arbeitet, zu verlassen, nebenan noch schnell einen Einkauf zu erledigen, dann die Strasse zu überqueren, um zum Parkplatz oder zur Bushaltestelle zu gehen, wird als Kontinuum empfunden. Der Zufussgehende wechselt nicht seine Identität, indem er ein Gebäude verlässt, an den Rand der Strasse tritt und damit zum Verkehrsteilnehmenden wird. Im Vergleich dazu stellen Fahrzeuge Anforderungen, die bewusst machen, dass man sich im Verkehr bewegt.

Reaktion auf Gefährdungen

Zufussgehende sind im Strassenverkehr auf vielfältige Weise gefährdet. Sie stellen im Allgemeinen keine direkte Gefährdung für andere Verkehrsteilnehmende dar.

Fühlen sich Zufussgehende bedroht, so kompensieren sie das Risiko durch vermehrte Vorsicht: Kinder werden von Erwachsenen zur Schule begleitet, um eine höhere Sicherheit im Verkehr zu gewährleisten, ängstliche oder gehbehinderte Personen schränken ihre Mobilität ein. Daher sind Sicherheitsmassnahmen von Bedeutung, welche die Mobilität der Zufussgehenden verbessern oder erhalten.

Wahrnehmungs- und Kommunikationsprobleme

Zufussgehende sehen sich im Strassenverkehr aus verschiedenen Gründen Wahrnehmungs- und Kommunikationsproblemen ausgesetzt [D. Sauter 17.3. 1999]:

- Getönte und spiegelnde abgeschrägte Scheiben von Personenwagen erschweren den Sichtkontakt und die Kommunikation mit den Lenkenden.
- Sichtkontakt und Kommunikation mit Lenkenden von Lastwagen und Bussen sind durch deren Bauweise behindert.
- Viele physische und psychische Einschränkungen bei Zufussgehenden, z.B. aufgrund von Hirnverletzungen, sind für Fahrzeuglenkende nicht erkennbar.

- Die Überforderung von Zufussgehenden wird von anderen Verkehrsteilnehmenden oft als Rücksichtslosigkeit gedeutet und löst entsprechende Reaktionen aus.
- Zufussgehende, vor allem Kinder und ältere Menschen, sind oft nicht in der Lage, den Bremsweg eines nahenden Fahrzeugs vor einem Fussgängerstreifen richtig abzuschätzen.

4.4.2 Versetztes Parkieren und Mischbereiche

Beim versetzten Parkieren müssen Vor- und Nachteile für Zufussgehende gegeneinander abgewogen werden:

Vorteile durch
versetztes Parkieren

Versetztes Parkieren kann wesentlich zur Verkehrsberuhigung beitragen. Zudem lässt sich durch versetztes Parkieren die Sicht der Fahrzeuglenkenden auf beide Seiten der Strasse lokal verbessern. Versetztes Parkieren stellt damit einen Sicherheitsgewinn für die Zufussgehenden dar [P. Bachmann 13.10.1999].

Risiken durch
versetztes Parkieren

Strassenabschnitte, wo versetzt parkiert wird, bergen, sofern die Fahrgeschwindigkeit nicht erheblich reduziert wird, jedoch für Zufussgehende auch Risiken: Einerseits können sich Kinder schlecht zwischen den Fahrzeugen orientieren, und andererseits sind unvermutet zwischen den Fahrzeugen auf die Strasse laufende Kinder für Fahrzeuglenkende oft erst sehr spät wahrnehmbar.

Querenden Zufussgehenden und Radfahrenden wird die Sicht auf die Strasse durch die Fahrzeuge verstellt. Wo Radfahrende horizontale Versätze mitmachen müssen, besteht eine erhöhte Gefährdung durch überholende Motorfahrzeuge. Für Fahrzeuglenkende sind querende Zufussgehende und Radfahrende vielfach zu spät erkennbar. Zudem können seitlich parkierte Fahrzeuge die Sicht auf bevorstehende Kreuzungen verstellen.

Regelungen

Das versetzte Parkieren wird heute durch neue Normen zur Verkehrsberuhigung empfohlen und geregelt. Als Sicherheitsmassnahme müssen unter anderem das Halten und Parken in ungenügender Entfernung vom Fussgängerstreifen- bzw. Kreuzungsbereich verhindert und weitere unnötige Sichthindernisse im Nahbereich der Kreuzung eliminiert werden. Radfahrenden ist möglichst ein Geradeausfahren zu ermöglichen. Fussgängerstreifen sollten sich am Beginn oder Ende einer seitlichen Einengung befinden, die nach Möglichkeit die Flucht der parkierten Fahrzeuge etwas überragt.

Mischbereiche /
gestaltete Hauptstrassen

Positiv sind aus der Sicht von Zufussgehenden Mischbereiche einzustufen. In solchen Mischbereichen soll der Verkehr nach dem Prinzip der gegenseitigen Rücksichtnahme ablaufen. Voraussetzung dafür ist eine geringe Geschwindigkeit des Fahrzeugverkehrs. Die Sicherheit der Zufussgehenden wird erhöht, ihre Mobilität kann vielfach sogar verbessert werden. Zugleich wurde mit gestalteten Hauptstrassen, z.B. der Seftigenstrasse in Köniz, gezeigt, dass mit einer Berücksichtigung der Anliegen der verschiedenen Verkehrsteilnehmenden auch der Fluss des motorisierten Verkehrs verbessert bzw. verstetigt wird. Die Strasse entwickelt sich wieder stärker zum öffentlichen Raum.

Wünschbar ist, Anwohner und Interessengruppen in die Planung solcher Mischbereiche einzubeziehen. Allerdings werden behinderte Verkehrsteilnehmende von Mischbereichen vielfach vor Probleme gestellt. Zudem ist die rechtliche Situation, vor allem im Hinblick auf mögliche Konflikte, bisher noch ungenügend geklärt.

4.4.3 Andere Einflüsse

Strassenbahnen
und Busse

In der Stadt Zürich ereigneten sich im Zeitraum von 1993 bis 1998 rund 10% aller registrierten Fussgängerunfälle und 16% der tödlichen Fussgängerunfälle in direktem Zusammenhang mit Strassenbahnen, weit überwiegend an Tramhaltestellen. Mehr als die Hälfte der unfallbeteiligten Zufussgehenden waren über 60, jeder dritte unfallbeteiligte Zufussgehende über 80 Jahre alt. Von 15 Zufussgehenden, welche von 1993 bis 1998 bei Tramunfällen starben, handelte es sich in 13 Fällen um ältere Menschen.

Nahende Strassenbahnen richtig wahrzunehmen, ist nach den Erfahrungen der Stadtpolizei Zürich für viele ältere Menschen schwierig. Einerseits tragen wohl mangelnde Aufmerksamkeit, andererseits Faktoren wie eine gebückte Haltung, Einschränkungen des Sehfelds, fehlende oder schlecht eingestellte Brillen und Hörgeräte zu diesen Problemen bei. Zugleich weisen gerade viele neuere Trammodelle eine Silhouette auf, die es kaum ermöglicht, ankommende oder sich entfernende Strassenbahnen voneinander zu unterscheiden. Trams auf offener mit Rasengittersteinen oder Rasen gestalteter Strecke und moderne Niederflurtrams fahren zudem so leise, dass ein zusätzliches Geräusch erzeugt werden müsste, um die Zufussgehenden rechtzeitig vor dem nahenden Fahrzeug zu warnen.

Trams besitzen einen langen Bremsweg, vor allem bei schlechten Schienenverhältnissen. Wenn ein Tramchauffeur ein akustisches Warnsignal auslöst, ist es zum Anhalten in der Regel schon zu spät.

Bei unregelmäßigen Übergängen sind sich in der Stadt Zürich viele Zufussgehenden offenbar nicht bewusst, dass das Tram vortrittsberechtigt ist. Während Fussgängerunfälle an Tramhaltestellen bei befahrenen Strassen häufig sind, weisen Haltestellen in Fussgängerzonen kein erhöhtes Unfallaufkommen auf. Unfälle mit Bussen sind im Vergleich zu Fussgängerunfällen mit Strassenbahnen selten.

In Zürich ereignen sich immer wieder schwere Unfälle, wenn Personen über die Kupplung zwischen Motor- und Anhängerwagen von Strassenbahnen steigen. Daneben werden auch vereinzelt Unfälle beim «Tramsurfen», d.h. vor allem beim Mitfahren auf dem Dach einer Strassenbahn, registriert [H.-U. Bayer 24.3.1999].

Walkmen und Mobiltelefone

Durch das Tragen von Walkmen, Discmen u.ä. wird die Wahrnehmung aller Verkehrsteilnehmenden, insbesondere die Wahrnehmung von Geräuschen, eingeschränkt. Dadurch kann es zu einer erhöhten Gefährdung im Strassenverkehr kommen [D. Sauter 17.3.1999]. In der Stadt Zürich wurden in den letzten Jahren auch schwere Unfälle von Zufussgehenden, die ein Mobiltelefon benutzten, registriert. Ein Zufussgehender konzentrierte sich offenbar derart auf das Gespräch, dass er direkt vor ein nahendes Tram lief und dabei tödlich verunfallte [H.-U. Bayer 24.3.1999].

Skaten

Inline-Skates, Skateboards und Trottinettes dürfen als Spielgeräte nicht auf der Strasse benutzt werden. Klare und detaillierte Verkehrsvorschriften fehlen jedoch bisher. Auf dem Trottoir sollten sich Skatende so bewegen, dass sie Zufussgehende nicht gefährden, was aber dem Verhalten der überwiegend jugendlichen Benutzer vielfach entgegenläuft. Neben dem Spass an der Geschwindigkeit, am engen Kurvenschneiden, knappen Ausweichen etc. ist in einzelnen Fällen auch ein Hochrisikoverhalten zu beobachten, z.B. beim Anhängen an Mofas und Trams (vgl. 3.4).

Vielfach wird die Rücksichtslosigkeit von Inline-Skatern beklagt. Konflikte mit Zufussgehenden ergeben sich vor allem im städtischen Raum. Manche Städte bemühen sich daher, den Skater-Verkehr zu kanalisieren, z.B. durch Skate-Parks, Skate-Pisten oder Skater-Veranstaltungen. Als führend bei den Sicherheitsmassnahmen in der Schweiz gilt Lausanne, wo die Stadtpolizei unter anderem den Dialog mit Skater-Verbänden gesucht hat [D. Sauter 17.3.1999; H.-U. Bayer 24.3.1999; H. Schärer 1998].

4.5 Einflüsse auf die Sicherheit von Radfahrenden

4.5.1 Einführung

Merkmale von Radfahrenden

Radfahrende treten häufig in Gruppen auf. Das Fahren in Rudeln, z.B. nach Schulschluss oder bei Familienausflügen, erschwert ihnen das Reagieren auf unerwartete Situationen. Von vorne bzw. hinten betrachtet sind Radfahrende aufgrund ihrer schmalen Silhouette unauffällig und werden von den anderen Verkehrsteilnehmenden oft erst spät erkannt.

Reaktion auf Gefährdungen

Fühlen sich Radfahrende vom motorisierten Strassenverkehr übermässig gefährdet, so weichen sie ähnlich wie Zufussgehende dieser Bedrohung aus. Zu Unfallschwerpunkten kommt es gar nicht erst, weil die entsprechende Strasse oder der Streckenabschnitt von Radfahrenden nicht mehr benutzt wird. Fahrradfahrende geben einander Halt. Je weniger von ihnen noch auf einer Strecke unterwegs sind, umso bedrohter fühlen sich die verbleibenden Radfahrenden.

Behinderung durch Regenkleidung

Bei Radfahrenden, aber auch bei Zufussgehenden, kann die Kapuze der Regenbekleidung dazu führen, dass andere Verkehrsteilnehmende übersehen werden. Unter anderem treten auch Unfälle auf, weil Radfahrende in stehende Hindernisse, z.B. parkierende Fahrzeuge, fahren [M. Senn, P. Staub, H. Wyman 17.9. 1999].

Velokuriere

Einen Spezialfall unter den Radfahrenden stellen die Velokuriere dar. Obwohl diese Kuriere häufig Verkehrsregeln missachten und von anderen Verkehrsteilnehmenden als besonders gefährdend wahrgenommen werden, treten zumindest in der Stadt Zürich nur selten Unfälle mit Velokurieren auf. 1998 beispielsweise wurden dort mehr als 200 Fahrradunfälle registriert. An sieben dieser Unfälle waren Kuriere beteiligt [H.-U. Bayer 24.3.1999].

4.5.2 Verkehrsumgebungen

Gefahren auf Radwegen

Auf Wegen, die als Radwege deklariert sind, wird sorgloser gefahren, als auf Wegen, die keinen solchen Hinweis tragen. Auf die Sicherheit von Radwegen muss daher ein vermehrtes Augenmerk gelegt werden. Als besonders problematisch erweisen sich Hindernisse, die zu spät wahrgenommen werden. Pfosten, Kandelaber, Hydranten etc. im Bereich von Verkehrsflächen des Radverkehrs sollten daher von Inseln umgeben sein, der Einsatz von Slalom-

schikanen vermieden werden. Hindernisse, die unerwartet einen Bereich der Verkehrsfläche einnehmen, sind gut zu beleuchten [O. Balsiger 15.3.1999].

Gefahren
auf Radstreifen

Radstreifen werden vom motorisierten Verkehr oft zu wenig wahrgenommen. Eine deutliche Markierung, an Knotenpunkten auch eine Einfärbung, ist daher wesentlich. An Kreuzungen müssen Radfahrende tendenziell mehr Konflikte im Auge haben als andere Verkehrsteilnehmende, weil sie zum Linksabbiegen sowohl in die gleiche Richtung fahrende als auch entgegenkommende Fahrzeugströme queren müssen. Vorteilhaft wäre es daher aus der Sicht der Radfahrenden, mögliche Mehrfach-Konfliktpunkte räumlich aufzuteilen [O. Balsiger 15.3.1999].

Gefahren
auf Flurwegen

Kreuzen sich in offener Landschaft zwei Flurwege rechtwinklig, nehmen die Verkehrsteilnehmenden, obwohl grundsätzlich die Regel «rechts vor links» gilt, den jeweils anderen Weg oft nicht wahr, unter anderem da sie sich in einer sicheren Umgebung fühlen. Es kommt vor allem zu Unfällen zwischen Radfahrenden und landwirtschaftlichen Fahrzeugen oder Radfahrenden untereinander.

Empfohlen wird daher, die Wege mit einer Serpentine ohne topografischen Grund an die Kreuzung heranzuführen. Alternativ kann die Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmenden auch vor der Kreuzung durch Rüttelstecken oder auf die Fahrbahn aufgemalte Streifen bzw. Warnhinweise geweckt werden. Die Sichtverhältnisse lassen sich verbessern, wenn landwirtschaftliche Felder nicht bis unmittelbar an den Strassenrand bepflanzt werden [O. Balsiger 15.3.1999; F. Sagberg 1999].

Gefahren
an Unterführungen

Personen- oder Radwegunterführung können von Radfahrenden beim Herannahen oft nicht eingesehen werden. Dennoch versuchen sie, den Schwung beim Hereinfahren für das Herausfahren aus der Unterführung auszunutzen. Verstärkt durch die Kurvenlage kann es zu Kollisionen von Radfahrenden untereinander aber auch mit Zufussgehenden kommen [O. Balsiger 15.3.1999]. Die Gestaltung der Unterführung sollte daher, etwa durch bauliche Massnahmen, so angepasst werden, dass ein risikogerechtes Verhalten der Radfahrenden erreicht wird.

4.6 Einflüsse auf die Sicherheit motorisierter Verkehrsteilnehmer

4.6.1 Einführung

Lenkende motorisierter Fahrzeuge müssen ständig Aufgaben auf verschiedenen Ebenen bewältigen [A. S. Cohen 1998]:

- die Orientierung im Strassennetz
- die Planung der Fahrweise für die unmittelbare Zukunft²³
- die Kontrolle der aktuellen Fahrzeugbewegung und -position
- die Beobachtung des Verkehrsraums
- die Vorwegnahme möglicher Ereignisse

Die Wahrnehmungs- und Reaktionsfähigkeit der motorisierten Verkehrsteilnehmenden kann dabei aufgrund verschiedener Einflüsse eingeschränkt sein (vgl. Kapitel 3).

4.6.2 Spezifische Abweichungen von den Projektierungsrichtlinien

Eine in sich stimmige und vorhersehbare Verkehrsumgebung trägt wesentlich dazu bei, einer Überforderung der Verkehrsteilnehmenden vorzubeugen [F. Sagberg et al. 1999]. Im Folgenden sind einige Situationen aufgeführt, die das risikogerechte Verhalten der Motorfahrzeuglenkenden beeinträchtigen. Diese Situationen widersprechen zwar den Projektierungsrichtlinien, verursachen jedoch bei gewachsenen Strukturen noch oft Unfälle mit:

Eine Kreuzung oder ein Fussgängerstreifen sind, da sie sich auf oder unmittelbar hinter einer Kuppe befinden, erst aus geringer Entfernung erkennbar. Dies gilt vor allem für Situationen, in denen kein potentieller Konfliktpartner, z.B. ein querendes Fahrzeug, sichtbar ist. Die Problematik wird verschärft, wenn die Umgebung keine Kreuzung oder keinen Fussgängerstreifen erwarten lässt. Das gilt z.B. für Strassen durch Waldgebiete (Kreuzung) bzw. Industriezonen (Fussgängerstreifen) [M. Senn, P. Staub, H. Wymann 17.9.1999]. Die Kreuzung sollte daher durch gestalterische Massnahmen möglichst klar sichtbar gemacht werden. Die Verlegung eines Fussgängerstreifens kann nur dann in Betracht gezogen werden, wenn dadurch kein Umweg für Zufussge-

Kreuzung
auf Kuppe

²³ d.h. die kommenden Sekunden

hende entsteht, da der neue Überweg ansonsten voraussichtlich nicht akzeptiert und benutzt wird.

Einmündung in
spitzem Winkel

Eine in sehr spitzem Winkel erfolgende Einmündung täuscht, insbesondere in Verbindung mit einer Kuppe innerorts für die einbiegenden Fahrzeuge einen geraden, für die Verkehrsteilnehmenden auf der durchgehenden Strasse einen einmündungsfreien Strassenverlauf vor. Dadurch wird das Erkennen eines Knotenpunkts erschwert, was insbesondere bei den nicht vortrittsberechtigten Verkehrsteilnehmenden von Bedeutung ist. Vorfahrtsignale werden systematisch übersehen, es kommt vermehrt zu Kollisionen [M. Weissert 19.3.1999]. Ungünstig wirken sich auch flache Einmündungen von Radwegen auf Strassen aus [P. Bachmann 13.10.1999]. Als Sicherheitsmassnahmen kommen ein Abkröpfen der Einmündung oder der Einbau einer gut sichtbaren Insel in Frage.

Spät erkennbares
Hinderniss

Eine Mittelinsel ist erst verhältnismässig spät wahrnehmbar, z.B. weil sie sich auf einer Kuppe befindet. Dadurch werden die Fahrzeuglenkenden beim Überholen überrascht. Es kommt zu gefährlichen Reaktionen. Insbesondere kann ein Lastwagen ins Schlingern geraten und dadurch den von ihm überholten Radfahrenden gefährden [M. Senn, P. Staub, H. Wyman 17.9.1999]. Mittelinseln sollten daher nur dort positioniert werden, wo sie rechtzeitig wahrgenommen werden können oder, z.B. aufgrund eines Überholverbots, nicht mit Überholvorgängen zu rechnen ist. Bei den Anforderungen an die Sichtdistanz ist darauf zu achten, dass die Sichtweite nicht bloss auf den Pfosten, sondern auch auf den Bodenpunkt gewährleistet ist.

Kurve
in Wanne

Kurven in Wannen werden von Fahrzeuglenkenden grosszügiger gedeutet, als sie es tatsächlich sind. Je grösser Querneigung und Fahrbahnbreite sind, umso grösser ist die Abbildungsverzerrung [V. Appelt, G. Weise 1999]. Bei bestehenden Strassen, wo die räumliche Linienführung nicht verändert werden kann, sollte die Risikowahrnehmung der Fahrzeuglenkenden durch geeignete Massnahmen, z.B. durch Kurvenschranken-Konfigurationen, beeinflusst werden.

Kurve
ohne Randmarkierung

Bei fehlender Randmarkierung tendieren die Lenkenden von Motorfahrzeugen erfahrungsgemäss dazu, näher zur Mitte der Strasse hin zu fahren, wodurch möglicherweise die Zahl der Kollisionen mit entgegenkommenden Fahrzeugen anwächst. Daher sollten fehlende Randmarkierungen ergänzt bzw. unkenntliche Randmarkierungen ersetzt werden.

Schlecht wahrnehmbare
Verkehrsschilder

Die Wahrnehmung von Verkehrsschildern kann sowohl tagsüber als auch nachts verbessert werden, wenn das einfallende Licht von den Schildern stark

reflektiert wird oder fluoreszierende Materialien zum Einsatz kommen [R. Christ et al. 1999]. Anzustreben ist dabei nicht unbedingt eine maximale, sondern eine optimale Lichtstärke.

Übergang Ausserorts- /
Innerorts-Bereich

Eine besondere Rolle als Schnittstelle im Strassenverkehr nimmt der Übergang von Ausserorts- zu Innerorts-Bereichen ein. An Ortseinfahrten, die nicht durch besondere Gestaltungsmerkmale als solche gekennzeichnet sind, besitzen motorisierte Verkehrsteilnehmende die Tendenz, sich ohne stark zu bremsen in den Innerorts-Bereich hineinrollen zu lassen, so dass die zulässige Höchstgeschwindigkeit im Bereich der Ortstafel erheblich überschritten wird. Rein optische Massnahmen, die auf die Einsicht der Verkehrsteilnehmenden setzen, tragen nicht zu einer Verbesserung der Situation bei. Erfolg zeigen dagegen fahrdynamisch wirksame bauliche Massnahmen. Hier muss jedoch mit einer Wiederbeschleunigung gerechnet werden, falls die Massnahme nicht weiter in den Innerorts-Bereich fortgesetzt wird. Zudem besteht die Gefahr, dass die Massnahme, falls sie von einigen Verkehrsteilnehmenden nicht rechtzeitig wahrgenommen wird, ihrerseits zu Unfällen führt [J. Steinbrecher 1997].

4.6.3 Andere Einflüsse

Sichtweite

Die Frage, wann eine ausreichende Sichtweite im Strassenverkehr vorliegt, ist komplex und von einer Vielfalt von Rahmenbedingungen, darunter der Latenzzeit der Reaktionen der Verkehrsteilnehmenden (vgl. 3.1), abhängig. In diesem Bereich besteht zur Zeit noch Rechtsunsicherheit und Untersuchungsbedarf.

Generell konnte gezeigt werden, dass die Unfallrate mit steigender Sichtweite von bis zu etwa 900 m kontinuierlich abnimmt [K. Dietrich, P. Spacek 1995]. Bei Dunkelheit werden durch gut reflektierende oder beleuchtete Leitsysteme wie Leitpfosten oder Markierungen teilweise zu grosse Sichtdistanzen vorgetäuscht [A. S. Cohen 1986].

Latenzzeit

Die Reaktionen von Motorfahrzeuglenkenden variieren unter anderem damit, ob eine Steigung berg- oder talwärts befahren wird. Bei der Talfahrt scheint die Tendenz zum Abbremsen des Fahrzeugs eine schnellere Reaktion auf unerwartet querende andere Verkehrsteilnehmende zu begünstigen als bei der Bergfahrt, wo sich der Lenkende eher darauf einstellt, das Fahrzeug zu beschleunigen [U. Ewert, Ch. A. Huber, U. Marti 14.9.1999].

Wahrnehmbarkeit anderer Verkehrsteilnehmender

Bei Dämmerung und Nacht erscheinen dem Auge bewegte Objekte langsamer als sie tatsächlich sind. Es besteht die Vermutung, dass Objekte, die sich ausserhalb des Schweinwerferkegels befinden, von Fahrzeuglenkenden daher in ihrer Geschwindigkeit falsch eingeschätzt werden können. Viele Objekte werden bei schlechter Beleuchtung auch vollkommen übersehen.

Rad- und Motorradfahrende sind von vorne bzw. hinten betrachtet aufgrund ihrer schmalen Silhouette unauffällig und werden daher von den anderen Verkehrsteilnehmenden oft erst spät erkannt. Bei Motorrädern lässt sich dieser Effekt durch das Einschalten des Ablendlichts auch tagsüber kompensieren.

Witterung

Bei Nebel kommt es gelegentlich zu Auffahrunfällen infolge falsch eingeschätzter Entfernungen. Im Experiment konnte eine erhebliche Überschätzung der Distanzen bei Nebel im Vergleich zu normalen Sichtbedingungen nachgewiesen werden. Die Art der Rückleuchten kann die Entfernungswahrnehmung entscheidend beeinflussen: Die Wahrnehmung lässt sich durch zwei rückwärtige Nebelleuchten anstelle einer einzigen verbessern, und der Abstand zwischen den beiden Leuchten sollte so gross wie möglich sein [V. Cavallo et al. 1997]. Die Installation einer dritten Leuchte verbessert die Wahrnehmung der Distanz weiter massiv.

Bei starken Niederschlägen oder Nebel kann es bei der Ausfahrt aus einem Tunnel überraschend zu einer erheblichen Sichtbehinderung kommen, ohne dass den Lenkenden genügend Zeit bleibt, die Geschwindigkeit ihres Fahrzeugs entsprechend anzupassen [U. Ewert, Ch. A. Huber, U. Marti 14.9.1999].

Angst

Angst und Schwindelgefühle können auf dem Fahrstreifen entlang eines erkennbar steil abfallenden Abhangs zu Fahrunsicherheiten führen, die das Entstehen von Unfällen begünstigen [I. Belopitov, K. Dietrich 1995]. Das gilt vor allem für Fahrzeuge mit hohem Fahrersitz. Sicherheitsmassnahmen bestehen in verlässlich wirkenden Abschränkungen oder einer Bepflanzung, welche die Sicht auf den ansteigenden Hang beschränkt. Auf wenig ausgebauten Bergstrassen ist jedoch auch ein gegenläufiger Effekt zu beobachten: Da das subjektiv wahrgenommene Risiko hoch ist, fahren viele Lenkende vorsichtiger, wodurch sich die Unfallhäufigkeit reduziert [H. Fierz et al. 1993].

Stimmungslage

In unmittelbarer Nachbarschaft einer Diskothek, Konzerthalle, eines Stadions und ähnlicher Anlagen reagieren viele Besucher nach einer Veranstaltung im Strassenverkehr nicht so, wie es der Situation angemessen wäre [H.-U. Bayer 24.3.1999; P. Bachmann 13.10.1999]. Der Strassenverkehr sollte deshalb

derart kanalisiert werden, dass möglichst fließend, aber nicht mit hohen Geschwindigkeiten oder riskanten Überholmanövern gefahren werden kann.

Von Bedeutung für die Stimmungslage der Lenkenden ist auch die Witterung. So gibt es Hinweise, dass sich der Einfluss eines ersten Sonnentags nach langer Regenphase auf die Gestimmtheit der Verkehrsteilnehmenden unfallfördernd auswirken kann [H.-U. Bayer 24.3.1999].

Beim Durchfahren einer Arbeitsstelle werden Fahrzeuglenkende zu einem anderen Verkehrsverhalten veranlasst, als sie es auf freier Strecke gewohnt sind. Da diese «Störung» nur widerwillig hingenommen wird, gehen die Lenkenden an Baustellen oft ein höheres Fahrrisiko ein als auf freier Strecke (vgl. 3.4). Vor allem Geschwindigkeitsbeschränkungen werden nicht ausreichend befolgt [R. Seliger, H. H. Meseberg 1993].

5. Anpassung des Verhaltens bei risikomindernden Massnahmen

Reaktanz	Unter Reaktanz versteht man die Verhaltensänderung eines Menschen als Reaktion auf eine Massnahme oder auf ein aktuelles Ereignis. So kann beispielsweise ein Fahrzeuglenkender auf technische Verbesserungen der Strassenanlage mit einer gewagteren Fahrweise reagieren. G. Wilde erklärt mit seiner Risikokompensationstheorie, weshalb die Wirksamkeit technischer Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit wesentlich geringer als erwartet ausfällt.
Wechselwirkung Mensch, Fahrzeug, Strasse	Wildes Modell geht von einer Wechselwirkung zwischen den Komponenten Mensch, Fahrzeug und Strasse ²⁴ aus. Wird lediglich eine dieser Komponenten analysiert, so verschleiert diese Untersuchung mehr, als sie aufzudecken vermag. Eine Risikoverminderung ist erst dann möglich, wenn die Komponenten des Wirkungsgefüges Mensch, Fahrzeug, Strasse günstig aufeinander abgestimmt sind.
Akzeptiertes Risikoniveau	<i>Risikohomöostase</i> ²⁵ . Der Lenkende wählt in verschiedenen Situationen stets ein Risikoniveau aus, das ihm tolerierbar erscheint. Dieses Risikoniveau wird vom subjektiven Standpunkt aus als «sicheres Verhalten» eingestuft und seine Beibehaltung auf Dauer gewünscht. Das Prinzip der Risikohomöostase postuliert, dass ein individuell konstantes Risikoniveau akzeptiert wird, nimmt aber inter- und intraindividuelle Varianten ²⁶ an. Verschiedene Verkehrsteilnehmende bevorzugen nicht das gleiche Risikoniveau. Ein einzelner Verkehrsteilnehmender soll bestrebt sein, ein bestimmtes Risikoniveau auf Dauer beizubehalten. Unter gewissen Bedingungen, z.B. unter Zeitdruck, kann sich das akzeptable Niveau jedoch verschieben.
Beibehaltung des akzeptierten Risikoniveaus	Fühlt sich der Lenkende sicher, fährt er gewagter, um das gewünschte Risikoniveau zu erreichen. Erkennt er eine Gefahr, verhält er sich vorsichtiger.
Wahrgenommenes Risiko	<i>Subjektive und objektive Sicherheit.</i> Risiko und Sicherheit dürfen nicht nur als objektive Kenngrössen verstanden werden, die z.B. durch die Geschwindig-

²⁴ Der Faktor «Strasse» schliesst hier die anderen Verkehrsteilnehmenden ein.

²⁵ Risikohomöostase: Verkehrsteilnehmende tendieren dazu, ein stabiles subjektives Risikoniveau aufrechtzuerhalten.

²⁶ Interindividuelle Varianten: Unterschiede im von verschiedenen Personen akzeptierten Risikoniveau; intraindividuelle Varianten: Unterschiede im Risikoniveau, das von einer Person zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Bedingungen akzeptiert wird.

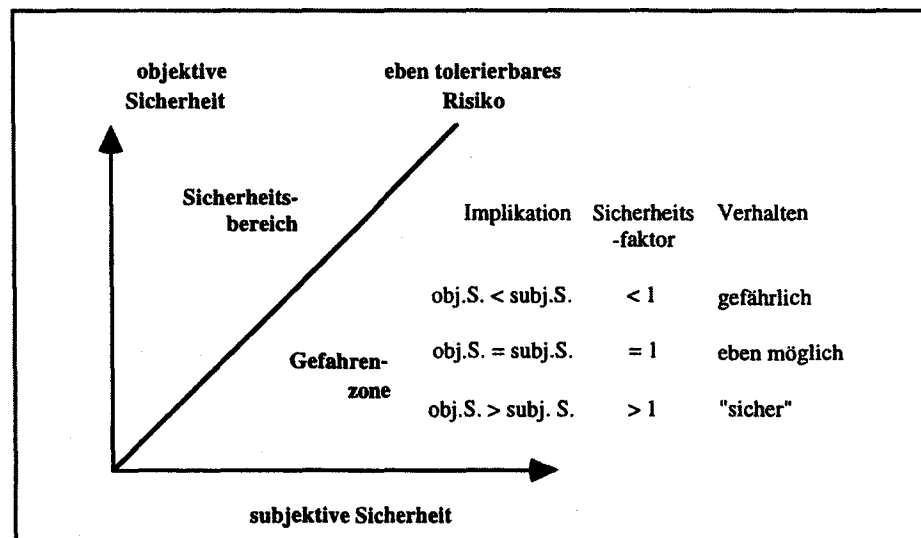
keit oder durch die Bewegungsbahn allein definiert sind. Das objektiv jeweils vorhandene Risiko besitzt eine psychische Entsprechung, nämlich die subjektiv erlebte Sicherheit. Die subjektive Sicherheit ergibt sich daraus, wie die Gefahr in einer aktuellen Situation im Vergleich zu deren Bewältigungsmöglichkeiten eingeschätzt wird.

Tatsächlich bestehendes Risiko

Im Folgenden wird die wahrgenommene Gefahr als subjektive Sicherheit bezeichnet. Ihr wird die objektive Sicherheit gegenübergestellt, die sich durch die Wechselwirkung zwischen den Faktoren Mensch, Fahrzeug und Strasse ergibt. Die objektive Sicherheit bezieht sich auf das tatsächlich bestehende Risiko im gegebenen Augenblick.

Vertretbares Risiko

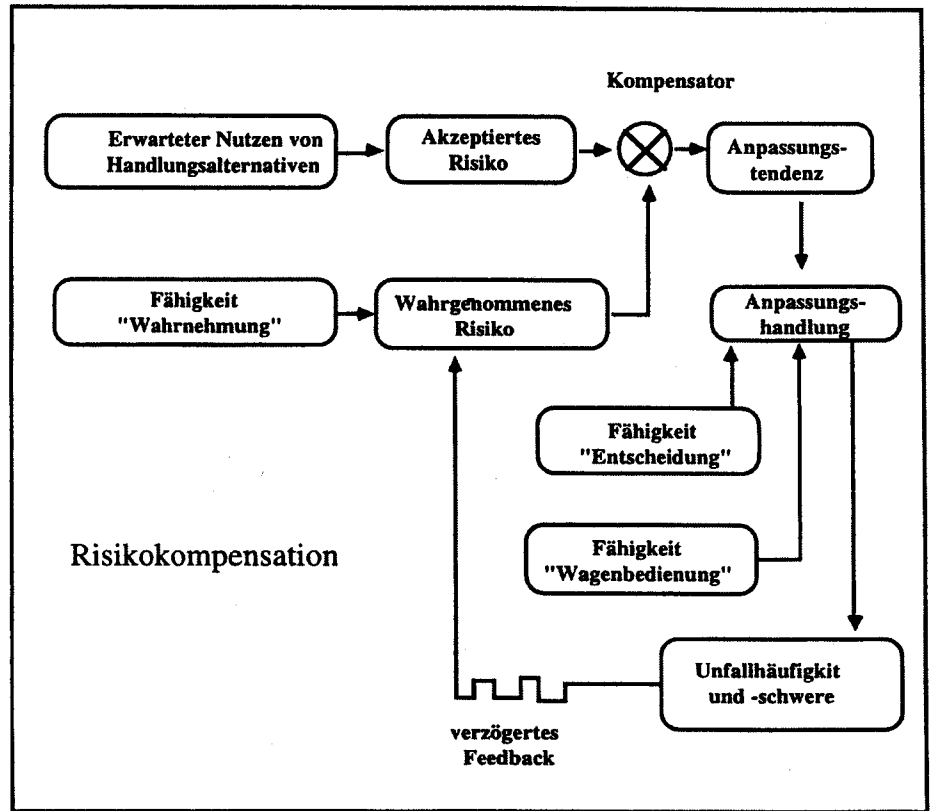
Die Begriffe subjektive und objektive Sicherheit haben sich eingebürgert, obwohl im Strassenverkehr stets nur Risiko und nicht Sicherheit gemeint sein kann. Aus dieser Perspektive lässt sich dann von einem vertretbaren Risiko im Strassenverkehr sprechen, wenn die subjektive Sicherheit des Lenkenden geringer als die objektive ist:



Allgemeines Modell des Konzepts objektiver Sicherheit (obj.S.) und subjektiver Sicherheit (sub.S.) und deren Auswirkung auf das Sicherheitsverhalten

Daraus folgt, dass das Strassenbild den Eindruck einer grösseren Gefahr erwecken sollte, als sie tatsächlich vorliegt, so dass der Lenkende in den nächsten Augenblicken mit höheren Risiken rechnet, als sie voraussichtlich tatsächlich auftreten werden. Sicherheitsfördernde Massnahmen dürfen für den Lenkenden möglichst nicht erkennbar sein, damit er den objektiven Sicherheitsgewinn nicht durch Reaktanz und gewagtere Fahrweise kompensiert.

Risikoverhalten im Strassenverkehr kann auch unter dem Gesichtspunkt von Informationsströmen dargestellt werden:



Regelkreis der Risikokompensation nach Wilde

Nutzen und Kosten der Mobilität

Wer nichts wagt, ist nicht in der Lage, sich von einem Ort zum anderen zu bewegen. Für den Nutzen Mobilität müssen gewisse Kosten in Form des Risikos in Kauf genommen werden. Das Risiko, das eine Person als tolerierbar erachtet oder sogar herbeiwünscht, stellt nach Wilde eine individuell konstante Grösse dar, die Autoren wie von Klebelsberg sogar als Persönlichkeitsmerkmal taxieren.

Soll- und Ist-Wert des Risikos

Ein Verkehrsteilnehmer möchte ein unverändertes Risikoniveau auf Dauer beibehalten, das dem Soll-Wert (a) entspricht²⁷. Wie ein Mensch sein Fahrzeug in einer aktuellen Situation lenkt, die Strasse als Zufussgehender überquert etc., hängt vom erkannten Gefahrenpotential ab (Ist-Zustand; b), das von seiner Wahrnehmungsfähigkeit mitbeeinflusst wird.

Verhaltensanpassung

Fühlt sich der Mensch sicher, weil er keine Gefährdungen erkennt, verhält er sich gewagter, um das individuelle Risikoniveau einzustellen. Nimmt er dage-

²⁷ analog zur vorgewählten Temperatur im Fall eines Thermostats

gen Gefährdungen wahr, verhält er sich aus dem gleichen Grund vorsichtiger. Das Verhältnis zwischen dem akzeptierten und dem wahrgenommenen Risiko, d.h. die Abweichung zwischen dem Soll- und dem Ist-Wert, dient als Steuergrösse seines Verhaltens²⁸, die in eine Anpassung mündet. Die subjektive Wahrnehmung des Strassenbilds und der Verkehrskonstellation stellt die Einflussgrösse des Sicherheitsverhaltens dar.

Einflüsse auf die
Verhaltensanpassung

Das kompensatorische Verhalten wird von der individuellen Entscheidungsfähigkeit und weiteren Fähigkeiten, etwa zur Wagenbedienung, mitbeeinflusst. Im Lauf der Jahre, d.h. mit grosser zeitlicher Verzögerung, realisiert der Verkehrsteilnehmende nachträglich, aufgrund von Verkehrskonflikten bzw. aufgrund der Unfallhäufigkeit und -schwere, wie zuverlässig er handelt: «Der Kluge lernt aus der Erfahrung der anderen, der Dumme vielleicht aus der eigenen.»

Der sensomotorische²⁹ Lernvorgang beeinflusst im Lauf der Jahre auch die Risikowahrnehmung, die ihrerseits – gemeinsam mit dem akzeptierten Risiko – steuernd auf das Verhalten wirkt. Daraus ergibt sich eine neue Relation als Entscheidungsgrundlage für die Abschätzung der erforderlichen Anpassungshandlung. Liegt eine Abweichung zwischen dem akzeptierten und dem wahrgenommenen Risiko vor, so folgt eine Anpassungsreaktion ebenso wie im Fall eines Unterschieds zwischen der gewünschten und der vorhandenen Raumtemperatur, die mit einem Thermostat geregelt wird. In beiden Fällen liegen vergleichbare Informationsströme innerhalb von vergleichbaren Strukturen vor, die eine Anpassungstendenz hervorrufen, um den Soll-Wert (a) möglichst in Übereinstimmung mit dem Ist-Wert (b) zu bringen, formalisiert: $|a - b| \sim 0$.

Fazit

Die Konsequenzen aus der Theorie der Risikohomöostase und der -kompensationstheorie bestehen darin, dass die Wirksamkeit von technischen Massnahmen für die Erhöhung der Verkehrssicherheit erst bei Berücksichtigung der Reaktanz eines Verkehrsteilnehmenden abgeschätzt werden können. In diesem Zusammenhang können «Unfallfallen» als Stellen im Strassennetz angesehen werden, deren Gefährlichkeit aus der Ferne unterschätzt wird, sei es infolge falscher oder unvollständiger Wahrnehmung oder aber infolge einer irreführenden Erwartungshaltung.

²⁸ Anpassungstendenz

²⁹ d.h. die Sinne und aktiven Muskelbewegungen betreffende

6. Arbeitshypothesen

6.1 Allgemeine Arbeitshypothesen

6.1.1. Getäuschte Wahrnehmung

Arbeitshypothese 1: Unklare Vortrittsregelung	
Beschreibung	Eine schmale Strasse mündet in eine gut ausgebaute Strasse. Eine einmündende Strasse endet auf einer durchgehenden Strasse. Es gilt Rechtsvortritt der schmalen bzw. einmündenden Strasse.
Auswirkung	Die Regelung befindet sich im Widerspruch zur intuitiven Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmenden und zu ihrem gewohnten Verhalten auf «Hauptachsen». Für die Verkehrsteilnehmenden auf einer durchgehenden Strasse, in die eine vortrittsberechtigte Strasse einmündet, wird das wahrnehmungspsychologische Prinzip des «glatten Verlaufs» verletzt.
Wichtigstes Risiko	Es kommt zu seitlichen Kollisionen.
Zielgruppe	Motorisierte Verkehrsteilnehmende, Radfahrende
Sicherheitsmassnahmen	Strassenbild und Verkehrsregime sollten in Übereinstimmung miteinander gebracht werden. Die Vortrittsregelung ist zu überdenken. Ggf. kann die Situation durch eine Gestaltung des Strassenraums geklärt werden, die unterstreicht, welche die vortrittsberechtigte Strasse ist.
Quellen	U. Ewert, Ch. A. Huber, U. Marti 14.9.1999

Arbeitshypothese 2: Schlecht wahrnehmbarer Innerorts-Bereich	
Beschreibung	Eine breite Strasse innerorts weist eine grosse Sicht in die Tiefe auf.
Auswirkung	Tendenziell wird mit zu hohen Geschwindigkeiten gefahren, und typische Innerorts-Risiken werden nicht wahrgenommen. Auf langen geraden Strassenabschnitten lässt zudem die Aufmerksamkeit nach.
Wichtigstes Risiko	Querende Zufussgehende und spielende Kinder sind einer erhöhten Gefährdung ausgesetzt.
Zielgruppe	Motorisierte Verkehrsteilnehmende
Sicherheitsmassnahmen	Als Sicherheitsmassnahme kann z.B. eine optische Torbildung am Ortseingang angestrebt werden. Innerhalb des Ortes sollte der Strassenraum in Kammern begrenzter Länge aufgegliedert werden, die eine zu grosse Sicht in die Tiefe des Fahrraums verhindern.
Quellen	H. P. Lindenmann 1997; K. Dietrich, H. P. Lindenmann 1996

Arbeitshypothese 3: Scheinbare Verkehrsberuhigung	
Beschreibung	Die Strukturen an einem Fussgängerstreifen oder einer Stelle, wo Zufussgehende häufig kreuzen, täuschen eine Verkehrsberuhigung vor, obwohl tatsächlich aufgrund der Signalisation und des Ausbaugrads der Strasse mit verhältnismässig hohen Geschwindigkeiten gefahren werden kann und auch mit solchen Geschwindigkeiten gerechnet werden muss.
Auswirkung	Die Gefährdung durch nahende Fahrzeuge und die Länge der entsprechenden Reaktions- und Bremswege werden von Zufussgehenden unterschätzt. Die Fahrzeuglenkenden schätzen das Verhalten der Zufussgehenden falsch ein.
Wichtigstes Risiko	Querende Zufussgehende sind einer erhöhten Gefährdung ausgesetzt.
Zielgruppe	Motorisierte Verkehrsteilnehmende
Sicherheitsmassnahmen	Die Umgebung sollte, z.B. durch vertikale Versätze oder Mischflächen, so gestaltet werden, dass die Geschwindigkeit der motorisierten Verkehrsteilnehmenden gesenkt wird.
Quellen	D. Sauter 17.3.1999

6.1.2 Getäuschte Erwartung

Arbeitshypothese 4: Änderung der Verkehrsregelung	
Beschreibung	Eine sicherheitsrelevante Verkehrsregelung wurde kürzlich geändert, z.B. die Vorrtrittsregelung an einer Kreuzung.
Auswirkung	Verkehrsteilnehmende, welche die Strecke gut kennen und routiniert zurücklegen, bemerken die Änderung nicht.
Wichtigstes Risiko	Es kommt zu Konflikten mit anderen Verkehrsteilnehmenden.
Zielgruppe	Alle Verkehrsteilnehmenden
Sicherheitsmassnahmen	Die Änderung wird von gut wahrnehmbaren Änderungen im Strassenbild begleitet oder zumindest während einer angemessenen Übergangsfrist auffallend signalisiert.
Quellen	N. Semmer, A. Regenass 1996

6.1.3 Mangel an Information

Arbeitshypothese 5: Mangelnde Strukturelemente	
Beschreibung	Eine breite Strasse weist weder eine ausgeprägte seitliche Begrenzung noch deutliche Strukturen am Strassenrand auf.
Auswirkung	Mangelnde Strukturelemente in der Fahrumgebung führen zu einer falschen Einschätzung der eigenen Geschwindigkeit und der Geschwindigkeit anderer Verkehrsteilnehmender. Das für die Geschwindigkeitseinschätzung notwendige Bezugssystem fehlt.
Wichtigstes Risiko	Es kommt zu Selbstunfällen und Frontalkollisionen.
Zielgruppe	Motorisierte Verkehrsteilnehmende
Sicherheitsmassnahmen	Der Strassenraum wird mit Strukturelementen ausgestattet. Allen wirken sich günstig aus. Bei Kurven können Kurvenschranken-Konfigurationen hilfreich sein, die bewirken, dass die Kurve für gefährlicher gehalten wird, als sie es tatsächlich ist. Der Lenkende verfügt über einen «Sicherheitsfaktor» aufgrund räumlicher und zeitlicher Reserven.
Quellen	A. S. Cohen 1986

Arbeitshypothese 6: Bahn- bzw. Tramübergang mit schlechten Sichtverhältnissen	
Beschreibung	Ein nicht bewachter Bahnübergang bzw. ein Übergang über Tramgleise wird durch Hecken oder Gebüsch begrenzt. Bei einer Strassenbahnlinie ist eine schleifende Fahrstreifenkreuzung, z.B. an einer Endhaltestelle, vorgesehen.
Auswirkung	Für die Lokomotiv- bzw. Tramführer ist keine ausreichende Sicht auf die Strasse gewährleistet. Kreuzende Verkehrsteilnehmende erkennen einen Zug bzw. ein Tram erst verhältnismässig spät, übersehen die Gefahr oder nehmen, an den Übergang gewöhnt, die Gefährdung nicht mehr ausreichend wahr. Das Risiko wird durch moderne, geräuscharme Züge, soweit sie vor Übergängen kein akustisches Signal geben, bzw. durch Strassenbahnen, die geräuscharm auf Grünstreifen verkehren, noch verstärkt.
Wichtigstes Risiko	Züge bzw. Strassenbahnen kollidieren mit Zufussgehenden, Radfahrenden oder Motorfahrzeugen.
Zielgruppe	Insbesondere Zugführer bzw. Tramchauffeure sowie alle Verkehrsteilnehmenden
Sicherheitsmassnahmen	Züge und Strassenbahnen fahren in Innerorts-Bereichen mit unbeschränkten Übergängen grundsätzlich auf Sicht. Bahnübergänge werden nach Eisenbahngesetz ³⁰ ausgebaut bzw. gesichert. Bei Industriegleisen sollte der Strassenverkehr zumindest durch eine Person beobachtet und mit einer Flagge zum Stehen gebracht werden, bevor der Zug kreuzt. Übergänge über Tramgleise für Zufussgehende werden so gestaltet, dass die nahende Strassenbahn ein deutlich hörbares Geräusch hinterlässt. Alternativ kann auch ein Signal «Strassenbahn», kombiniert mit einer gelben Warnleuchte, vorgesehen werden.
Quellen	M. Senn, P. Staub, H. Wymann 17.9.1999; U. Ewert, Ch. A. Huber, U. Marti 14.9.1999; H.-U. Bayer 24.3.1999

³⁰ Eisenbahngesetz (EBG) vom 20. Dezember 1957, Stand am 28. September 1999; SR 742.101

Arbeitshypothese 7: Schneller Übergang von geringen zu hohen Anforderungen	
Beschreibung	Auf einen leicht befahrbaren folgt ein schwer befahrbarer oder mit einem erhöhten Risiko behafteter Streckenabschnitt. Beispiele: Nach längerer Fahrt auf gerader Strecke folgt eine Kurve. Am Übergang ausserorts/innerorts liegt eine Kreuzung. Nach längerer freier Fahrt folgt eine Baustelle, wobei die entsprechende Signalisation nicht ausreichend wahr- oder ernstgenommen wurde. Ursache dafür kann unter anderem eine ohnehin schon hohe Signalisationsdichte im Vorfeld der Baustelle sein.
Auswirkung	Scheinbar geringe Anforderungen an die Aufmerksamkeit des Fahrers im Vorfeld eines schwer befahrbaren oder ansonsten mit erhöhtem Risiko behafteten Strassenabschnitts bewirken eine geringe Interessenzuwendung des Lenkenden. Die Anforderungen, die auf dem folgenden Streckenabschnitt gestellt werden, werden unterschätzt.
Wichtigstes Risiko	Selbstunfälle sind möglich; andere Verkehrsteilnehmende wie querende Zufussgehende oder entgegenkommende Fahrzeuglenkende werden gefährdet.
Zielgruppe	Motorisierte Verkehrsteilnehmende, Fahrradfahrende
Sicherheitsmassnahmen	Sicherheitsmassnahmen zielen darauf ab, die Wahrnehmung von Kurven, Innerorts-Bereichen und Baustellen zu verbessern und die Geschwindigkeitseinschätzung zu beeinflussen. Ein Beispiel sind Querstreifen auf der Fahrbahn. In besonders gefährlichen Situationen können diese Streifen mit Fahrbahnunebenheiten (Riffelung in Querrichtung) gekoppelt werden, die zusätzlich zum visuellen Eindruck durch Geräuschwechsel und Erschütterungen die Aufmerksamkeit des Lenkenden wecken. Zur Kenntlichmachung von Innerorts-Bereichen eignen sich z.B. Kreisel oder auffallende Verkehrsinseln. Die Strasse sollte innerorts tendenziell unübersichtlicher als ausserorts gestaltet sein; wobei jedoch die der Fahrgeschwindigkeit zugeordnete minimale Sichtweite aufrechtzuerhalten ist.
Quellen	U. Ewert, Ch. A. Huber, U. Marti 14.9.1999; R. Christ et al. 1999; R. Allenbach et al. 1996; E. Pflieger 1990; H. J. Kayser et al. 1989; C. Friedinger, H. Studach 1982

Arbeitshypothese 8: Schneller Übergang von hohen zu tiefen Geschwindigkeiten	
Beschreibung	Zwischen Fahrumgebungen, die ein unterschiedliches Geschwindigkeitsverhalten erfordern, findet ein schneller Wechsel statt. Beispiele: Von einer Autobahn kommend erfolgt ein rascher Eintritt in einen Innerorts-Bereich. Die Strassenumgebung wechselt unvermittelt von einem Industriegebiet zu einem Wohnquartier.
Auswirkung	Der Übergang zwischen den verschiedenen Fahrumgebungen erfolgt zu rasch, um eine angemessene Umstellung im Fahrverhalten auszulösen. Die entstehende Gefährdung geht einerseits auf die Geschwindigkeitsadaptation der Verkehrsteilnehmenden und andererseits auf die Gestaltung der Verkehrsumgebung zurück.
Wichtigstes Risiko	Selbstunfälle sind möglich; andere Verkehrsteilnehmende wie querende Zufussgehende oder entgegenkommende Fahrzeuglenkende werden gefährdet.
Zielgruppe	Motorisierte Verkehrsteilnehmende
Sicherheitsmassnahmen	Vorteilhaft wirken sich Zwischenstrecken mit ausgeprägten Textur-elementen aus, die mit herabgesetzter Geschwindigkeit befahren werden müssen. Alternativ können starke Torsituationen, z.B. undurchsichtige Kreisel, vorgesehen werden. Erst in zweiter Linie kommen Verkehrsregelungen in Frage, die ein einmaliges oder mehrmaliges Anhalten erzwingen, z.B. durch Verkehrsampeln, die nach dem Prinzip der «Anti-Grünen-Welle» miteinander verbunden sind. Daneben können «Grüne Wellen» mit entsprechend niedriger und angekündigter Koordinationsgeschwindigkeit eingesetzt werden.
Quellen	P. Bachmann 13.10.1999; A.S. Cohen 1986

Arbeitshypothese 9: Unerwartete Hindernisse	
Beschreibung	<p>Durch wechselnde Bebauung im Innerorts-Bereich verringert sich plötzlich die Sichtdistanz.</p> <p>Radfahrende oder Zufussgehende kreuzen überraschend eine Bahn- oder Tramlinie in spitzem Winkel und müssten zu diesem Zweck eigentlich vorgängig ausholen.</p>
Auswirkung	<p>Im ersten Fall werden gefährliche Reaktionen von Fahrzeuglenkenden provoziert.</p> <p>Im zweiten Fall kann es zu Stürzen kommen, insbesondere bei nasser Witterung und wenn Tramgleise bei Bauarbeiten über den Belag vorstehen. Zudem werden nachfolgende Autofahrer evtl. durch unvermittelte Ausholmanöver vorausfahrender Radfahrender überrascht.</p>
Wichtigstes Risiko	Selbstunfälle sind möglich; andere Verkehrsteilnehmende werden ebenfalls gefährdet.
Zielgruppe	Alle Verkehrsteilnehmenden
Sicherheitsmassnahmen	<p>Abrupte Veränderungen in der Sichtweite, die sich nicht vermeiden lassen, sollten entsprechend signalisiert werden. Wird unerwarteter Schattenwurf durch Bepflanzung hervorgerufen, kann diese evtl. aufgelockert werden.</p> <p>Radwege und Strassen, die regelmässig von Radfahrenden benutzt werden, sollten Tramgleise möglichst rechtwinklig kreuzen. Bei Bauarbeiten ist eine deutliche Warnung für Zufussgehende und Radfahrende erforderlich.</p>
Quellen	P. Bachmann 13.10.1999

6.1.4 Überforderung

Arbeitshypothese 10: Komplexer Knotenpunkt	
Beschreibung	Die Situation an einem Knotenpunkt, beispielsweise einer Kreuzung, ist komplex. Beispiele: An einer Kreuzung wird ein Rotlicht von Ortsunkundigen nicht bemerkt, da sich die Lenkenden auf ein Orientierungsschild hinter der Lichtsignalanlage konzentrieren. Bei komplexen Knoten im Autobahnnetz sind insbesondere Ortsunkundige überfordert. Es kann zu abrupten Fahrstreifenwechseln kommen. Eine Seitenstrasse mündet in eine vortrittsberechtigten Strasse. Beim Abbiegen muss zuerst ein in beide Richtungen befahrbarer Radweg, der entlang der vortrittsberechtigten Strasse verläuft, gequert werden. Viele Verkehrsteilnehmende realisieren nicht, dass die Radfahrenden hier von beiden Seiten Vortritt haben.
Auswirkung	Die Wahrnehmungsfähigkeit der Verkehrsteilnehmenden ist überfordert. Insbesondere werden andere Verkehrsteilnehmende übersehen.
Wichtigstes Risiko	Es kommt zu Kollisionen.
Zielgruppe	Alle Verkehrsteilnehmenden
Sicherheitsmassnahmen	Sicherheitsmassnahmen zielen darauf ab, die Situation nach Knotentypen differenziert zu entflechten und zu vereinfachen. Ist dies nicht möglich, müssen die Verkehrsteilnehmenden rechtzeitig auf die komplexe Situation eingestimmt und insbesondere geschwindigkeitsreduzierende Massnahmen ergriffen werden.
Quellen	M. Senn, P. Staub, H. Wymann 17.9.1999; U. Ewert, Ch. A. Huber, U. Marti 14.9.1999; H.-U. Bayer 24.3.1999; D. Sauter 17.3.1999; F. Sagberg et al. 1999

Arbeitshypothese 11: Komplexe Beschilderung	
Beschreibung	Die Wahrnehmungsfähigkeit der Verkehrsteilnehmenden ist durch die Beschilderung überfordert. Insbesondere wird ein Warnzeichen vor einem gefährlichen Strassenabschnitt, z.B. einer engen Kurve, übersehen, weil an seinem Standort zu viel konkurrierende Information vorliegt. Probleme können auch eine übermässige Zahl von Richtungsanzeigern und Firmenwegweisern aufwerfen.
Auswirkung	Die Information, welche die Beschilderung vermitteln soll, wird nicht vollständig oder nicht korrekt aufgenommen. Unter Umständen wird die Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmenden auch von anderen wichtigen Elementen der Umgebung und des Verkehrsgeschehens abgelenkt.
Wichtigstes Risiko	Eine Vielzahl von Unfalltypen sind möglich.
Zielgruppe	Motorisierte Verkehrsteilnehmende, Radfahrende
Sicherheitsmassnahmen	An einem Pfosten sollten nie mehr als zwei Zeichen angebracht werden. Werden eine Geschwindigkeitsbeschränkung und ein Überholverbot für eine Strecke angeordnet, so sollen die Schilder an einem Pfosten mit der Geschwindigkeitsbeschränkung oben und dem Überholverbot unten angebracht werden. Bei Richtungsanzeigern dürfen maximal sechs Ziele angesprochen werden. Pfeile, die in entgegengesetzte Richtung weisen, werden besser nebeneinander statt untereinander angebracht.
Quellen	M. Senn, P. Staub, H. Wymann 17.9.1999; F. Sagberg 1999; W. Schneider et al. 1995; M. Latzel 1993

Arbeitshypothese 12: Starke Reize ausserhalb des Verkehrsgeschehens	
Beschreibung	Die Aufmerksamkeit von Verkehrsteilnehmenden wird lokal durch starke Reize ausserhalb des Verkehrsgeschehens gebunden. Beispiele sind unerwartete tief fliegende Flugzeuge, Lärm von Waffenplätzen, auffallende Plakate, insbesondere Wechsellakate, Hinweise von Firmen, vor allem mit bewegten Elementen, Baustellen, Verkaufsstände, eine besonders reizvolle landschaftliche Umgebung, Festplätze.
Auswirkung	In der Regel reagieren die Lenkenden kompensatorisch, indem sie etwa ein Gespräch unterbrechen. In Einzelfällen kann jedoch die Aufmerksamkeit so stark gebunden werden, dass wichtige Elemente der Umgebung und des Verkehrsgeschehens übersehen werden.
Wichtigstes Risiko	Selbstunfälle sind möglich; andere Verkehrsteilnehmende werden ebenfalls gefährdet.
Zielgruppe	Motorisierte Verkehrsteilnehmende, Radfahrende
Sicherheitsmassnahmen	Sicherheitsmassnahmen müssen differenziert auf die jeweilige Situation ausgelegt werden. Verkehrsteilnehmende besitzen nur beschränkt die Möglichkeit, ihre Aufmerksamkeit zu steuern. Daher ist insbesondere auf Strecken, welche die besondere Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmenden verlangen, darauf zu achten, dass konkurrierende Reize nicht überhand nehmen.
Quellen	U. Ewert, Ch. A. Huber, U. Marti 14.9.1999

6.1.5 Risikoverhalten

Arbeitshypothese 13: Überholdruck	
Beschreibung	Auf einem längeren Streckenabschnitt kann nicht überholt werden. Lenkende schnellerer Fahrzeuge gehen daraufhin ein erhöhtes Risiko ein, um langsamere Fahrzeuge dennoch passieren zu können. Beispiele: Nach einer längeren kurvenreichen Strecke folgt ein gerades Strassenstück. Das gerade Strassenstück ist zu kurz oder weist andere Merkmale auf, die ein sicheres Überholen verunmöglichen. In verkehrsberuhigten Zonen staut sich der Motorfahrzeugverkehr hinter einem Radfahrenden.
Auswirkung	Bei eiligen Lenkenden wächst das Bedürfnis, zu überholen. Gleichzeitig steigt die Bereitschaft, dafür ein Risiko in Kauf zu nehmen, an. Für die Lenkenden der langsameren Fahrzeuge bzw. für Radfahrende entsteht eine Stresssituation.
Wichtigstes Risiko	Es kommt zu Kollisionen, insbesondere zu Frontalkollisionen mit entgegenkommenden Fahrzeugen.
Zielgruppe	Motorisierte Verkehrsteilnehmende
Sicherheitsmassnahmen	Statt einer zu kurzen Geraden sollte eine weitere Kurve projektiert werden. Auf längeren kurvenreichen Strecken sollten in regelmässigen Abständen Abschnitte eingeführt werden, wo ausreichende Überholstrecken bestehen und die ein weitgehend gefahrloses Überholen ermöglichen. So wird den schnelleren Lenkenden zumindest bei schwachem Gegenverkehr die Möglichkeit gegeben, zu überholen, ohne ein erhöhtes Risiko eingehen zu müssen. Auf Strecken, wo sich motorisierte Fahrzeuge oft hinter Radfahrenden stauen, ist eine Kammerung der Strasse empfehlenswert.
Quellen	O. Balsiger 15.3.1999; K. Dietrich et al. 1995

Arbeitshypothese 14: Schnelles Anfahren	
Beschreibung	Zwei Fahrstreifen vereinigen sich beispielsweise nach einer Lichtsignalanlage zu einem einzigen (Fahrstreifenabbau).
Auswirkung	Motorfahrzeuglenkende beschleunigen, wenn das Signal auf Grün wechselt, um als erste in der Fahrbahn zu sein.
Wichtigstes Risiko	Es kommt zu Kollisionen, insbesondere mit Radfahrenden.
Zielgruppe	Motorisierte Verkehrsteilnehmende
Sicherheitsmassnahmen	Die Lichtsignalanlage und die Fahrbahnverengung sollten räumlich ausreichend entflochten werden, damit ein Einfädeln nach dem «Reissverschlussprinzip» möglich wird.
Quellen	U. Ewert, Ch. A. Huber, U. Marti 14.9.1999

Arbeitshypothese 15: Erreichen einer Strassenbahnhaltestelle	
Beschreibung	Längs einer Strassenbahnhaltestelle mit eigener Insel fliesst der Strassenverkehr weiter, während das Tram anhält.
Auswirkung	Zufussgehende versuchen trotz hohen Risikos, die Strasse zu queren, um das Tram noch zu erreichen, und unterschätzen die Anhaltestrecke der motorisierten Verkehrsteilnehmenden.
Wichtigstes Risiko	Zufussgehende sind durch Kollisionen mit Radfahrenden und motorisierten Verkehrsteilnehmenden gefährdet.
Zielgruppe	Alle Verkehrsteilnehmenden
Sicherheitsmassnahmen	Die Lichtsignalschaltung sollte, falls vorhanden und wenn möglich, auf die Bedürfnisse der Trampassagiere abgestimmt werden. Als Warnhinweis können Piktogramme am Boden angebracht werden.
Quellen	D. Sauter 17.3.1999

6.2 Fahren am Tag

6.2.1 Mangel an Information

Arbeitshypothese 16: Mangelnde Wahrnehmbarkeit aufgrund hoher Hell/Dunkelkontraste am Tag	
Beschreibung	Verkehrsteilnehmende bewegen sich bei starken Hell-/Dunkelkontrasten im schlechter beleuchteten Bereich. Beispiele: In der Beleuchtung der Strasse tritt an einer Stelle, wo es zu Konflikten mit anderen Verkehrsteilnehmenden kommen könnte, ein «Sichtloch» auf, z.B. durch markanten Schattenwurf oder wegen einer Senke. Unmittelbar nach einer Unterführung befindet sich ein Fussgängerstreifen. Fahrzeuge, die ihre Scheinwerfer nicht eingeschaltet haben, sind aufgrund des Hell/Dunkelkontrasts für querende Zufussgehende oft nicht oder zu spät wahrnehmbar. Unmittelbar nach einer Unterführung liegt eine Einmündung. Fahrzeuge, die ihre Scheinwerfer nicht eingeschaltet haben, sind aufgrund des Hell/Dunkelkontrasts für einbiegende Radfahrende und motorisierte Verkehrsteilnehmende schlecht wahrnehmbar.
Auswirkung	Verkehrsteilnehmende werden übersehen.
Wichtigstes Risiko	Es kommt zu Kollisionen.
Zielgruppe	Alle Verkehrsteilnehmenden
Sicherheitsmassnahmen	Bei Sichtlöchern am Tag muss die Bepflanzung am Strassenrand verändert oder eine Beleuchtung vorgesehen werden. Bei Beleuchtung und Vegetation ist auch auf entsprechenden Unterhalt zu achten. Die Beleuchtung in Unterführungen ist so anzupassen, dass Fahrzeuge, die sich in der Unterführung befinden, von ausserhalb auch tagsüber wahrnehmbar sind.
Quellen	P. Bachmann 13.10.1999; M. Senn, P. Staub, H. Wyman 17.9.1999; U. Ewert, Ch. A. Huber, U. Marti 14.9.1999; M. Eckert 1993

Arbeitshypothese 17: Ungünstiger Leuchtdichteverlauf beim Übergang in einen Tunnel	
Beschreibung	Beim Übergang in einen und aus einem Tunnel lässt der Leuchtdichteverlauf dem Auge nicht genügend Zeit zur notwendigen Adaptation, auch wenn die erlaubte Höchstgeschwindigkeit eingehalten wird.
Auswirkung	Verkehrsteilnehmende, vor allem Rad- oder Mofafahrer, werden übersehen. Ein Stau im Tunnel kann nicht rechtzeitig wahrgenommen werden.
Wichtigstes Risiko	Es kommt zu Kollisionen, bei Staus im Tunnel zu Auffahrkollisionen. Auf Bergstrecken kann die Situation dadurch verschärft werden, dass sich ortsfremde Lenkende vor der Tunneleinfahrt durch eine landschaftlich reizvolle Umgebung ablenken lassen.
Zielgruppe	Motorisierte Verkehrsteilnehmende
Sicherheitsmassnahmen	Im Eintritts- und Ausgangsbereich des Tunnel ist eine hohe Leuchtdichte vorzusehen, während die Bereiche unmittelbar vor bzw. hinter dem Tunnel im Vergleich zum übrigen Strassenverlauf eher eine geringe Leuchtdichte aufweisen sollten. Im Tunnel selbst sollte die Beleuchtung homogen sein. Helle Wände und ein heller Fahrbelag wirken sich positiv aus. Ideal ist es, die Leuchtdichte im Tunnel mit Hilfe von entsprechenden Sensoren den Umgebungsverhältnissen im Ein- und Ausfahrtsbereich anzupassen. Unter Umständen ist der Bereich unmittelbar vor dem Tunnel, etwa durch entsprechende Bepflanzung, bewusst als Einfahrtsbereich zu gestalten.
Quellen	M. Senn, P. Staub, H. Wymann 17.9.1999; U. Ewert, Ch. A. Huber, U. Marti 14.9.1999; F. Sagberg 1999; M. Eckert 1993

6.3 Fahren in der Nacht

6.3.1 Getäuschte Wahrnehmung

Arbeitshypothese 18: Irreführende Leitpfosten in Kurven	
Beschreibung	Vor einer Kurve gehen die Markierungen von linker und rechter Strassenseite nachts optisch ineinander über.
Auswirkung	Die räumliche Lokalisation der Leitpfosten vor der Kurve ist nicht eindeutig wahrnehmbar, der weitere Strassenverlauf wird falsch eingeschätzt.
Wichtigstes Risiko	Es kommt zu Selbstunfällen und Frontalkollisionen.
Zielgruppe	Motorisierte Verkehrsteilnehmende
Sicherheitsmassnahmen	Vor der Kurve sollten entweder die Leitpfosten systematisch verdichtet oder Kurvenleitpfeile eingesetzt werden.
Quellen	A.S. Cohen 1986; R. Seliger, H. H. Meseberg 1993

Arbeitshypothese 19: Mangelnde Wahrnehmbarkeit aufgrund hoher Hell-/ Dunkelkontraste in der Nacht	
Beschreibung	Zufussgehende und Radfahrende bewegen sich bei starken Hell-/ Dunkelkontrasten im schlechter beleuchteten Bereich. Beispiele: Im Umfeld von Fussgängerübergängen, die in einem schmalen Streifen hell beleuchtet sind, kreuzen Zufussgehende im Bereich vor und vor allem hinter dem Übergang. Die Strassenbeleuchtung wird am Rand der Strasse, z.B. durch Bäume oder eine vorspringende Fassade, abgeschirmt.
Auswirkung	Zufussgehende und Radfahrende werden übersehen, erkennen jedoch ihrerseits die hell beleuchteten Motorfahrzeuge gut. Daher schliessen sie irrtümlich auf eine verhältnismässig sichere Situation, während die Sicht der motorisierten Verkehrsteilnehmenden stark eingeschränkt ist.
Wichtigstes Risiko	Es kommt zu Kollisionen von Motorfahrzeugen mit Zufussgehenden und Radfahrenden.
Zielgruppe	Alle Verkehrsteilnehmende
Sicherheitsmassnahmen	Eine möglichst homogene Beleuchtung wird angestrebt. Bei abgeschirmter Strassenbeleuchtung sind Beleuchtung oder Umgebungsgestaltung entsprechend zu verändern. Auf entsprechenden Unterhalt ist zu achten.
Quellen	D. Sauter 17.3.1999; H. Krueger 1997

Arbeitshypothese 20: Unzureichende Beleuchtung und Gestaltung	
Beschreibung	Im Vorfeld einer unvorhersehbaren Änderung der Linienführung ist die Strasse mit Hilfe der Scheinwerfer nur schlecht beleuchtbar, wenn keine weitere Beleuchtung vorhanden ist.
Auswirkung	Insbesondere können Kuppen im Strassenverlauf nachts schlecht erkannt werden, weil der Hintergrund dunkel bleibt.
Wichtigstes Risiko	Es kommt zu Selbstunfällen und Kollisionen.
Zielgruppe	Motorisierte Verkehrsteilnehmende
Sicherheitsmassnahmen	Die Beleuchtung der Strasse muss entsprechend angepasst, eine Kuppe evtl. mit deutlicher Rand- und einer breiteren Mittelmarkierung gekennzeichnet oder deutlich vorsegnalisiert werden.
Quellen	Projektteam

7. Unfälle an Gefahrenstellen

7.1 Untersuchungsgegenstand und Vorgehen

Rahmenbedingungen

Wie bereits in Kapitel 2.2 dargelegt, besteht an potentiellen Gefahrenstellen ein erhöhtes Unfallrisiko. Dieses Risiko muss jedoch nicht unbedingt dazu führen, dass sich an der Gefahrenstelle tatsächlich Unfälle ereignen. Andererseits können sich an einer Gefahrenstelle Unfälle häufen, da eine besonders ausgeprägte Fehleinschätzung des Risikos vorliegt, aber auch weil andere Faktoren als die menschliche Wahrnehmung und Risikoeinschätzung stark zum Unfallgeschehen beitragen.

Unfälle entstehen meistens aus einer Vielzahl von Einwirkungen heraus, die nicht alle in die Unfallprotokolle und in die Unfallstatistik einfließen. Im Einzelfall können etwa eine unzureichende Kenntnis des genauen Unfallhergangs oder Schutzbehauptungen der Lenkenden die Unfallursachen verschleiern. Eine umfassende und gesicherte Analyse der Abläufe im Vorfeld der Unfälle an Unfallschwerpunkten und Unfalhhäufungsstellen ist daher nicht möglich.

Die im Folgenden untersuchten Unfallschwerpunkte und -häufungsstellen liefern also lediglich Anhaltspunkte dafür, welche Bedeutung potentielle Gefahrenstellen für das Unfallgeschehen besitzen.

Untersuchungsgegenstand

Als Grundlage für die Untersuchung von Unfallschwerpunkten und Unfalhhäufungsstellen dienten die Arbeitshypothesen (vgl. Kapitel 6) und die Wegleitung im Anhang des vorliegenden Berichts. Die Wegleitung enthält zehn allgemein formulierte Grundsätze, die durch Gefahrenstellen-Beschreibungen konkretisiert werden.

Als potentielle Gefahrenstellen kommen Unfalhhäufungsstellen bzw. Unfallschwerpunkte in Frage, bei denen kein offensichtlicher Projektierungsfehler vorliegt. In solchen Fällen kann davon ausgegangen werden, dass Wahrnehmung und Verhalten der Verkehrsteilnehmenden vielfach von entscheidender Bedeutung sind.

Vorgehen

Ausgewertet wurden die Unfallhäufungsstellen bzw. Unfallschwerpunkte der letzten Jahre in den Kantonen Thurgau und Zürich. Dabei wurde folgendes Vorgehen gewählt:

- Die Unfallschwerpunkte bzw. Unfallhäufungsstellen, an denen keine offensichtlichen Projektierungsmängel vorlagen, wurden, soweit möglich, identifiziert.
- Anhand der Wegleitung wurde geprüft, ob sich der Unfallschwerpunkt oder die Unfallhäufungsstelle einem Grundsatz bzw. einer Arbeitshypothese zuordnen lässt.
- Es wurde verglichen, ob die Hauptunfallursache aufgrund der Analyse der Kantonspolizei mit den Aussagen der Arbeitshypothese übereinstimmt.

7.2 Auswertung von Unfallschwerpunkten und Unfallhäufungsstellen

7.2.1 Kanton Thurgau

Erfassung von Unfallhäufungsstellen

Im Kanton Thurgau werden jährlich die Unfallhäufungsstellen erfasst. Dabei handelt es sich um kurze Streckenabschnitte, an denen sich innerhalb des untersuchten Jahres vier oder mehr Unfälle ereignet haben. Die Unfallstatistik wird vom Kantonalen Tiefbauamt und der Kantonspolizei geführt und beinhaltet alle von der Polizei registrierten Strassenverkehrsunfälle auf dem Strassennetz innerhalb des Kantons. In die vorliegende Studie wurden die Unfallhäufungsstellen der Jahre 1994 bis 1998 einbezogen.

Zufällige Häufungen

Viele Häufungsstellen erscheinen in mehreren aufeinanderfolgenden Jahren in der Liste, konnten aber aus verschiedensten Gründen nicht zügig saniert werden. An anderen Häufungsstellen gehen die Unfallzahlen auch, ohne dass besondere Sicherheitsmassnahmen ergriffen wurden, wieder zurück, was auf gewisse Zufälligkeiten im Unfallgeschehen hindeutet.

Ursachenanalyse und Sicherheitsmassnahmen

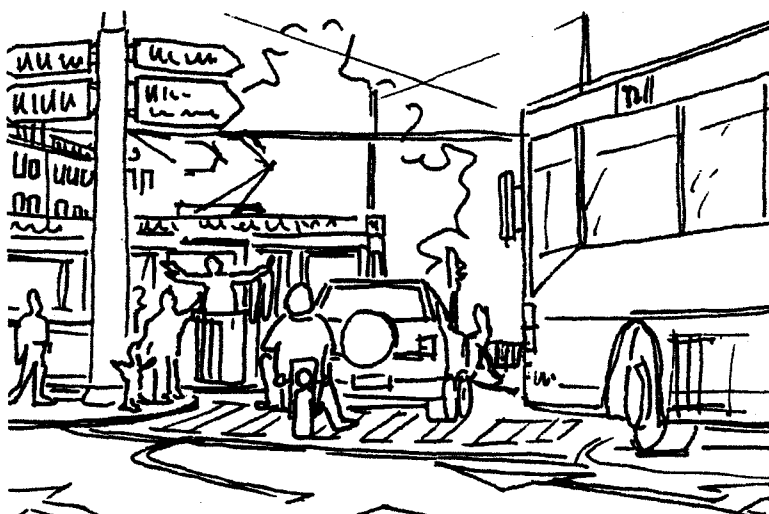
Die Ursachen des Unfallgeschehens an den Unfallhäufungsstellen werden im Hinblick auf die Massnahmenplanung analysiert und sind meistens geklärt. In seinen jährlichen Berichten führt das Tiefbauamt seit 1997 auch die jeweils umgesetzten oder geplanten Massnahmen zur Sanierung der letztjährigen Häufungsstellen auf und nimmt dabei eine erste Erfolgskontrolle vor.

Der überwiegende Teil der Häufungsstellen mit sechs und mehr Unfällen pro Jahr liegt bzw. lag an teilweise komplexen Knotenpunkten. Beispiele sind

Kreuzlingen-Rebstockplatz (Unfallhäufungsstelle 1995-1998), Kreuzlingen-Kolloseumsplatz (Unfallhäufungsstelle 1995-1998) oder Frauenfeld-Schweizerhof (Unfallhäufungsstelle 1995, 1996). Die Verkehrsteilnehmenden sind hier wahrscheinlich immer wieder durch ein Übermass an Information überfordert.

Als Sanierungsmassnahme hat sich der Umbau von Kreuzungen in Kreisellösungen bewährt. Allerdings konnten die Unfallzahlen damit vielfach nur gesenkt und weitere Unfälle nicht vollständig vermieden werden.

Daneben stellen vereinzelt Autobahnanschlüsse bzw. -zubringer Unfallhäufungsstellen dar. Die Kollisionsdiagramme lassen darauf schliessen, dass hier zumindest ein Teil der Lenkenden Schwierigkeiten hat, sich auf die erforderliche Verminderung der Geschwindigkeit einzustellen. So kam es im Zeitraum von 1993 bis 1998 beispielsweise bei Frauenfeld-Anschluss A7 Ost zu zahlreichen Selbstunfällen, entweder durch Abkommen von der Fahrbahn oder durch Kollision mit einer Verkehrsinsel. Zudem traten an dieser Häufungsstelle auch Auffahrunfälle bei einer Einmündung auf [Tiefbauamt des Kantons Thurgau, 1995 –1999].



Schematische Darstellung einer Situation im Kanton Zürich, welche die Verkehrsteilnehmenden durch hohe Komplexität überfordert

Interpretation. An mehreren Unfallhäufungsstellen trifft offenbar der Grundsatz «**Die Verkehrssituation ist zu komplex**», Arbeitshypothese 10: Komplexer Knotenpunkt, zu. Vereinzelt ist auch der Grundsatz «**Im Verkehrsraum tritt unvermittelt eine sicherheitsrelevante Veränderung ein**», Arbeitshypothese 8: Schneller Übergang von hohen zu tiefen Geschwindigkeiten, von Bedeutung.

7.2.2 Kanton Zürich

Erfassung und Auswertung von Unfallschwerpunkten

Die Kantonspolizei Zürich registriert und digitalisiert seit mehr als zehn Jahren alle Unfälle im Kanton. Die statistische Auswertung der Unfalldaten ergab in dieser Zeit rund 250 Unfallschwerpunkte. Diese Unfallschwerpunkte werden von Spezialisten der Kantonspolizei analysiert und anschliessend möglichst eine Sanierung in die Wege geleitet.

Bei einer Untersuchung der Kantonspolizei Zürich wurden 14 der 250 Unfallschwerpunkte im Kanton als «Örtlichkeiten mit schlechter Erkennbarkeit der Strassenlage» und damit als mögliche Gefahrenstellen im Sinn der vorliegenden Untersuchung identifiziert³¹. Dabei handelt es sich in sechs Fällen um Knotenpunkte, in acht Fällen um Kurven.

Die Kantonspolizei Zürich legt Wert darauf, dass die Örtlichkeiten der Unfallschwerpunkte unerkant bleiben. Daher werden die Schwerpunkte im Folgenden nur in allgemeiner Form beschrieben.

Knotenpunkte

Drei der sechs untersuchten Knotenpunkte befinden sich innerorts, zwei ausserorts und einer im Übergang von Innerorts- und Ausserorts-Bereich:

Bei einer Kreuzung innerorts verstellen entlang der Strasse, auf der sich die unfallverursachenden Fahrzeuge nähern, Bebauung und Bepflanzung die Sicht auf vorfahrtsberechtigzte Fahrzeuge. Die Kreuzung weist auf allen vier Achsen Fussgängerstreifen auf und wird zudem von einer Bahnlinie befahren. Auch durch Montage eines zweiten Stop-Signals am linken Strassenrand konnte keine Verbesserung der Unfallsituation erzielt werden.

Innerhalb von drei Jahren wurden an dieser Stelle 17 Unfälle, überwiegend Kollisionen beim Überqueren der Kreuzung und beim Abbiegen, registriert, die sich weitgehend regelmässig auf alle Wochentage und Tageszeiten verteilen. Die häufigste Unfallursache bestand im Missachten des Vortrittsrechts, wobei von neun entsprechenden Unfallverursachern immerhin sechs am Stop-Signal angehalten hatten. Neun der mutmasslichen Unfallverursacher war die Strecke sehr gut bekannt.

Interpretation. Der Unfallschwerpunkt entspricht dem Grundsatz **«Die Verkehrssituation ist zu komplex»**, Arbeitshypothese 10: Komplexer Knoten-

³¹ Die Gefahrenstellen wurden von der Kantonspolizei Zürich identifiziert, für das Forschungsprojekt eine entsprechende Dokumentation zur Verfügung gestellt und im Rahmen einer Besprechung erläutert. Die im Folgenden dargestellte Auswertung der Gefahrensituationen liegt jedoch allein im Verantwortungsbereich des Projektteams.

punkt. Die Situation wird dadurch verschärft, dass die Kreuzung aus der Perspektive der Unfallverursacher nicht gut einsehbar ist.

Bei einer weiteren Verzweigung innerorts legt das Strassenbild eindeutig einen kreuzungsfreien Verlauf nahe, was durch eine Kuppe vor der Kreuzung begünstigt wird. Das vorhandene Stop-Signal fällt zudem aufgrund der Steigung und der Kuppe vor der Kreuzung in der komplexen Innerorts-Umgebung kaum auf. Insgesamt ereigneten sich innerhalb von fünf Jahren sieben Kollisionen aus dieser Situation heraus. In drei Fällen hatte der Verursacher zwar am Stop-Zeichen angehalten, das vortrittsberechtigzte Fahrzeug jedoch übersehen. In vier Fällen dagegen war der Verursacher, ohne anzuhalten, teilweise mit unverminderter Geschwindigkeit, auf die Kreuzung gefahren. Diese Verursacher gaben an, die Stop-Signalisation übersehen zu haben.

Interpretation. Der Unfallschwerpunkt entspricht dem Grundsatz **«Strassenbild und Verkehrsregime befinden sich nicht in Übereinstimmung miteinander»**. Eine Arbeitshypothese wurde nicht formuliert, da die Projektierungsrichtlinien vorschreiben, dass ein Knotenpunkt rechtzeitig und ausreichend wahrnehmbar ist. Im vorliegenden Fall handelt es sich allerdings um eine historisch gewachsene Innerorts-Situation (vgl. auch 4.6.2).

An einer Einmündung innerorts ereigneten sich in fünf Jahren 28 Unfälle. Das Strassenbild täuscht einen glatten Verlauf der Strasse und eine tatsächlich nicht bestehende Vortrittsberechtigung vor. Indem die Situation durch bauliche Gestaltung, Markierungen und Signalisation geklärt werden konnte, wurde ein markanter Sicherheitsgewinn erreicht.

Interpretation. Der Unfallschwerpunkt entspricht dem Grundsatz **«Strassenbild und Verkehrsregime befinden sich nicht in Übereinstimmung miteinander»**, Arbeitshypothese 1: Unklare Vortrittsregelung. Die Gefährdung wird durch die Anforderungen eines komplexen Knotenpunkts verstärkt: «Die Verkehrssituation ist zu komplex», Arbeitshypothese 10: Komplexer Knotenpunkt.

Eine durchgehende Strasse weist nach längerem geradem Verlauf eine Kurve auf. Der Unfallschwerpunkt liegt im Übergang von Innerorts- und Ausserorts-Bereich. In den Aussenbogen der Kurve mündet eine weitere Strasse ein. Die Richtungsänderung wird offenbar, wie auch die Bremsspuren auf der Strasse zeigen, vor dem Innenbogen der durchgehenden Strasse zu spät wahrge-

nommen. Innerhalb von etwas mehr als vier Jahren wurden an diesem Ort 17 Unfälle registriert, wobei es jeweils zu Kollisionen mit entgegenkommenden Fahrzeugen, in 14 Fällen nach Schleudern des Fahrzeugs des Unfallverursachenden, kam. Neun der 17 Unfälle geschahen nachts oder bei Dämmerung, in einem Fall war der Lenkende alkoholisiert. Probleme entstehen offensichtlich vor allem durch die unerwartet starke Richtungsänderung, unter Umständen auch in Verbindung mit den Anforderungen des Linksabbiegens.

Interpretation. Der Unfallschwerpunkt entspricht dem Grundsatz **«Im Verkehrsraum tritt unvermittelt eine sicherheitsrelevante Veränderung ein»**, Arbeitshypothese 7: Schneller Übergang von geringen zu hohen Anforderungen. Die Gefährdung wird teilweise verstärkt durch **«Die Verkehrssituation ist zu komplex»**, Arbeitshypothese 10: Komplexer Knotenpunkt.

An einer Kreuzung ausserorts kam es innerhalb von fünf Jahren zu 18 Unfällen. Von einer Landstrasse, die geringe Anforderungen stellt, her kommend, treffen die Lenkenden von Motorfahrzeugen auf eine verhältnismässig anforderungsreiche Kreuzung. Aufgrund der Steigung der Strasse und der Bewaldung auf beiden Strassenseiten gestaltet sich die Zufahrt zur Kreuzung zudem unübersichtlich. Die verkehrstechnische Führung durch Bodenmarkierungen und örtliche Bebauung wurde bei einer Begehung als irreführend beurteilt.

Die Zusammenstellung der Hauptunfallursachen zeigt, dass Lenkende mit eingeschränkter Leistungsfähigkeit (Angetrunkenheit, mangelnde Fahrpraxis, schlechtes Sehen) häufig betroffen waren. Rund die Hälfte der Unfälle ereigneten sich nachts. Durch gestalterische Massnahmen und das Anbringen von Kurvenschranken konnte eine leichte Verbesserung der Situation erzielt werden.

Interpretation. Der Unfallschwerpunkt entspricht dem Grundsatz **«Im Verkehrsraum tritt unvermittelt eine sicherheitsrelevante Veränderung ein»**, Arbeitshypothese 7: Schneller Übergang von geringen zu hohen Anforderungen. Die Gefährdung wurde – vor der Sanierung des Unfallschwerpunkts – durch eine nicht eindeutige Verkehrsführung verstärkt.

An einer Kreuzung ausserorts kam es zu Kollisionen, da hoher Pflanzenwuchs auf den Feldern entlang der Strasse die Wahrnehmung der Kreuzung erschwerte.

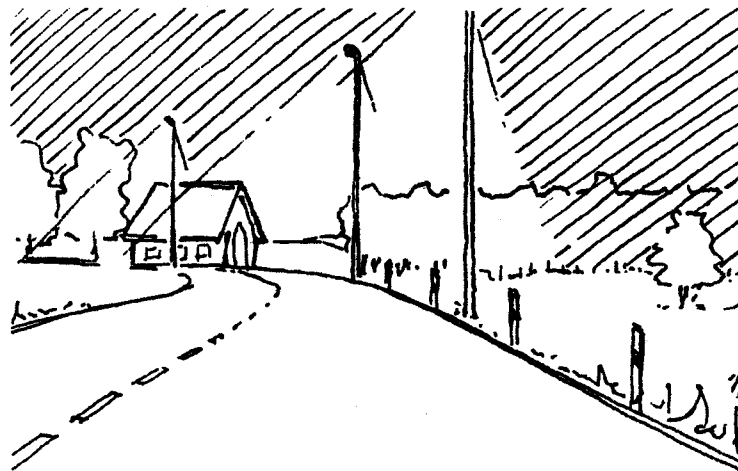
Interpretation. Der Unfallschwerpunkt entspricht dem Grundsatz «**Im Verkehrsraum tritt unvermittelt eine sicherheitsrelevante Veränderung ein**». Eine Arbeitshypothese wurde nicht formuliert, da starke Sichtbehinderungen – wie im vorliegenden Fall – nicht im Einklang mit den Projektierungsrichtlinien stehen.

Kurven

Sieben der untersuchten Unfallschwerpunkte an Kurven befanden sich ausserorts, einer liegt im Übergang von Innerorts- und Ausserorts-Bereich.

Während die Projektierungsrichtlinien bei den Knotenpunkte meistens eingehalten waren, stellte sich die Situation in Kurven komplexer dar. So kann z.B. ein aufgrund von Parkierungsmöglichkeiten am Strassenrand schlecht erkennbarer Kurvenverlauf auch als Projektierungsmangel gedeutet werden.

In allen untersuchten Kurven bestehen Schwierigkeiten bei der Erkennung des Strassenverlaufs (vgl. auch 4.6.2). Teilweise täuscht das Erscheinungsbild der Strasse statt einer Kurve einen geraden Verlauf vor, oft wird die Situation durch ungünstige Witterungs- und/oder Sichtbedingungen verschärft. Unfälle ereigneten sich häufig nachts und mit einem hohen Anteil alkoholisierter Verkehrsteilnehmender. Bei einer Kurve legen die Beleuchtung sowie die dahinter liegende Bebauung und Bewaldung aus der Ferne besonders ausgeprägt einen geraden Strassenverlauf nahe.



Schematische Darstellung eines Unfallschwerpunkts, an dem der weitere Strassenverlauf nachts schlecht erkennbar ist

Die Unfallschwerpunkte liessen sich meistens durch Massnahmen zur Verbesserung der optischen Linienführung wie das Anbringen von Kurven-

schränken mit gutem bis sehr gutem Erfolg beheben. In einigen Fällen musste auch die Bepflanzung zurückgenommen werden.

Interpretation. Bei den Unfallschwerpunkten in Kurven war in der Regel der Grundsatz «**Der weitere Strassenverlauf ist tagsüber bzw. nachts nicht eindeutig erkennbar**» erfüllt. Arbeitshypothesen hierzu wurden nicht formuliert, da die Projektierungsrichtlinien grundsätzlich fordern, dass der weitere Strassenverlauf rechtzeitig und korrekt wahrgenommen werden kann. Ergänzend kann der Grundsatz «**Im Verkehrsraum tritt unvermittelt eine sicherheitsrelevante Veränderung ein**», Arbeitshypothese 7: Schneller Übergang von geringen zu hohen Anforderungen, zum Tragen kommen. Teilweise wurde die Gefährdung durch bauliche Mängel, wie beispielsweise einen zu wenig griffigen Fahrbahnbelag, verstärkt.

7.2.3 Schlussfolgerungen

Eine erste Auswertung von Unfallschwerpunkten und Unfallhäufungsstellen in zwei Kantonen legt nahe, dass verschiedene der Grundsätze und Arbeitshypothesen von unmittelbarer Bedeutung für die Häufung von Unfällen auf bestimmten Streckenabschnitten sind. Dies trifft insbesondere auf den Grundsatz «Die Verkehrssituation ist zu komplex» mit der Arbeitshypothese 10: Komplexer Knotenpunkt zu.

8. Bewertung und Ausblick

8.1 Gefahrenstellen erfassen und überprüfen

Potentielle Gefahrenstellen sind kurze Streckenabschnitte, an denen das subjektiv wahrgenommene und das objektiv vorhandene Risiko nicht übereinstimmen. Dennoch sind bei Gefahrenstellen die Projektierungsrichtlinien, wie sie insbesondere in den VSS-Normen festgelegt wurden, eingehalten. Potentielle Gefahrenstellen zeigen also einen möglichen Handlungsbedarf im Hinblick auf die Projektierungsrichtlinien auf.

Die Identifikation potentieller Gefahrenstellen ist anspruchsvoll. Gefahrenstellen zeichnen sich durch eine Vielzahl von Wechselwirkungen zwischen Mensch und Verkehrsumgebung aus, wobei die wahrgenommene bzw. verhaltenswirksame nicht der objektiven Verkehrsumgebung entspricht.

Charakteristische Merkmale von Gefahrenstellen können einerseits aus Beobachtung und Erfahrung abgeleitet werden. Durch experimentelle Untersuchungen, etwa am Verkehrssimulator, oder die Beobachtung von Versuchspersonen auf einem realen Streckennetz lassen sich Hinweise auf potentielle Gefahrenstellen gewinnen. Ein solches Vorgehen ist jedoch mit erheblichem Aufwand verbunden. Die vorliegende Studie griff daher auf eine Literaturrecherche und Expertenbefragungen zurück. Auf diese Weise konnten effizient Grundlagen zur Erkennung und Sanierung von Gefahrenstellen gewonnen werden. Vollständigkeit lässt sich jedoch letztlich nicht garantieren, und manche der Expertenaussagen sind – bisher – wissenschaftlich nicht abgesichert.

Eine systematische Identifikation von Gefahrenstellen könnte anhand der Mechanismen erfolgen, welche das subjektive und das objektive Risiko spezifisch an einem kurzen Streckenabschnitt voneinander abweichen lassen. Eine solche Untersuchung müsste zumindest Expertenwissen aus den Bereichen Wahrnehmungsphysiologie, Verkehrspsychologie und Verkehrsingenieurwesen einbeziehen. Weitgehend vollständige Ergebnisse sind auf der Ebene der Grundsätze, allenfalls noch der Arbeitshypothesen denkbar. Aufgrund der grossen Vielfalt möglicher Gefahrenstellen-Beschreibungen wird dort eine Beschränkung auf Beispiele notwendig sein. Denkbar wäre, auf der Grundlage des vorliegenden Berichts ein Raster zur systematischen Erkennung von Gefahrenstellen zu erarbeiten und dieses Raster an einem Symposium bei Experten der genannten Fachrichtungen zur Diskussion zu stellen.

Die Validierung der Ergebnisse müsste anhand bereits vorliegender wissenschaftlicher Ergebnisse erfolgen. Wie schon früher dargelegt (vgl. 2.2, 2.4), stellen Unfälle oder Beinahe-Unfälle keinen zuverlässigen Indikator für Gefahrenstellen dar.

8.2 Folgerungen für die Verkehrssicherheit

Um die Verkehrssicherheit zu fördern, muss die Strasse der menschlichen Leistungsfähigkeit angepasst und Fehlern gegenüber tolerant sein. Sie darf nicht zu unvorsichtigem Handeln verleiten und sollte die Kompensation von Fehlern unterstützen. Bei der Planung ist auch der Einbezug schwächerer Verkehrsteilnehmender, wie z.B. älterer Menschen, wesentlich.

Die Vermeidung bzw. Sanierung von Gefahrenstellen folgt einigen zentralen Prinzipien:

- *Ausreichende Information.* Den Verkehrsteilnehmenden steht jederzeit ausreichend Information zur Verfügung, um sich sicher im Verkehr bewegen zu können.
- *Korrekte Information.* Die Verkehrsumgebung ruft keine Täuschungen der Wahrnehmung hervor, sondern erlaubt eine korrekte Einschätzung der jeweiligen Situation.
- *Optimales Anforderungsniveau.* Die Anforderungen an die Verkehrsteilnehmenden, insbesondere die pro Zeiteinheit zu verarbeitende Information, rufen weder eine Über- noch eine Unterforderung hervor.
- *Konzentration auf das Wesentliche.* Die Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmenden wird gezielt auf die relevanten Informationen gelenkt, etwa durch den Einsatz von Wechselverkehrszeichen. Es findet keine Ablenkung durch starke Reize ausserhalb des Verkehrsgeschehens statt.
- *Vorrang nicht bewusster Information.* Nicht bewusst aufgenommenen Informationen wird Vorrang gegenüber bewusst aufzunehmenden Informationen eingeräumt. Eine Gestaltung des Strassenraums, die mit dem Verkehrsregime übereinstimmt, wird also z.B. gegenüber blosser Signalisation bevorzugt. Statt Schrifttafeln werden vermehrt Symbole eingesetzt.
- *Rückmeldung.* Die Verkehrsteilnehmenden erhalten Rückmeldungen zu ihrem Verhalten. Beispielsweise erlaubt es die Gestaltung der Verkehrsumgebung, die eigene Geschwindigkeit gut einzuschätzen, oder ein Warnsignal zeigt Geschwindigkeitsüberschreitungen an.

Sanierungen von Gefahrenstellen erfolgen in der Regel in einem komplexen Umfeld, wobei die Wechselwirkungen von Mensch, Umwelt, Fahrzeug, Verkehrsablauf, Strasse und Rechtsvorschriften zu beachten sind (vgl. Kapitel 1). Zudem sind nicht alle Strassen im bestehenden Netz normgerecht gebaut und nicht alle lassen sich in die Vorgaben der Normen oder der oben aufgeführten Grundsätze einpassen. Die scheinbar offensichtliche Forderung, bei Sanierungen keine neuen Risiken zu schaffen, die den erzielten Sicherheitsgewinn übersteigen (vgl. 2.5), einzuhalten, kann sich in der Praxis als Herausforderung erweisen.

8.3 Weiterführende Arbeiten

Das Forschungsprojekt SVI 46/98 liefert eine Informationsgrundlage für Verkehrsingenieure und -psychologen. Insbesondere wurden Arbeitshypothesen zu potentiellen Gefahrenstellen erhoben, geprüft und in übersichtlicher Form dargestellt. Da die dargestellten Erkenntnisse teilweise – noch – nicht wissenschaftlich abgesichert sind, können sie nicht unmittelbar zur Ausarbeitung von Normen herangezogen werden. Auch die Wegleitung stellt in diesem Sinn lediglich eine Empfehlung dar.

Gesicherte Erkenntnisse zu Gefahrenstellen sollten jedoch möglichst rasch in das Normenwerk einfließen und könnten zugleich als Grundlage für die Beurteilung bestehender Strassen³² dienen.

Aufgrund der im Verlauf der Untersuchung «Potentielle Gefahrenstellen» gewonnenen Erkenntnisse werden neben dem unter 8.1 skizzierten Vorgehen folgende weiterführenden Arbeiten empfohlen:

- *Unfallursachenforschung.* Die Unfallursachenforschung sollte weiterhin vertieft und dem laufenden Wandel bei Normen, Fahrzeugtechnik etc. angepasst werden. Eine wesentliche Grundlage hierfür stellt eine verfeinerte Unfallstatistik dar, bei der unter anderem das Zusammenspiel verschiedener unfallverursachender Faktoren stärker als bisher gewichtet wird. Die Ausgestaltung und Anwendbarkeit einer solchen Unfallstatistik könnte im Rahmen einer Pilotstudie geprüft werden.
- *Potentielle Gefahrenstellen.* Es sollte geklärt werden, bei welchen Arbeitshypothesen aufgrund ihrer Bedeutung für das Unfallgeschehen Prioritäten zu setzen sind, um diese Hypothesen möglichst zügig wissenschaftlich über-

³² z.B. im Sinn von systematischen «Safety Audits» [D. Sauter 2000]

prüfen zu können. Konflikte zwischen verschiedenen Ansprüchen an die Sicherheit (vgl. 2.4; 3.4) sollten systematisch erfasst und Lösungsvorschläge dazu erarbeitet werden. Gefahrenstellen aus den spezifischen Perspektiven von Behinderten, Kindern und älteren Menschen bedürfen noch einer eingehenderen Untersuchung.

- *Sicherheitsmassnahmen.* Sicherheitsmassnahmen zur Sanierung potentieller Gefahrenstellen sollten anhand von Fallbeispielen studiert werden. Die Möglichkeiten und Grenzen der Massnahmen werden dabei durch eine Untersuchung der induzierten Verhaltensänderungen dargestellt. Insbesondere soll anhand konkreter Fallbeispiele auch die Risikokompensation untersucht werden.
- *Sichtverhältnisse und Sehvermögen.* Die Frage, wann eine ausreichende Sichtweite im Strassenverkehr vorliegt, ist komplex und von einer Vielfalt von Rahmenbedingungen, darunter der Latenzzeit der Reaktionen der Verkehrsteilnehmenden (vgl. 3.1), abhängig. In diesem Bereich besteht noch Forschungsbedarf. Zudem sollte die Bedeutung des Dämmerungssehens für die Verkehrssicherheit genauer untersucht werden. Bisher liegen zu diesem Thema kaum Forschungsergebnisse vor.
- *Technische Entwicklungen.* Die Sicherheitsrelevanz wesentlicher fahrzeugtechnischer Neuerungen, die sich bereits heute abzeichnen, sollte frühzeitig untersucht und daraus Gestaltungsempfehlungen abgeleitet werden. Angebracht wäre etwa eine Technikfolgenabschätzung, die verschiedene Szenarien berücksichtigt und juristische Fragestellungen miteinbezieht. Die Untersuchung könnte auf einer vorgängigen Erhebung bei den wichtigen internationalen Herstellern von Fahrzeugtechnik und Verkehrstelematik beruhen.

9. Quellen

9.1 Gespräche

Herr Dr. S. Siegrist, bfu, 12. März 1999

Herr H. P. Lindenmann, Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau, ETH Zürich, 12. März 1999

Herr O. Balsiger, Tiefbauamt Kanton Bern, 15. März 1999

Herr D. Sauter, Fussverkehr Schweiz, 17. März 1999 sowie Stellungnahme zum Entwurf des vorliegenden Berichts, 30. August 2000

Herr M. Weissert, Kantonspolizei Zürich, 19. März 1999

Herr H.-U. Bayer, Stadtpolizei Zürich, 24. März 1999

Herr U. Ewert, Herr Ch. A. Huber, bfu; Herr U. Marti, Strassenverkehrs- und Schifffahrtsamt, Kanton Bern, 14. September 1999

Herr M. Senn, Senn + Partner AG; Herr P. Staub, Tiefbauamt, Kanton Thurgau; Herr H. Wymann, Stadtpolizei Zürich, 17. September 1999

Herr P. Bachmann, Büro BC, 13. Oktober 1999

9.2 Literatur

- L. Aebischer, H.-D. Schneider: «Die Schweizer als Autofahrer. Ergebnisse einer Repräsentativbefragung über Bedingungen unfallträchtigen Verhaltens im Verkehr», Universitätsverlag, Freiburg und Verlag Hans Huber, Bern 1991
- R. Allenbach, M. Hubacher, Ch. A. Huber, S. Siegrist: «Verkehrstechnische und -psychologische Sicherheitsanalyse von Strassenabschnitten», bfu-Report 31, Bern 1996
- F. G. Anderle: «Reizsuche und Extraversion als Prädiktoren verkehrsauffälligen Verhaltens bei Fahranfängern» in «Driver Improvement, 6. Internationaler Workshop», Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 93, Bergisch Gladbach 1998
- V. Appelt, G. Weise: «Neue Ansätze zur Bewertung der räumlichen Linienführung von Außerortsstraßen mit sichtbaren Radien», Straße und Autobahn Nr. 6, S. 304 – 313, 1999
- S. Becker, M. Brockmann, E. Bruckmayr, O. Hofmann, R. Krause, A. Mertens, R. Nin, J. Sonntag: «Telefonieren am Steuer», Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 45, Bergisch Gladbach 1995

- V. Beer, Ch. Minder, M. Hubacher, Th. Abelin; «Epidemiologie der Seniorenunfälle», Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung, bfu-Report 42, Bern 2000
- W. Berger: «Informationsaufnahme im Strassenverkehr – Grundlagen und Konsequenzen für verkehrliche Praxis», Dissertation, Institut für Verkehrswesen, Universität für Bodenkultur Wien, Wien 1996
- B. Bergström: «Task Demand, workload, and performance», FAO report A 50016-5.2, National Defence Research Establishment, Department of Human Studies 1990
- Ch. Bielaczek: «Untersuchungen zur Auswirkung einer aktiven Fahrerbeeinflussung auf die Fahrsicherheit beim Pkw-Fahren im realen Straßenverkehr», Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 12 Verkehrstechnik/Fahrzeugtechnik, Nr. 357, VDI Verlag GmbH, Düsseldorf 1998
- E. Brühning, I. Haas, H. Mäder, I. Pfafferoth, M. Pöppel-Decker: «Telefonieren am Steuer und Verkehrssicherheit», Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 89, Bergisch Gladbach 1998
- V. Cavallo, J. Doré, M. Colomb, G. Legoueix: «Probleme der Wahrnehmung der Entfernung von Fahrzeugen im Nebel» in «Fortschritte der Verkehrspsychologie 1996», Kongressbericht, Deutscher Psychologen Verlag GmbH, Dresden 1997
- Ch. Chaloupka, R. Risser, A. Antoniadis, U. Lehner, M. Praschl: «Auswirkungen neuer Technologien im Fahrzeug auf das Fahrverhalten», Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M84, Bergisch Gladbach 1998
- I. Christiansen: «Life Style and Traffic Safety» in «Driver Improvement, 6. Internationaler Workshop», Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 93, Bergisch Gladbach 1998
- A. S. Cohen: «Visuelle Orientierung im Strassenverkehr – Eine empirische Untersuchung zur Theorie des visuellen Abtastens», bfu-Report 34, Bern 1998
- A. S. Cohen: «Wie wirksam ist die Strassensignalisation?» in R. Schaffhauser (Hrsg.): «Aspekte der Überforderung im Strassenverkehr – Forderungen an die Praxis», Veröffentlichungen des Schweizerischen Instituts für Verwaltungskurse an der Universität St. Gallen, Neue Reihe Band 43, St. Gallen 1997
- A. S. Cohen: «Möglichkeiten und Grenzen der Informationsaufnahme und -verarbeitung im motorisierten Strassenverkehr aus psychologischer Sicht» in R. Schaffhauser (Hrsg.): «Aspekte der Überforderung im Strassenverkehr – Forderungen an die Praxis», Veröffentlichungen des Schweizerischen Instituts für Verwaltungskurse an der Universität St. Gallen, Neue Reihe Band 43, St. Gallen 1997

- A. S. Cohen: «Leistungsmöglichkeit älterer Autofahrer», Unfall und Fahrzeugtechnik Nr. 4, 1994
- A. S. Cohen: «Verkehrszeichen», Zeitschrift für Verkehrssicherheit Nr. 40, 1994
- A. S. Cohen, H. T. Zwahlen: «Blicktechnik in Kurven», Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung, bfu-Report 13, Bern 1989
- A. S. Cohen: «Möglichkeiten und Grenzen visueller Wahrnehmung im Straßenverkehr», Unfall- und Sicherheitsforschung Straßenverkehr, Heft 57, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach 1986
- N. Couch, J. Waterhouse, J. Wu, M. Brackstone, M. McDonald, T. Lansdown: «Technologies for advanced co-operative (TACO) driving – a study of the operation of road convoys», Proceedings of the seminar on Advanced Driver Assistance Systems (ADAS), London 1999
- G. Dannert: «Grundprobleme der Reaktionszeit des Kraftfahrers», Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik Nr. 12, 36. Jahrgang, 1998
- P. A. Desmond, P. A. Hancock, J. L. Monette: «Fatigue and automation-induced impairments in simulated driving performance», Transportation Research Record No. 1628 'Safety and Human Performance', NAP, Washington D.C. 1998
- K. Dietrich, H. P. Lindenmann: «Gestaltung von Kantonsstrassen in Ortskernen», Vorlesungsunterlage des Instituts für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau, ETH Zürich 1996
- K. Dietrich, P. Spacek: «Verkehrstechnische Gefahrenanalyse der geplanten Autostrasse N4 zwischen Winterthur und Flurlingen, Teilauftrag 2», Tiefbauamt des Kantons Zürich, Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau, ETH Zürich 1995
- M. Eckert: «Lichttechnik und optische Wahrnehmungssicherheit im Straßenverkehr», Verlag Technik, Berlin/München 1993
- U. Ewert: «Autofahrer in der Schweiz und in Europa: Meinungen und Einstellungen im Längs- und Querschnittvergleich», Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung, bfu-Report 38, Bern 1999
- B. Färber: «Zuverlässigkeit und Gültigkeit technischer Hilfesysteme» in Verein Deutscher Ingenieure: «Sicherheit im Strassenverkehr», VDI Bericht 1046, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1993
- W. Fastenmeier: «Verkehrstechnische und verhaltensbezogene Merkmale von Fahrstrecken – Entwicklung und Erprobung einer Typologie von Straßenverkehrssituationen», Dissertation Technische Universität München 1994
- H. Fierz, A. Eckhardt, F. Itchner, M. Ruesch: «Verkehrssicherheit und Ausbaugrad von Bergstrassen», Beratungsstelle für Unfallverhütung / Fonds für Verkehrssicherheit, Bern 1993
- I. Friedinger, H. Studach: «Informationsaufnahme und Verhalten des Autofahrers beim Durchfahren von Kurven», Untersuchung im Auftrag der

- Schweizerischen Konferenz für Sicherheit um Strassenverkehr (SKS), ETH Zürich, Zürich 1982
- G. Geiser: «Ältere Benutzer und neue Informationssysteme im Personenverkehr» in «Der Mensch im Verkehr», VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik, VDI Berichte 1317, VDI Verlag GmbH, Düsseldorf 1997
- G. Hauger: «Einfluß von verkehrlichen, städtebaulichen und straßenfunktionalen Parametern auf das Geschwindigkeitsverhalten im motorisierten Individualverkehr auf Innerortsstraßen», Dissertation eingereicht an der Technischen Universität Wien, Wien 1996
- K.- W. Herberg: «Auswirkungen des Strassenbildes auf die Geschwindigkeit» in «Sicherheit im Strassenverkehr», VDI Bericht 1046, VDI Verlag GmbH, Düsseldorf 1993
- H.-G. Hilse und W. Schneider: «Verkehrssicherheit: Handbuch zur Entwicklung von Konzepten», Richard Boorberg Verlag, Stuttgart 1995
- C. Graf Hoyos, M. Kastner; «Belastung und Beanspruchung von Kraftfahrern», Unfall- und Sicherheitsforschung im Straßenverkehr, Heft Nr. 59, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach 1986
- H. J. Kayser, A. F. Sander, M. Heß, W. A. C. Spijkers, A. Bartmann: «Das Wahrnehmungsverhalten des Kraftfahrers in Abhängigkeit von der gefahrenen Geschwindigkeit und der Straßenraumgestaltung», Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 557, Bundesminister für Verkehr, Bonn-Bad Godesberg 1989
- H. Kerwlen: «Das Risikoverhalten von Radfahrern» in «Fortschritte der Verkehrspsychologie 1996», Kongressbericht, Deutscher Psychologen Verlag GmbH, Dresden 1997
- H. Krueger: «Möglichkeiten und Grenzen der Informationsaufnahme und -verarbeitung im motorisierten Strassenverkehr aus physiologischer Sicht» in R. Schaffhauser (Hrsg.): «Aspekte der Überforderung im Strassenverkehr – Forderungen an die Praxis», Veröffentlichungen des Schweizerischen Instituts für Verwaltungskurse an der Universität St. Gallen, Neue Reihe Band 43, St. Gallen 1997
- H. J. Kütting: «Zur Analyse von Denk- und Handlungsfehlern beim Autofahren» in H. Haecker (Hrsg.): «Fahrverhalten und Verkehrsumwelt» Mensch - Fahrzeug - Umwelt Band 25, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990
- R. Lamm et al.: «Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook», McGraw-Hill 1999
- M. Latzel: «Syntaktische Aspekte der Aufstellung und des Ablesens von Verkehrszeichen» in «Faktor Mensch im Straßenverkehr», Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft M9, Bergisch Gladbach 1993
- M. Limbourg: «Kinder im Straßenverkehr», Reihe «Gesundheitsschutz in Schule und Beruf», Gemeindeunfallversicherungsverband Westfalen-Lippe, München 1995

- H. Lindenmann: «Was kann der Verkehrsplaner gegen eine Überforderung durch die Strassenlage vorkehren?» in R. Schaffhauser (Hrsg.): «Aspekte der Überforderung im Strassenverkehr – Forderungen an die Praxis», Veröffentlichungen des Schweizerischen Instituts für Verwaltungskurse an der Universität St. Gallen, Neue Reihe Band 43, St. Gallen 1997
- U. Matthes: «Einteilung von Verkehrsräumen nach Sicherheitskriterien für Kinder» in «Fortschritte der Verkehrspsychologie '90», Kongressbericht, Verlag TÜV Rheinland GmbH, Köln und Deutscher Psychologen-Verlag, Bonn 1991
- Ch. Michalik: «Anforderungen und Überforderungen von Kindern als Verkehrsteilnehmer durch die Umwelt» in «Fortschritte der Verkehrspsychologie '90», Kongressbericht, Verlag TÜV Rheinland GmbH, Köln und Deutscher Psychologen-Verlag, Bonn 1991
- P. Nijkamp, G. Pepping, D. Bannister: «Telematics and Transport Behaviour», Springer-Verlag, 1996
- Th. Nussbaum, R. Groner, M. Groner: «Regionale, situative und fahrerbedingte Aspekte bei Strassenverkehrsunfällen», bfu-Report 17, Bern 1991
- NZZ: «Viel Ablenkung im Verkehr – Eine Umfrage des Verkehrssicherheitsrats», Neue Zürcher Zeitung 15.12.1999
- I. Pfafferoth: «Anpassungsvorgänge im System Mensch - Fahrzeug: Hypothesen, Befunde und Folgerungen» in H. Haecker (Hrsg.): «Fahrverhalten und Verkehrsumwelt» Mensch - Fahrzeug - Umwelt Band 25, Verlag TÜV Rheinland, Köln 1990
- E. Pfleger: «Örtliche Unfallforschung offenbart Leistungsgrenzen» in «Interdisziplinäre Unfallforschung: Grenzbereiche im Strassenverkehr», Schriftenreihe der Forschungsgesellschaft für das Verkehrs- und Strassenwesen im Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein, Heft 99, Wien 1990
- J. Raithel: «Unfallursache: Jugendliches Risikoverhalten», Juventa Verlag, Weinheim und München 1999
- F. Sagberg, R. Christ, P. Delhomme, A. Kaba, T. Mäkinen, H. Schulze, S. Siegrist: «The Gadget Report», Kapitel «Modifications to the road environment», Entwurf 1999
- D. Sauter: «Keine schweren Strassenunfälle mit Menschen mehr», Neue Zürcher Zeitung 18.7.2000
- H. Schärer: «Umfrage "In-Line-Skating" – Auswertung der Vernehmlassung», Arbeitsgemeinschaft der Chefs der Verkehrspolizeien der Schweiz und des Fürstentums Liechtenstein, Luzern 1998
- H. J. Schmidt-Clausen, J. Damasky, H. Wambsganß: «Einfluß der Helligkeit von Fahrbahnoberflächen auf die Seh- und Wahrnehmungsbedingungen von Kraftfahrern bei Nacht», Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 629, Bundesminister für Verkehr, Bonn-Bad Godesberg 1992

- W. Schneider, M. Chiemelarz, J. Churan, G. R. Cunningham, H. Derkum, M. Ginschel, L. Theil: «Wahrnehmung von Verkehrszeichen», Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 697, Bundesminister für Verkehr, Bonn-Bad Godesberg 1995
- H. Schulze: «Zur Ökologie jugendlichen Freizeit- und Verkehrsverhaltens» in «Fortschritte der Verkehrspsychologie '90», Kongressbericht, Verlag TÜV Rheinland GmbH, Köln und Deutscher Psychologen-Verlag, Bonn 1991
- R. Seliger, H. H. Meseberg: «Horizontale und vertikale Leiteinrichtungen» in «Sicherheit im Strassenverkehr», VDI Bericht 1046, VDI Verlag, Düsseldorf 1993
- N. Semmer: «Menschliche Fehler und Arbeitssicherheit – Der menschliche Faktor in Technik und Organisation», Bulletin SEV/VSE Nr. 23, 1999
- N. Semmer, A. Regenass: «Der menschliche Faktor in der Arbeitssicherheit» in G. Grote, C. Künzler: «Theorie und Praxis der Sicherheitskultur», vdf Hochschulverlag, Zürich 1996
- J.-M. Sohn: «Es gibt keine aggressiven Autofahrer !!!» in «Driver Improvement, 6. Internationaler Workshop», Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 93, Bergisch Gladbach 1998
- P. Spacek: «Fahrverhalten und Unfallgeschehen in Kurven, Fahrverhalten in Kurvenbereichen», Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation / Bundesamt für Strassen, Forschungsauftrag 16/84 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS), Zürich 1998
- A. Sprenger: «Kurzsichtigkeit und Nachtfahren» in «Fortschritte der Verkehrspsychologie 1996», Kongressbericht, Deutscher Psychologen Verlag GmbH, Dresden 1997
- J. Steinbrecher: «Fahrerverhalten im Übergangsbereich von der freien Strecke zur geschlossenen Ortschaft», Dissertation an der Bergischen Universität-Gesamthochschule Wuppertal, Wuppertal 1997
- Tiefbauamt des Kantons Thurgau, Abteilung Planung und Verkehr: «Strassenverkehrsunfälle», Ausgaben 1994 bis 1998, Frauenfeld 1995 bis 1999
- R. M. Trimpop: «Risikomotivation und Fahrverhalten» in «Fortschritte der Verkehrspsychologie '90», Kongressbericht, Verlag TÜV Rheinland GmbH, Köln und Deutscher Psychologen-Verlag, Bonn 1991

Wegleitung: Gefahrenstellen erkennen, vermeiden, sanieren

Auch bei Strassen, die den Projektierungsrichtlinien entsprechen, treten immer wieder Häufungen von Unfällen auf. Oft sind diese Häufungen durch Faktoren bedingt, die mit Wahrnehmung und Verhalten der Verkehrsteilnehmenden zusammenhängen. Kurze Streckenabschnitte, an denen ein besonders hohes Unfallrisiko aufgrund solcher Einflüsse zu erwarten ist, werden als Gefahrenstellen bezeichnet.

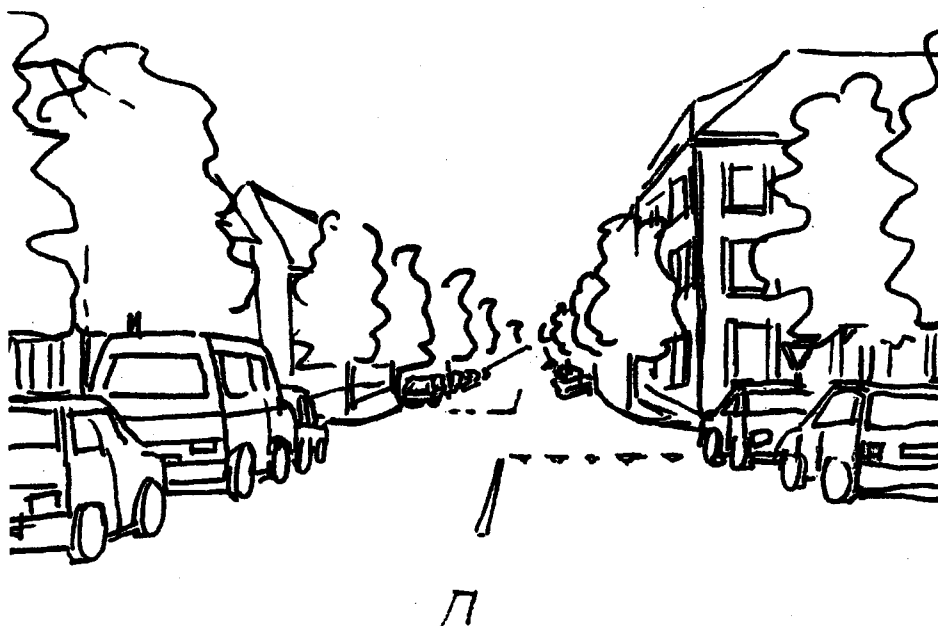
Gefahrenstellen folgen meistens einem oder mehreren der aufgeführten zehn Grundsätze:

- Strassenbild und Verkehrsregime befinden sich nicht in Übereinstimmung miteinander.
- Wichtige Hinweise auf das eigene Verkehrsverhalten oder das Verhalten anderer Verkehrsteilnehmender fehlen.
- Der weitere Strassenverlauf ist tagsüber nicht eindeutig erkennbar.
- Der weitere Strassenverlauf ist nachts nicht eindeutig erkennbar.
- Im Verkehrsraum tritt unvermittelt eine sicherheitsrelevante Veränderung ein.
- Andere Verkehrsteilnehmende sind tagsüber schlecht wahrnehmbar.
- Andere Verkehrsteilnehmende sind nachts schlecht wahrnehmbar.
- Die Verkehrssituation ist zu komplex.
- Von der Verkehrsumgebung gehen starke Reize aus, die nicht unmittelbar mit dem Verkehrsgeschehen in Zusammenhang stehen.
- Es bestehen Anreize für ein riskantes Verkehrsverhalten.

Wie eine Gefahrenstelle aussehen kann, wird auf den folgenden Seiten durch Beispiele erläutert, und Vorschläge für Gegenmassnahmen werden vorgestellt.

1. Strassenbild und Verkehrsregime befinden sich nicht in Übereinstimmung miteinander.

Situation. Die Verkehrsteilnehmenden treffen auf eine scheinbar bekannte Situation. Hinweise auf das vom Strassenbild abweichende Verkehrsregime sind unerwartet und werden daher oft übersehen.



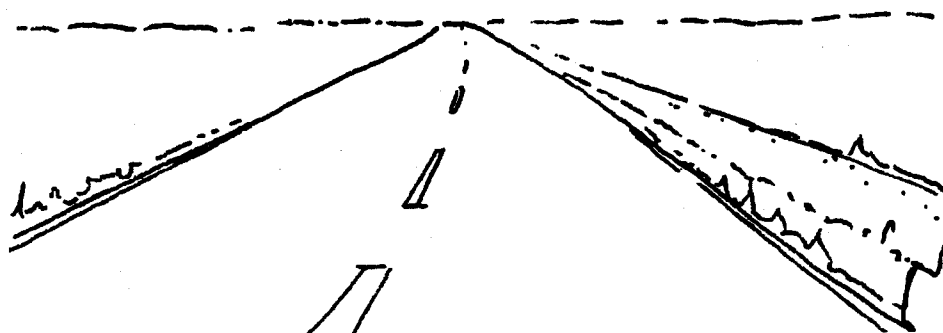
Beispiele. Eine schmale Strasse kreuzt eine breite Strasse. Die schmale Strasse ist vortrittsberechtigt.

Eine breite Strasse mit grosser Sicht in die Tiefe verhindert, dass der Übergang vom Ausserorts- zum Innerorts-Bereich deutlich wahrgenommen wird.

Massnahmen. Primäres Ziel von Sicherheitsmassnahmen muss es sein, Strassenbild und Verkehrsregime in Einklang miteinander zu bringen. Beispielsweise wird die Verkehrsumgebung am Ortseingang durch optische Torbildung neu gestaltet.

2. Wichtige Hinweise auf das eigene Verkehrsverhalten oder das Verhalten anderer Verkehrsteilnehmender fehlen.

Situation. Den Verkehrsteilnehmenden ist es nicht möglich, ihr eigenes Verhalten oder das anderer Verkehrsteilnehmender richtig einzuschätzen, weil gewohnte Elemente in der Verkehrsumgebung fehlen.



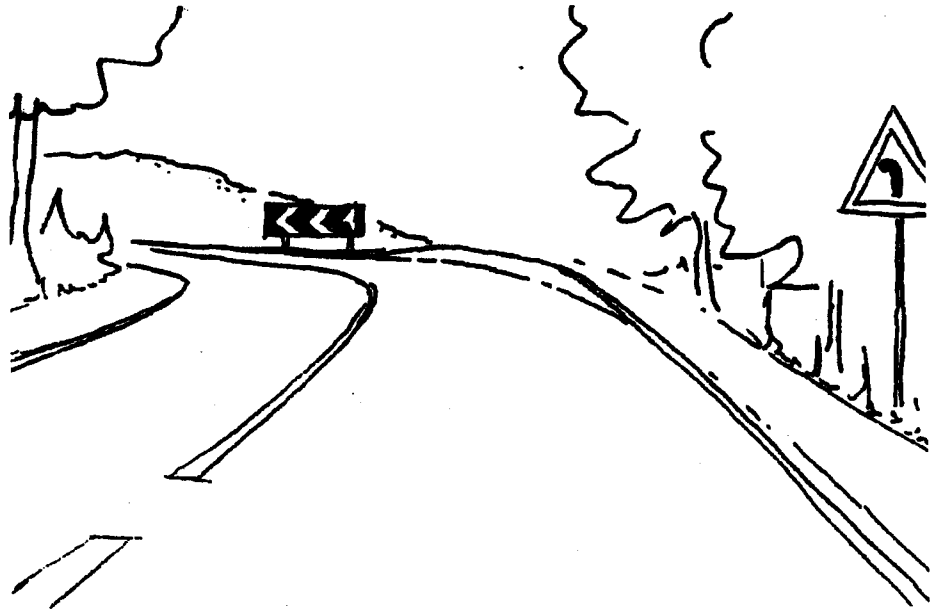
Beispiele. Mangelnde Strukturelemente in der Fahrumgebung führen zu einer falschen Einschätzung der eigenen Geschwindigkeit und der Geschwindigkeit anderer Verkehrsteilnehmender. Gleichzeitig wirken sich oft Unterforderung und Monotonie ungünstig auf die Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmenden aus. Strukturelemente können etwa Gebäude oder Bäume sein, die in lockerem Abstand zueinander stehen.

Rasengittersteine und Bepflanzung dämpfen die Geräusche herannahender Fahrzeuge auf ein ungewohnt tiefes Niveau ab.

Massnahmen. Sicherheitsmassnahmen zielen darauf ab, die notwendigen Signale aus der Verkehrsumgebung zu gewährleisten. Beispielsweise wird der Strassenraum durch Bepflanzung mit Bäumen und Anbringen von Kurvenschranken strukturiert.

3. Der weitere Strassenverlauf ist tagsüber nicht eindeutig erkennbar.

Situation. Den Verkehrsteilnehmenden bereitet es tagsüber Probleme, den weiteren Strassenverlauf korrekt einzuschätzen.



Beispiele. An den Aussenradius einer Kurve schliesst sich eine Parkbucht an. Vor allem bei ungünstigen Witterungsverhältnissen entsteht dadurch der Eindruck eines geraden Strassenverlaufs.

Beim Aussenradius einer Kurve täuscht eine Baulücke insbesondere bei schlechten Sichtverhältnissen einen geraden Strassenverlauf vor.

Massnahmen. Sicherheitsmassnahmen ermöglichen eine eindeutige Wahrnehmung des weiteren Strassenverlaufs, z.B. indem gezielt Kurvenleitpfeile eingesetzt werden.

4. Der weitere Strassenverlauf ist nachts nicht eindeutig erkennbar.

Situation. Den Verkehrsteilnehmenden bereitet es nachts Probleme, den weiteren Strassenverlauf korrekt einzuschätzen.



Beispiele. Die Verkehrsumgebung täuscht nachts statt einer tatsächlich bevorstehenden Kurve einen geraden Strassenverlauf vor.

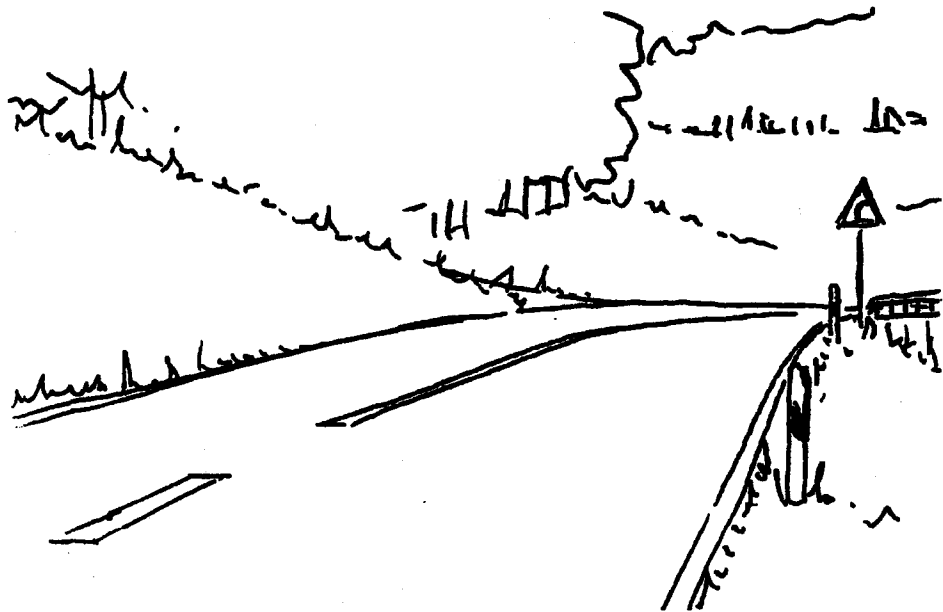
Die räumliche Lokalisation der Leitpfosten ist vor einer Kurve nicht eindeutig wahrnehmbar, da die Markierungen von linker und rechter Strassenseite optisch ineinander übergehen.

Eine Kuppe im Strassenverlauf ist nachts schlecht erkennbar, weil der Hintergrund dunkel bleibt.

Massnahmen. Sicherheitsmassnahmen erlauben auch nachts eine eindeutige Wahrnehmung des weiteren Strassenverlaufs, etwa durch Kennzeichnung einer Kuppe mit deutlichen Randmarkierungen und einer breiteren Sicherheitslinie.

5. Im Verkehrsraum tritt unvermittelt eine sicherheitsrelevante Veränderung ein.

Situation. Den Verkehrsteilnehmenden steht bei der projektierten Geschwindigkeit nicht genügend Information zur Verfügung, um sich auf eine Änderung im Strassenverlauf einzustellen.



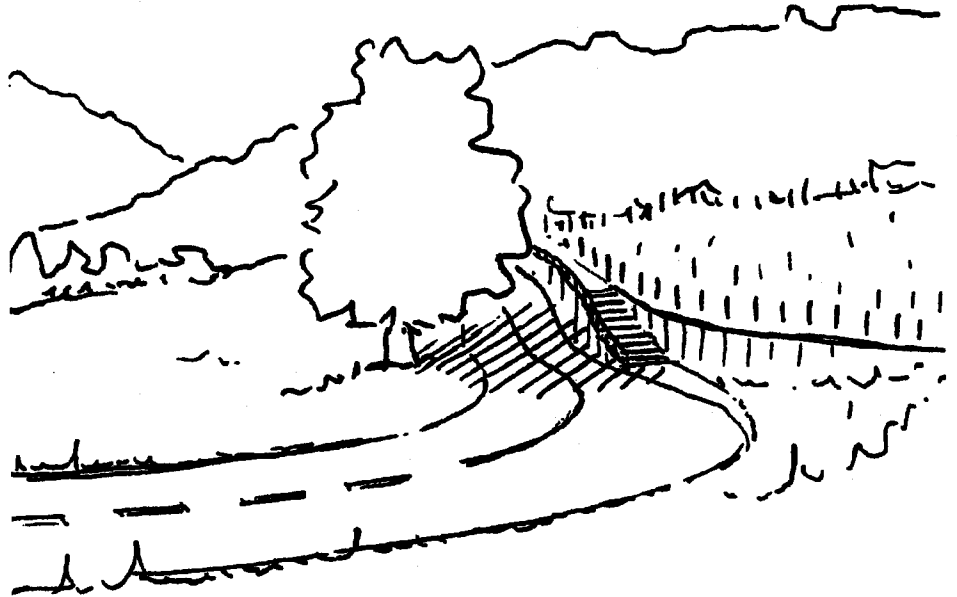
Beispiele. Nach längerer Fahrt auf gerader Strecke wird eine bevorstehende Kurve zu spät wahrgenommen und in ihrer Bedeutung unterschätzt.

Durch wechselnde Bebauung im Innerorts-Bereich verringert sich plötzlich die Sichtdistanz.

Massnahmen. Sicherheitsmassnahmen zielen darauf ab, die Wahrnehmbarkeit der Änderung, z.B. durch Auflockerung der Bepflanzung, zu verbessern. Ist dies nicht möglich, müssen Massnahmen getroffen werden, um die Geschwindigkeit motorisierter Fahrzeuge zu senken.

6. Andere Verkehrsteilnehmende sind tagsüber schlecht wahrnehmbar.

Situation. Den Verkehrsteilnehmenden fehlt es tagsüber an Informationen, um andere Verkehrsteilnehmende wahrzunehmen.



Beispiele. Durch markanten Schattenwurf tritt bei einer Einmündung ein «Sichtloch» auf. Einbiegende Fahrzeuge werden zu spät erkannt. Unmittelbar nach einer Unterführung befindet sich ein Fussgängerstreifen. Fahrzeuge, die ihre Scheinwerfer nicht eingeschaltet haben, sind aufgrund des Hell/Dunkelkontrastes für querende Fussgänger schlecht sichtbar.

Massnahmen. Sicherheitsmassnahmen verbessern die Wahrnehmbarkeit anderer Verkehrsteilnehmer, etwa durch stärkere Beleuchtung innerhalb einer Unterführung.

7. Andere Verkehrsteilnehmende sind nachts schlecht wahrnehmbar.

Situation. Den Verkehrsteilnehmenden fehlt es nachts an Informationen, um andere Verkehrsteilnehmende wahrzunehmen.

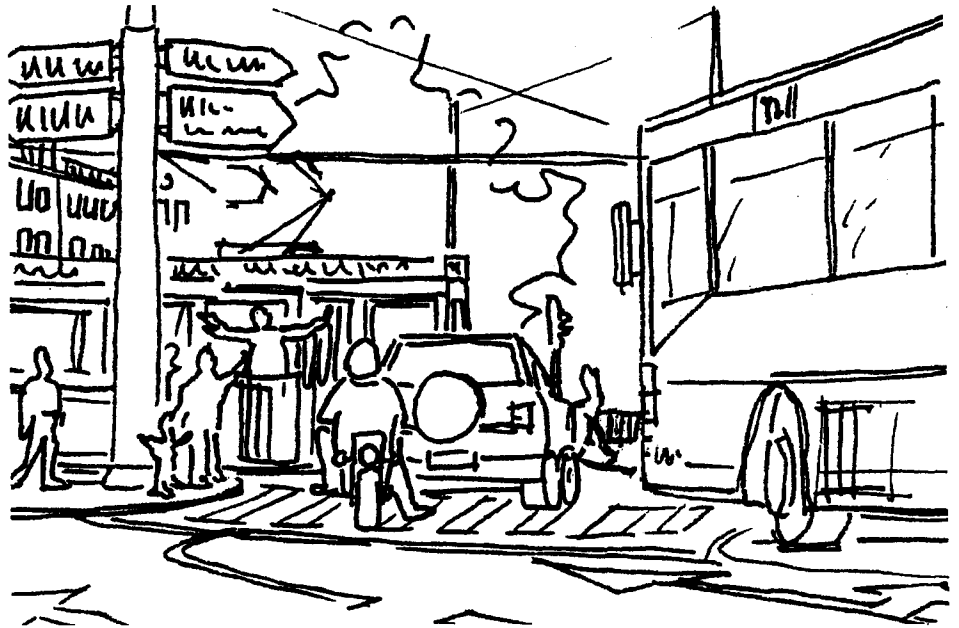


Beispiele. Im Umfeld von Fußgängerübergängen, die in einem schmalen Streifen hell beleuchtet sind, sind Fußgänger, die im Bereich vor oder vor allem hinter dem Übergang kreuzen, nachts kaum wahrnehmbar.

Massnahmen. Sicherheitsmassnahmen verbessern die Wahrnehmbarkeit anderer Verkehrsteilnehmer, z.B. durch gedämpftere Beleuchtung des Fußgängerstreifens.

8. Die Verkehrssituation ist zu komplex.

Situation. Die Verkehrsteilnehmenden sind durch die Komplexität der Situation überfordert.



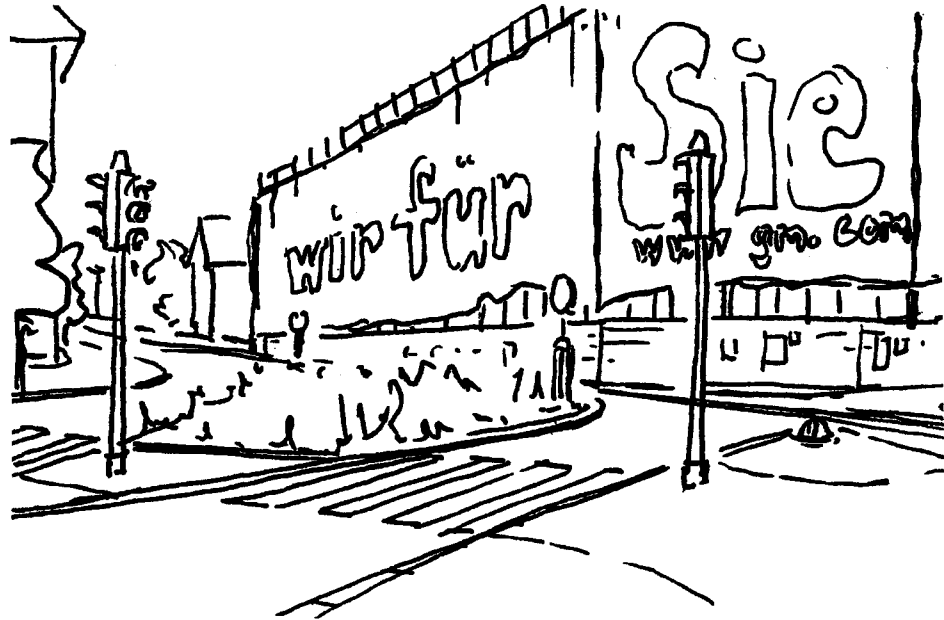
Beispiele. An einer Kreuzung wird ein Rotlicht von Ortsunkundigen nicht bemerkt, da sich die Lenker auf ein Orientierungsschild hinter der Lichtsignalanlage konzentrieren.

Ein Warnzeichen vor einer engen Kurve wird übersehen, weil an seinem Standort zu viel konkurrierende Information vorliegt.

Massnahmen. Die Situation wird vereinfacht und entflochten.

9. Von der Verkehrsumgebung gehen starke Reize aus, die nicht unmittelbar mit dem Verkehrsgeschehen in Zusammenhang stehen.

Situation. Die Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmenden wird vom Verkehrsgeschehen abgelenkt.



Beispiele. Flugzeuge fliegen tief über einer Strasse.
Am Strassenrand sind auffallende Plakate aufgestellt.

Massnahmen. Reize, die in Konkurrenz zum Verkehrsgeschehen stehen, werden eingedämmt. Dies gilt insbesondere für Strecken, welche die besondere Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmenden erfordern. Ist es nicht möglich, die Reize zu unterbinden, wird auf die Gefährdung deutlich hingewiesen.

10. Es bestehen Anreize für ein riskantes Verkehrsverhalten.

Situation. Die Verkehrsteilnehmenden gehen ein erhöhtes Risiko ein

Beispiele. Nach einer längeren kurvenreichen Strecke folgt ein kurzes gerades Strassenstück. Im Verlauf der Kurvenfahrt wächst die Bereitschaft, zum Überholen ein erhöhtes Risiko in Kauf zu nehmen.

Zwei Fahrstreifen vereinigen sich nach einer Lichtsignalanlage zu einem einzigen. Motorisierte Verkehrsteilnehmende beschleunigen, wenn das Signal auf Grün wechselt, um als erste in der Fahrbahn zu sein, und gefährden dadurch insbesondere Radfahrer.

Massnahmen. Der Anlass für riskantes Verhalten wird eliminiert, z.B. indem ein kurzes gerades Strassenstück nach einer langen kurvenreichen Strecke ebenfalls in eine Kurve umgewandelt wird.

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

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

- 1992 **Fehlerrechnung und Sensitivitätsanalyse für Fragen der Luftreinhaltung: Verkehr - Emissionen - Immissionen ***
(INFRAS)
- 1993 **Indikatoren im Fussgängerverkehr ***
(RAPP AG)1993
- 1993 **Velofahren in Fussgängerzonen***
(P. Ott)
- 1993 **Vernetztes bzw. ganzheitliches Denken bei Verkehrsvorhaben**
(Jauslin + Stebler, Rudolf Keller AG)
- 1993 **Untersuchung des Zusammenhanges von Verkehrs- und 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)
- 2000 **Sensitivitäten von Angebots- und Preisänderungen im Personenverkehr**
(Prognos AG)

- 2000 **Dephi-Umfrage Zukunft des Verkehrs in der Schweiz**
(P. Widmer / IPSO Sozial-, Marketing- und Personalforschung)
- 2000 **Der Wert der Zeit im Güterverkehr**
(Jenni + Gottardi AG)
- 2000 **Floating Car Data in der Verkehrsplanung**
(Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG + Rosenthaler + Partner AG)
- 2001 **Aktivitätenorientierte Personenverkehrsmodelle, Vorstudie**
(P. Widmer und K.W. Axhausen)
- 2001 **Zeitkostenansätze im Personenverkehr**
(G. Abay und K.W. Axhausen)
- 2001 **Véhicules électriques et nouvelles formes de mobilité**
(Transitec Ingénieurs-Conseils SA)
- 2001 **Besetzungsgrad von Personenwagen: Analyse von Bestimmungsgrößen und Beurteilung von Massnahmen zu dessen Erhöhung**
(RAPP AG Ingenieure + Planer)
- 2001 **Grobkonzept zum Aufbau einer multimodalen Verkehrsdatenbank**
(INFRAS)
- 2001 **Ermittlung der Gesamtleistungsfähigkeit (MIV + OEV) bei lichtsignalgeregelten Knoten**
(büro S-ce Simon-consulting-engineering)
- 2001 **Besteuerung von Autos mit einem Bonus/Malus-System im Kanton Tessin**
(U. Schwegler Büro für Verkehrsplanung)
- 2001 **GIS als Hilfsmittel in der Verkehrsplanung**
(büro widmer)
- 2001 **Umgestaltung von Strassen im Zuge von Erneuerungen**
(Infraconsult AG + Zeltner + Maurer AG)
- 2001 **Piloterhebung zum Dienstleistungsverkehr und zum Gütertransport mit Personswagen**
(Prognos AG, Emch+Berger AG, IVU Traffic Technologies AG)
- 2002 **Parkplatzbewirtschaftung bei publikumsintensiven Einrichtungen - Auswirkungsanalyse**
(Metron AG, Neosys AG, Hochschule Rapperswil)
- 2002 **Probleme bei der Einführung und Durchsetzung der im Transportwesen geltenden Umweltschutzbestimmungen; unter besonderer Berücksichtigung des Vollzugs beim Strassenverkehrslärm**
(B+S Ingenieur AG)
- 2002 **Planungsverfahren und Planungsinstrumente für angebotsorientierte Verkehrsplanung**
(Berz Hafner + Partner AG)
- 2002 **Potentielle Gefahrenstellen – Auswirkungen falscher Risikoeinschätzung**
(Basler&Hofmann)

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

Die Berichte können bezogen werden bei / Les rapports peuvent être commandés au:
SVI Sekretariat, c/o Jenni+Gottardi AG, Hornhaldenstrasse 9, 8802 Kilchberg
T: 01 716 10 89, F: 01 716 10 81; E-Mail: info@svi.ch; www.svi.ch