



SERFOR: Voranalyse «Self Explaining and Forgiving Roads»

**SERFOR: Étude préliminaire «Self Explaining and Forgiving
Roads»**

**SERFOR: Preliminary study «Self Explaining and Forgiving
Roads»**

bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung
Gianantonio Scaramuzza, Dipl. Ing. ETH
Sabine Degener, Dipl. Ing. TU Do
Roland Allenbach, Dipl. Ing. ETH

**Forschungsprojekt VSS 2012/311 auf Antrag des Schweizerischen
Verbands der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)**

Januar 2016

1550

Der Inhalt dieses Berichts verpflichtet nur den (die) vom Bundesamt für Strassen unterstützten Autor(en). Dies gilt nicht für das Formular 3 "Projektabschluss", welches die Meinung der Begleitkommission darstellt und deshalb nur diese verpflichtet.

Bezug: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Le contenu de ce rapport n'engage que les auteurs ayant obtenu l'appui de l'Office fédéral des routes. Cela ne s'applique pas au formulaire 3 « Clôture du projet », qui représente l'avis de la commission de suivi et qui n'engage que cette dernière.

Diffusion : Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

La responsabilità per il contenuto di questo rapporto spetta unicamente agli autori sostenuti dall'Ufficio federale delle strade. Tale indicazione non si applica al modulo 3 "conclusione del progetto", che esprime l'opinione della commissione d'accompagnamento e di cui risponde solo quest'ultima.

Ordinazione: Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (VSS)

The content of this report engages only the author(s) supported by the Federal Roads Office. This does not apply to Form 3 'Project Conclusion' which presents the view of the monitoring committee.

Distribution: Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

SERFOR: Voranalyse «Self Explaining and Forgiving Roads»

**SERFOR: Étude préliminaire «Self Explaining and Forgiving
Roads»**

**SERFOR: Preliminary study «Self Explaining and Forgiving
Roads»**

bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung
Gianantonio Scaramuzza, Dipl. Ing. ETH
Sabine Degener, Dipl. Ing. TU Do
Roland Allenbach, Dipl. Ing. ETH

**Forschungsprojekt VSS 2012/311 auf Antrag des Schweizerischen
Verbands der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS**

Januar 2016

1550

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Projektleitung

Gianantonio Scaramuzza

Mitglieder

Sabine Degener

Roland Allenbach

Federführende Fachkommission

Fachkommission 3: Verkehrstechnik

Begleitkommission

Präsident

Marco Ghielmetti

Mitglieder

Marion Doerfel

Eric Duc

Arnd König

Anja Simma

Jean-Marc Jeanneret

Antragsteller

Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Bezugsquelle

Das Dokument kann kostenlos von <http://www.mobilityplatform.ch> heruntergeladen werden.

Inhaltsverzeichnis

Impressum	4
Zusammenfassung	7
Résumé	9
Summary	11
1 Einleitung	13
1.1 Ausgangslage	13
1.2 Auftrag und Ziel	14
1.3 Einordnung der Thematik in das Strassenverkehrswesen	14
1.4 Aufbau des Berichts	17
2 Methodik	19
2.1 Literaturanalyse	19
2.2 Expertenworkshop und -gespräche	19
2.3 Exemplarische Zustandsanalyse bestehender Verkehrsanlagen	20
2.4 Exemplarische Zustandsanalyse VSS-Normen	20
2.5 Analyse des Unfallgeschehens	21
2.6 Analyse des Verhaltens	21
2.7 Zusammenhang Methoden und angestrebte Ziele	22
3 Stand der Forschung (Literaturanalyse)	23
3.1 «Self Explaining Roads»	23
3.1.1 Allgemein	23
3.1.2 Internationale Projekte	25
3.1.3 Fazit «Self Explaining Roads»	27
3.2 «Forgiving Roads»	27
3.2.1 Allgemein	27
3.2.2 Internationale Projekte	27
3.2.3 Fazit «Forgiving Roads»	29
4 Begriffsdefinition	31
4.1 Abgrenzung	31
4.2 Definition «Self Explaining Roads»	32
4.2.1 Synthese aus Literaturanalyse und Expertenworkshop	32
4.2.2 Begriffsdefinition «Self Explaining Roads»	32
4.3 Definition «Forgiving Roads»	33
4.3.1 Synthese aus Literaturanalyse und Expertenworkshop	33
4.3.2 Begriffsdefinition «Forgiving Roads»	34
5 Handlungsbedarf	35
5.1 Exemplarische Zustandsanalyse bestehender Verkehrsanlagen	35
5.1.1 «Self Explaining Roads»	35
5.1.2 «Forgiving Roads»	42
5.1.3 Fazit aus der exemplarischen Zustandsanalyse der Verkehrsanlagen	44
5.2 Exemplarische Zustandsanalyse VSS-Normen	44
5.2.1 Selbsterklärend? Beispiel VSS-Norm 640 214 «Entwurf des Strassenraums; Farbliche Gestaltung von Strassenoberflächen»	44
5.2.2 Fehlertolerant? Beispiel VSS-Norm 640 677 «Alleebäume; Grundlagen»	45
5.3 Analyse des Verhaltens	45
5.3.1 Einleitung	45
5.3.2 Geschwindigkeitsverhalten	45
5.3.3 Anhaltequote vor Fussgängerstreifen	47
5.4 Fazit	47

6	Exkurs Sicherheitsgewinn	49
6.1	Modell zur Ermittlung des Sicherheitsgewinns	49
6.2	Abschätzung	50
7	Forschungspaket SERFOR.....	51
7.1	Überblick	51
7.2	Pflichtenheft Forschungsprojekt FP1 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) – Grenzen und Möglichkeiten menschlichen Handelns in Bezug auf die Infrastruktur	52
7.2.1	Beschreibung Forschungspaket (Gesamtprojekt)	52
7.2.2	Ausgangslage	52
7.2.3	Zielsetzung.....	52
7.2.4	Forschungsgegenstand und Vorgehen.....	53
7.2.5	Methoden	53
7.2.6	Projektmanagement.....	54
7.3	Pflichtenheft Forschungsprojekt FP2 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) – Verkehrsteilnehmerspezifische Analyse und Handlungsbedarf an Knoten und Strecken(abschnitten) auf Innerortsstrassen	55
7.3.1	Beschreibung Forschungspaket (Gesamtprojekt)	55
7.3.2	Ausgangslage	55
7.3.3	Zielsetzung.....	56
7.3.4	Forschungsgegenstand und Vorgehen.....	57
7.3.5	Methoden	57
7.3.6	Projektmanagement.....	58
7.4	Pflichtenheft Forschungsprojekt FP3 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) – Verkehrsteilnehmerspezifische Analyse und Handlungsbedarf an Knoten und Strecken(abschnitten) auf Ausserortsstrassen	59
7.4.1	Beschreibung Forschungspaket (Gesamtprojekt)	59
7.4.2	Ausgangslage	59
7.4.3	Zielsetzung.....	60
7.4.4	Forschungsgegenstand und Vorgehen.....	60
7.4.5	Methoden	61
7.4.6	Projektmanagement.....	61
7.5	Pflichtenheft Forschungsprojekt FP4 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) – Koordination Forschungspaket, Massnahmenwirkung, Umsetzung und Synthese	62
7.5.1	Beschreibung Forschungspaket (Gesamtprojekt)	62
7.5.2	Zielsetzung.....	62
7.5.3	Projektmanagement.....	62
7.6	Gesamtkosten.....	63
8	Anhang.....	65
	Literaturverzeichnis.....	79
	Projektabschluss	83
	Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen	87

Zusammenfassung

Selbsterklärende Strassen wirken proaktiv (Fahrfehler vermeiden) und fehlerverzeihende Strassen reaktiv (Folgen von Fahrfehlern minimieren). Die Thematik der selbsterklärenden Strassen wurde international schon häufiger beforscht, im Gegensatz zu derjenigen der fehlertoleranten Strassen. Die Voranalyse «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) bezweckte, diesbezügliche Forschungsvorhaben in der Schweiz zu strukturieren, zu definieren und zu koordinieren.

Die Literaturanalyse zeigte, dass unter den Begriffen der selbsterklärenden und der fehlertoleranten Strasse längst nicht überall dasselbe verstanden wird. Zudem ist die Schweiz – angesichts der topografischen und landschaftlichen Rahmenbedingungen – kaum vergleichbar mit denjenigen Ländern, in denen die Philosophie der «Self Explaining and Forgiving Roads» entwickelt wurde. Ausserdem unterscheiden sich die Strassenverkehrsnetze auch hinsichtlich ihrer Innerorts- und Ausserortsanteile sowie des Unfallgeschehens. Die ausländischen Forschungsergebnisse sind also nicht in jeder Hinsicht direkt auf Schweizer Verhältnisse übertragbar.

In einer ersten Phase des Projekts musste deshalb für die Schweiz definiert werden, was unter der Philosophie «Self Explaining and Forgiving Roads» verstanden wird. Dies wurde mit einer gezielten Auswahl von Experten erarbeitet und Folgendes definiert:

- **«Self Explaining Roads»** zeichnen sich dadurch aus, dass alle Verkehrsteilnehmer anhand des Erscheinungsbilds (Strasse und Strassenraum) eindeutig erkennen können, welches Verhalten angemessen ist.
- **«Forgiving Roads»** zeichnen sich dadurch aus, dass sie den Prozess eines Unfallablaufs an der erstmöglichen Stufe der Schadensentstehung unterbrechen, wodurch schwere Folgen vermieden werden können.

Exemplarische Zustandsanalysen von bestehenden Verkehrsanlagen und VSS-Normen zeigten, dass ohne grösseren Aufwand Beispiele gefunden werden können, in denen die selbsterklärenden und fehlertoleranten Prinzipien nicht eingehalten sind. Expertengespräche – bilateral als auch anlässlich des eigens für diese Voranalyse durchgeführten Expertenworkshops – zeigten durchwegs, dass grosses Verbesserungspotenzial hinsichtlich der Umsetzung selbsterklärender und fehlertoleranter Prinzipien in Normen und Praxis besteht.

Theoretische Überlegungen führten ebenfalls zum Schluss, dass Handlungsbedarf besteht. So sind Strassen, auf denen beispielsweise die geltenden Höchstgeschwindigkeiten nicht eingehalten werden, die Anhaltequoten vor Fussgängerstreifen tief sind oder auf denen andere Regelverstösse stattfinden, offenkundig nicht selbsterklärend. Dies weil sie das erforderliche Verhalten beim Verkehrsteilnehmer nicht bewirken. Das generelle Unfallgeschehen zeigt zudem, dass viele Verkehrsanlagen nicht fehlertolerant sein können, und zwar weil sie nicht Fehler «verzeihen», sondern Unfällen «zulassen».

Unklar ist hingegen, wie gross das Ausmass dieser Defizite ist – d. h. welchen Anteil sie an der Verkehrs(un)sicherheit haben – und wie diese in der Schweiz generell ausgemerzt werden können. Deshalb wurde eine grobe Abschätzung des Sicherheitsgewinns durch «Self Explaining and Forgiving Roads» durchgeführt: Mit der Umsetzung dieser Philosophie könnte nochmals eine deutliche Erhöhung der Strassenverkehrssicherheit erreicht werden. Es darf erwartet werden, dass jedes Jahr mindestens 5 % der schweren Unfälle verhindert würden.

Das Unfallgeschehen auf Schweizer Strassen sowie der dargestellte – auf Literaturanalyse, Expertengesprächen, exemplarischen Zustandsanalysen von bestehenden Verkehrsanlagen und Normen basierende – Handlungsbedarf haben gezeigt, dass ein umfassendes – auf die Schweiz zugeschnittenes – Forschungspaket zur Thematik «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) nötig ist. Verschiedene Möglichkeiten zur Strukturierung wurden vorgeschlagen, geprüft und die Bestvariante ausgewählt.

Das vorgeschlagene Forschungspaket umfasst 4 Forschungsprojekte:

- FP1 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Grenzen und Möglichkeiten menschlichen Handelns in Bezug auf die Infrastruktur
- FP2 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Verkehrsteilnehmerspezifische Analyse und Handlungsbedarf an Knoten und Strecken(abschnitten) auf Innerortsstrassen
- FP3 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Verkehrsteilnehmerspezifische Analyse und Handlungsbedarf an Knoten und Strecken(abschnitten) auf Ausserortsstrassen
- FP4 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Koordination Forschungspaket, Massnahmenwirkung, Umsetzung und Synthese

Résumé

Les routes lisibles ont un effet proactif (éviter les erreurs de conduite) et les routes qui tolèrent les erreurs ont un effet réactif (minimiser les conséquences des erreurs de conduite). Les routes lisibles ont déjà souvent fait l'objet d'études internationales, contrairement aux routes qui tolèrent les erreurs. L'analyse préliminaire «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) avait pour objectif de structurer les travaux de recherche en Suisse, de les définir et de les coordonner.

L'analyse bibliographique a révélé que la compréhension des notions de route lisible et de route qui tolère les erreurs n'est pas univoque. De plus, vu ses spécificités topographiques et paysagères, la Suisse n'est pas comparable aux pays dans lesquels la philosophie des «Self Explaining and Forgiving Roads» a été développée. Par ailleurs, le réseau routier diffère aussi selon les secteurs en et hors localité et l'accidentalité. Les résultats des recherches faites à l'étranger ne sauraient donc être entièrement et directement transposés aux conditions qui prévalent en Suisse.

Dans une première phase du projet, il a donc fallu définir la philosophie des «Self Explaining and Forgiving Roads» telle qu'elle doit être comprise en Suisse. Un choix ciblé d'experts s'y est attelé et les définitions suivantes ont été établies:

- Les **«Self Explaining Roads»** se caractérisent par le fait qu'en se fondant sur l'apparence (route et espace routier), les usagers de la route peuvent clairement se rendre compte du comportement approprié.
- Les **«Forgiving Roads»** se caractérisent par le fait qu'elles interrompent le déroulement de l'accident au premier niveau possible de l'apparition de dommages, ce qui permet d'éviter des conséquences graves.

Des analyses de l'état d'infrastructures réalisées et de la théorie (normes VSS) ont révélé que des exemples qui ne respectent pas les principes de lisibilité et de tolérance sont faciles à trouver. Des discussions avec des experts, en tête à tête mais aussi dans des ateliers que nous avons organisés pour cette analyse préliminaire, ont montré qu'il existe un fort potentiel d'amélioration en ce qui concerne la mise en œuvre des principes de lisibilité et de tolérance aux erreurs dans les normes et dans la pratique.

Des réflexions théoriques ont aussi mené à la conclusion qu'il faut agir. Ainsi, des routes publiques sur lesquelles, par exemple, les vitesses maximales autorisées ne sont pas respectées, la disposition des conducteurs à s'arrêter devant les passages pour piétons est faible ou d'autres infractions sont commises ne sont à l'évidence pas lisibles car elles n'induisent pas le comportement requis des usagers de la route. De plus, l'accidentalité globale montre que de nombreuses infrastructures routières ne peuvent tolérer les erreurs car elles ne «pardonnent» pas les erreurs mais «autorisent» les accidents.

Par contre, on ne connaît pas l'ampleur de ces déficits ou, en d'autres termes, leur part dans la sécurité/l'insécurité routière et comment les éliminer en Suisse en général. Une évaluation sommaire du gain de sécurité apporté par les «Self Explaining and Forgiving Roads» a donc été effectuée: l'application de cette philosophie permettrait d'augmenter encore significativement la sécurité routière. On peut espérer que, chaque année, 5% des accidents graves pourraient être évités.

L'accidentalité sur les routes suisses ainsi que la nécessité d'agir explicitée au moyen de l'analyse bibliographique, des entretiens avec des experts, des analyses de l'état d'infrastructures existantes et des normes ont montré qu'un programme de recherche sur le thème des «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) est nécessaire. Différentes possibilités de structuration ont été proposées, examinées, et la meilleure variante a été choisie.

Le programme de recherche proposé comprend 4 projets de recherche:

- PR1 «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR): Limites et possibilités de l'intervention humaine en ce qui concerne l'infrastructure
- PR2 «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR): Analyse spécifique des usagers de la route et nécessité d'agir aux carrefours et tronçons sur des routes en localité
- PR3 «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR): Analyse spécifique des usagers de la route et nécessité d'agir aux carrefours et tronçons sur des routes hors localité
- PR4 «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR): Coordination, programme de recherche, effet des mesures, mise en œuvre et synthèse

Summary

Self-explaining roads work proactively (to avoid driving errors) and forgiving roads reactively (to minimise the consequences of driving errors). The topic of self-explaining roads has been researched internationally many times before, as opposed to forgiving roads. The purpose of the “Self-explaining and forgiving roads” (SERFOR) pre-analysis was to structure, define and coordinate the relevant research projects in Switzerland.

An analysis of the literature revealed that the terms “self-explaining” and “forgiving” are by no means understood to mean the same thing everywhere. In addition, given its topography and landscape parameters, Switzerland is hardly comparable to those countries in which the philosophy of “self-explaining and forgiving roads” was developed. The road networks also differ in terms of the proportion of built-up and non-built-up areas as well as in terms of the accident situation. Foreign research results are therefore not directly applicable to Swiss conditions in all respects.

Therefore, an initial stage of the project had to define what is understood in Switzerland by the philosophy of “self-explaining and forgiving roads”. This was worked out with a targeted selection of experts and the following definitions established:

- **“Self-explaining roads”** are distinguished by the fact that all road users can clearly see from their appearance (street and road space) what kind of behaviour is appropriate.
- **“Forgiving roads”** are distinguished by the fact that they interrupt the course of an accident sequence at the earliest possible stage of imminent damage, meaning that serious consequences can be avoided.

Exemplary status analyses of existing traffic installations and VSS standards indicated that, without any major outlay, examples can be found of self-explaining and forgiving principles not being respected. Expert discussions – bilateral as well as during the expert workshops conducted specifically for this preliminary analysis – consistently showed that there is significant room for improvement with regard to implementing self-explaining and forgiving principles in standards and in practice.

Theoretical considerations also led to the conclusion that action is needed. For example, it is obvious that roads where the speed limits in force are not respected, where stopping quotas at pedestrian crossings are low or any other rule violations are involved are not self-explaining. This is because they do not bring about the desired behaviour among road users. Accidents in general also reveal that many transport installations cannot be forgiving, precisely because they do not “forgive” mistakes but “allow” accidents.

In contrast, the extent of these deficits is unclear – i.e. their share of (the lack of) traffic safety – as is how they can generally be eliminated in Switzerland. A rough estimate of the gain in safety from “self-explaining and forgiving roads” was therefore carried out: implementing this philosophy could result in a further significant increase in road safety. It may be expected that at least 5% of serious accidents would be prevented every year.

The accident situation on Swiss roads and the need for action presented – based on an analysis of the literature, discussions with experts, exemplary status analyses of existing traffic installations and standards – have shown that a comprehensive research package tailored to suit Switzerland on the topic of “self-explaining and forgiving roads” (SERFOR) is needed. Different ways of structuring were proposed, evaluated and the best alternative was selected.

The research package proposed includes 4 research projects:

- RP1 on “self-explaining and forgiving roads” (SERFOR):
Limits and possibilities of human action in relation to infrastructure
- RP2 on “self-explaining and forgiving roads” (SERFOR):
Road user-specific analysis and need for action at junctions and stretches of road in built-up areas
- RP3 on “self-explaining and forgiving roads” (SERFOR):
Road user-specific analysis and need for action at junctions and stretches of road on rural roads
- RP4 on “self-explaining and forgiving roads” (SERFOR):
Coordination of research package, effectiveness of measures, implementation and synthesis

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Die Verkehrssicherheit hat sich in den vergangenen Dekaden markant verbessert. So waren Anfang 70er-Jahre des letzten Jahrhunderts noch mehr als 1700 Getötete, über 18 000 Schwerverletzte und mehr als 18 000 Leichtverletzte im Strassenverkehr zu verzeichnen. Im Jahr 2014 zählte man auf Schweizer Strassen noch 243 Getötete (–86 %), 4043 Schwerverletzte (–78 %) und 17 478 Leichtverletzte (–5 %). Dies obwohl sich die Verkehrsleistungen in diesem Zeitraum mehr als verdoppelt haben. Auffällig ist, dass es vor allem die Anzahl der Schwerverletzten und Getöteten ist, die eine bemerkenswerte Reduktion erfahren hat. Die Anzahl der Leichtverletzten blieb hingegen nahezu unverändert. Es hat sich also insbesondere die Schwere der Strassenverkehrsunfälle verringert, hingegen kaum die Anzahl Unfälle.

Trotz der sehr positiven Entwicklung stellt das Unfallgeschehen auf Schweizer Strassen nach wie vor eine grosse Belastung für die Gesellschaft dar. Deshalb drängt sich die Frage auf, ob es akzeptabel ist, dass die Gesellschaft ein technisches System betreibt, das jährlich Zehntausende von Unfällen verursacht bzw. zulässt und wöchentlich 5 Todesopfer fordert. Oder wirtschaftlich ausgedrückt: Kann oder soll sich die Schweizerische Gesellschaft einen Strassenverkehr leisten, der jährlich 10 Mia. volkswirtschaftlichen Schaden verursacht [1]?

Die Politik hat sich in dieser Hinsicht deutlich geäussert. Mit der Verabschiedung des Handlungsprogrammes Via sicura hat sich der Bund zu einer Erhöhung der Verkehrssicherheit bekannt. Konkret schlägt sich Via sicura insbesondere im Schweizerischen Strassenverkehrsgesetz (SVG) nieder. Für die Infrastruktur ist in dieser Hinsicht Artikel 6a relevant¹. Danach ist der Strasseneigentümer verpflichtet, eine sicherheitstechnisch optimale Infrastruktur bereitzustellen und zu betreiben.

Dazu steht in Via sicura [2] u. a.:

- «Sie [Die Verkehrsteilnehmenden] müssen verstärkt zu sicherem Verhalten befähigt und veranlasst werden. Es ist jedoch eine unabänderliche Tatsache, dass Menschen Fehler machen, ...
- Deshalb müssen ... die Behörden ... das Strassenverkehrssystem so gestalten, dass nicht vermiedene Fehler möglichst keine fatalen Folgen haben».

Befähigung wird nicht nur durch edukative Massnahmen sichergestellt. Ebenso muss ein technisches System wie beispielsweise das Strassenverkehrssystem derart ausgestaltet sein, dass es die Anwender intuitiv in korrekter Art und Weise bedienen. Es muss also gewissermassen **selbsterklärend** sein.

Keine fatalen Folgen zulassen bedeutet für ein technisches System, dass es **fehlertolerant** sein muss.

¹ Strassenverkehrsgesetz (SVG): Art. 6a

Sicherheit der Strasseninfrastruktur

¹ Bund, Kantone und Gemeinden tragen bei Planung, Bau, Unterhalt und Betrieb der Strasseninfrastruktur den Anliegen der Verkehrssicherheit angemessene Rechnung.

² Der Bund erlässt in Zusammenarbeit mit den Kantonen Vorschriften über die bauliche Ausgestaltung von Fussgängerstreifen.

³ Bund, Kantone und Gemeinden analysieren ihr Strassennetz auf Unfallschwerpunkte und Gefahrenstellen und erarbeiten eine Planung zu deren Behebung.

⁴ Bund und Kantone ernennen eine für den Verkehrssicherheitsbereich verantwortliche Ansprechperson (Sicherheitsbeauftragter).

Ein «selbsterklärendes und fehlertolerantes Strassensystem» ist also implizit im Verkehrssicherheits-Handlungsprogramm Via sicura verankert.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die konsequente Umsetzung von Good-Practice-Lösungen im Infrastrukturbereich ein zentrales Element erfolgreicher nationaler Verkehrssicherheitsstrategien ist, wie die Beispiele Niederlande (Sustainable Safety, «Forgiving Roadsides») oder Schweden (Safe System Approach, Vision Zero) beweisen. Die Schweiz hat mit dem nationalen Verkehrssicherheitsprogramm Via sicura einen weiteren, wichtigen Schritt in diese Richtung gemacht. Die Strasseneigentümer werden mit Via sicura verpflichtet, bei Planung, Bau, Unterhalt und Betrieb der Strasseninfrastruktur den Anliegen der Sicherheit angemessene Rechnung zu tragen. Auf Initiative des Bundesamtes für Strassen ASTRA wurden konkrete Analyse- und Planungsinstrumente (ISSI) entwickelt und die lokal Verantwortlichen Behörden sind geschult worden. Damit sind grundlegende Voraussetzungen für die Schaffung einer sicheren Strasseninfrastruktur gegeben.

1.2 Auftrag und Ziel

Im September 2012 publizierten der VSS und der SVI gemeinsam eine Einladung zur Ausfertigung eines Forschungsgesuchs zum Thema «Self Explaining and Forgiving Roads». Die bfu als Auftragnehmerin hatte mit der vorliegenden Arbeit "SERFOR²: Voranalyse «Self Explaining and Forgiving Roads»" folgende Tätigkeiten auszuführen bzw. folgende Teilziele zu erreichen:

1. Literatursynthese
2. Klären und Präzisieren der Begriffsdefinitionen «Self Explaining Roads» und «Forgiving Roads»
3. Exemplarische Analyse von Schweizer Normen und Strassen hinsichtlich der Berücksichtigung des Ansatzes «Self Explaining and Forgiving Roads».
4. Ableiten und Aufzeigen des Handlungsbedarfs
5. Definition und Strukturierung eines Forschungspaketes, welches die gesamte Problematik der selbsterklärenden und fehlerverzeihenden Strasse umfasst.
6. Erstellung von Pflichtenheften und Kostenschätzungen der einzelnen Teilprojekte des Forschungspaketes als wesentlicher Bestandteil der Voranalyse.
7. Skizzieren von Möglichkeiten für die Umsetzung dieser Sicherheitsphilosophien in der Schweiz

Dabei war sicherzustellen, dass die Nutzungsansprüche aller Verkehrsteilnehmer sowie der Eigenheiten der verschiedenen Strassentypen und Ortslagen berücksichtigt werden.

1.3 Einordnung der Thematik in das Strassenverkehrswesen

Aus **ergonomischer Sicht (Human Factors)** lässt sich das Bedienen einer Maschine als Kreislauf darstellen. Die Maschine befindet sich zu einem bestimmten Zeitpunkt in einem bestimmten Ausgangszustand in einem definierten Umfeld. Über die Sinnesorgane nimmt die bedienende Person die relevanten Informationen sowohl von der Maschine als auch vom Umfeld auf (Informationsaufnahme) [3]. Im folgenden Schritt verarbeitet die Person die aufgenommenen Informationen und entscheidet, welche Handlung zur weiteren Bedienung der Maschine auszuführen ist (kognitiver Prozess). Schliesslich führt die Person die Handlung aus (motorische Umsetzung). Dadurch gelangt die Maschine in einen neuen Ausgangszustand mit entsprechend neuen, zu verarbeitenden Informationen (vgl. dazu [3]). Die Maschine wird über eine sogenannte Mensch-Maschine-Schnittstelle gesteuert. Diese Schnittstelle ermöglicht das Beobachten der Zustände der Maschine und das Eingreifen in den Prozess.

² «SElfexplaining Roads and FOrgiving Roads»

Das Lenken eines Fahrzeugs entspricht genau diesem Modell. Der Lenker eines Fahrzeugs (Maschine) nimmt die nötigen Informationen zu Strassenraum, Verkehrsablauf, Geschwindigkeit und Position des Fahrzeugs auf. Dabei erfasst er die relevanten Informationen grösstenteils visuell, also über das Auge³. Anschliessend kann der Lenker adäquate Entscheide fällen. Die Menge an beanspruchten kognitiven Ressourcen hängt dabei von der Komplexität und der Vertrautheit des Lenkers mit konkreten Situationen ab. Bei bekannten Situationen sind weniger kognitive Ressourcen nötig, da er unbewusst auf ein Reaktionsmuster zurückgreifen kann. Dieses hat er sich aufgrund wiederholter Gegenüberstellung mit analogen Situationen aufgebaut. Schliesslich setzt der Lenker die getroffenen Entscheide motorisch mit den Händen (Lenkrad, Bedienungsinstrumente) und mit den Füssen (Pedale) um.

Aus diesen Ausführungen lässt sich das bekannte System «Strassenverkehr» herleiten. Es basiert im Wesentlichen aus 3 Komponenten, die sich gegenseitig beeinflussen:

1. Der Mensch (Verkehrsteilnehmer)
2. Das Umfeld (Strasse, Strassenraum)
3. Die Maschine (Fahrzeug)

Die mittels des Human-Factors-Modells erläuterte, gegenseitige Beeinflussung dieser 3 Komponenten wird in der Literatur oft wie folgt (**Abb.1**) dargestellt:

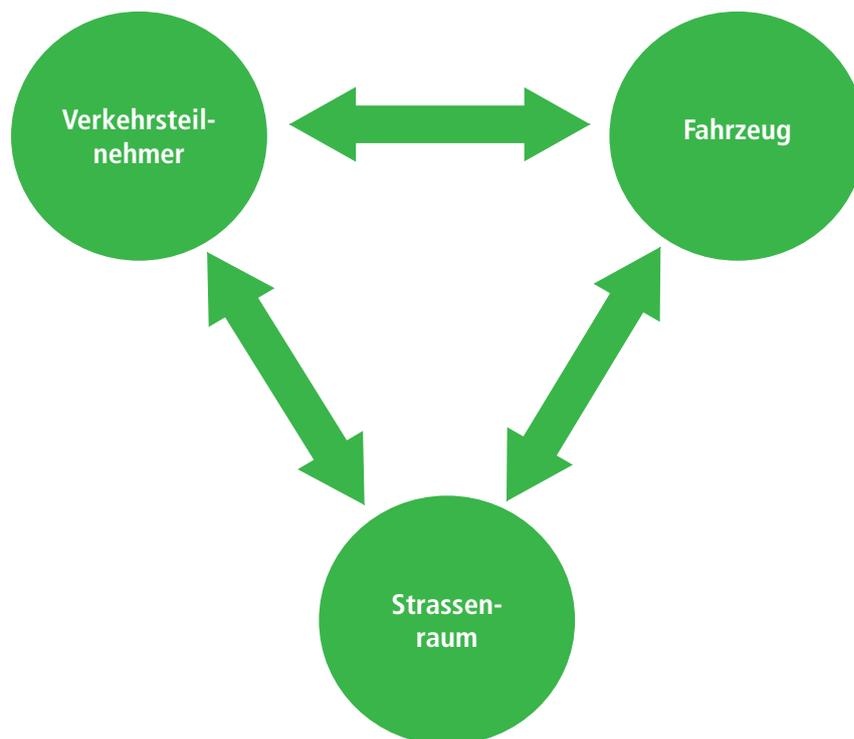


Abb.1 Epidemiologisches Interaktionsmodell im Strassenverkehr

Eine störungsfreie Abwicklung des Strassenverkehrs bedingt demnach, dass alle 3 Komponenten optimal ausgebildet sind:

Der **Verkehrsteilnehmer** muss über eine optimale Risikokompetenz verfügen. Er muss in der Lage sein, potenzielle Gefahren frühzeitig wahrzunehmen, die Gefährlichkeit einer

³ Diese Feststellung erscheint plausibel und in der Literatur wird dieser Anteil wiederholt mit 90 % beziffert. Interessant ist indes, dass gesicherte Erkenntnisse über das exakte Ausmass dieses Anteils fehlen. In der Tat konnte Sivak (1996) keine empirische Quelle für diese Aussagen ausfindig machen [4].

Situation korrekt zu beurteilen, situationsgerecht zu entscheiden und schliesslich zielgerecht zu handeln (vgl. dazu [5]). Der Fussgänger nimmt dabei in diesem Modell eine Sonderstellung ein, denn er bedient ja nicht eine Maschine, wenn er sich im Strassenraum bewegt. Sein Verhalten wird ausschliesslich intrinsisch und durch das Umfeld beeinflusst.

Ein **Fahrzeug** muss einerseits die Kriterien der aktiven Sicherheit erfüllen, d. h. Vorrichtungen aufweisen, die dazu beitragen, Unfälle zu vermeiden. Dazu gehören beispielsweise das ABS (Anti-Blockier-System) oder viele Fahrzeug-Assistenzsysteme, wie beispielsweise ESC (Electronic Stability Control). Andererseits muss ein Fahrzeug aber auch den Anforderungen der passiven Sicherheit genügen, d. h. Vorrichtungen aufweisen, welche die Unfallfolgen abmildern. Dazu gehören unter anderem Sicherheitsgurte oder Airbags.

Genauso wie das Fahrzeug muss auch die **Strasseninfrastruktur** derart ausgestaltet sein, dass sie einerseits dem Verkehrsteilnehmer ermöglicht, sich die korrekten Informationen zu beschaffen (aktive Sicherheit) bzw. die Unfallfolgen einzudämmen (passive Sicherheit).

So genügt es also beispielsweise nicht, dass ein Strassenraum mustergültig ausgestaltet ist und das darauf fahrende Fahrzeug den aktuell anerkannten Sicherheitskriterien entspricht, wenn andererseits ein Lenker in angetrunkenem Zustand fährt. Desgleichen wenn ein risikokompetenter Lenker auf einer tadellos gestalteten Strasse fährt, sein Fahrzeug jedoch die Sicherheitsnormen nicht erfüllt. Schliesslich ist es der Verkehrssicherheit genauso abträglich, wenn ein risikokompetenter Lenker mit einem einwandfreien Fahrzeug auf einer Strasse fährt, aus der nicht die korrekten Informationen abgelesen werden können bzw. auf welcher sich Fehler fatal auswirken können. Genau in diesem letzten Fall greift der Grundsatz der selbsterklärenden bzw. der fehlertoleranten Strasse.

Ein entsprechender Blick auf Studien zu Unfallursachen fördert recht eindeutige Resultate zu Tage. Stellvertretend seien zwei Einzelstudien sowie zwei Literaturreviews zitiert. Schon 1979 kam eine In-Depth-Analyse der U.S. National Highway Traffic Safety Administration NHTSA [6] zum Schluss, dass 92,6 % aller Strassenverkehrsunfälle auf menschliches Versagen zurückzuführen waren. Dieselbe NHTSA gelangt in ihrem Report von 2008 nochmals zum Schluss, bei über 90 % der Verkehrsunfälle menschliches Versagen im Spiel ist. Auch eine grossangelegte Literaturstudie aus Australien [7] zeigt, dass bei 75 % aller Strassenverkehrsunfälle menschliches Versagen eine Mitursache ist, dass aber wenig Forschungsergebnisse in Sachen Fehlverhalten von Verkehrsteilnehmern vorhanden sind. Schliesslich sei auf einen Artikel des Centers For Internet and Society der Stanford Law School hingewiesen. In einem kleinen Literatur-Review aus dem Jahre 2013 werden darin 15 Studien zitiert, welche allesamt ebenfalls einen Anteil von über 90 % menschlichen Versagens bei Strassenverkehrsunfällen ausweisen.

Angesichts dieser Resultate stellt sich zwangsläufig die Frage, welche der 3 Komponenten aus Sicht der Prävention sinnvollerweise angegangen werden sollen. Vordergründig drängt es sich auf, Massnahmen zu ergreifen, die auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmer abzielen. Vergewagt man sich allerdings das Schema in **Abb. 1**, und zwar insbesondere die Tatsache, dass sich Mensch, Maschine und Umwelt (Verkehrsteilnehmer, Fahrzeug und Strassenraum) gegenseitig beeinflussen, erscheint diese Schlussfolgerung nicht mehr so eindeutig. Wohl kann ein Mensch (Verkehrsteilnehmer) sich ungeachtet des Fahrzeugs bzw. des Strassenraums falsch verhalten (z. B. übermässiger Alkoholkonsum vor einer Fahrt). Ebenso kann aber auch der Mensch (Lenker) aus ergonomischen Gründen – also wenn beispielsweise der Strassenraum falsche Signale aussendet – zu einem Fehlverhalten veranlasst werden. Genauso ist es möglich, dass sich ein Mensch zwar angurtet, im Falle eines Fehlers jedoch trotzdem gravierende Unfallfolgen ertragen muss – beispielsweise bei einem Schleuder-/Selbstunfall mit anschliessendem Absturz über eine steile Böschung.

In der Konsequenz des Mensch-/Maschine-/Umweltsystems muss also der Strassenraum derart aus ergonomischer Sicht ausgestaltet sein, dass Verkehrsteilnehmer daraus Informationen ablesen können, die es Ihnen ermöglichen, adäquate Entscheidungen zu treffen. Desgleichen muss ein Strassenraum auch derart ausgestaltet sein, dass Fehler eines Verkehrsteilnehmers sich nicht folgens schwer auswirken.

Aus diesen Erläuterungen folgt, dass ein selbsterklärender und fehlertoleranter Strassenraum eine notwendige, jedoch nicht hinreichende Voraussetzung, für einen einwandfreien und insbesondere sicheren Verkehrsablauf darstellt.

Durch Berücksichtigung von selbsterklärenden und fehlertoleranten Prinzipien beim Planen, Projektieren und Bauen von Strassenräumen wird sichergestellt, dass im epidemiologischen Interaktionsmodell (**Abb.1**) der Teil «Strassenraum» einwandfrei ausgebildet ist.

Daraus folgt, dass die Funktion eines selbsterklärenden und fehlertoleranten Strassenraums im epidemiologischen Wirkungsmodell dahingehend zu verstehen ist, dass er gewissermassen denjenigen Teil-Pfeil darstellt, der von der System-Komponente «Strassenraum» in Richtung der Systemkomponente «Verkehrsteilnehmer» zeigt (**Abb.2**).

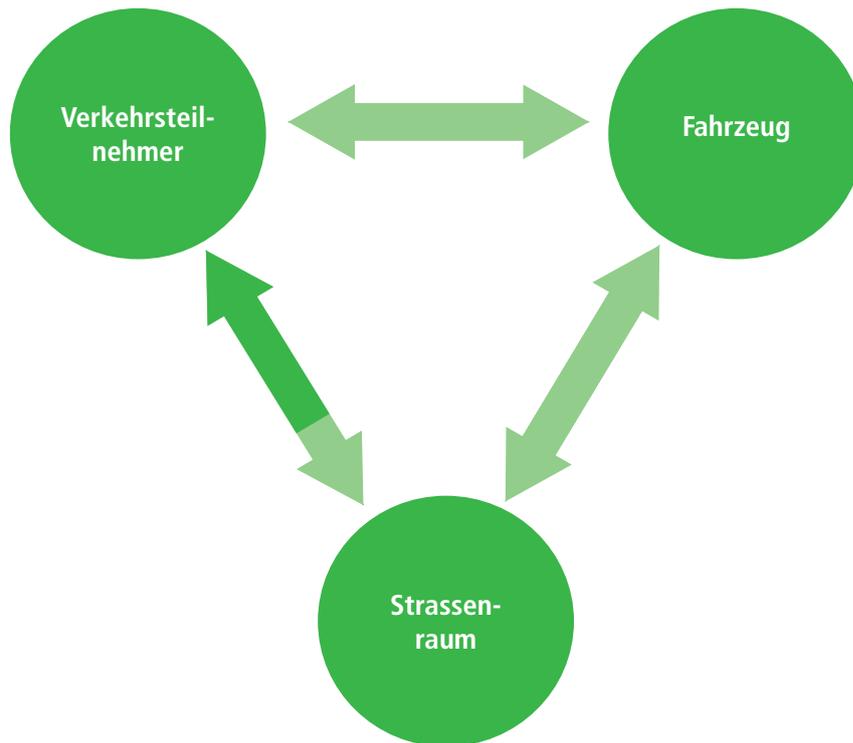


Abb.2 Funktion einer selbsterklärenden und fehlertoleranten Strasse im epidemiologischen Interaktionsmodell im Strassenverkehr

1.4 Aufbau des Berichts

Das Vorgehen in diesem Projekt widerspiegelt sich im vorliegenden Bericht. In einem ersten Schritt wurde die Untersuchungsmethodik (Kapitel 1) festgelegt. Basierend darauf wurde eine Literaturanalyse (Kapitel 3) durchgeführt und die Begriffe «Self Explaining Roads» und «Forgiving Roads» definiert (Kapitel 0). Untermuert wurden diese Arbeiten durch Expertengespräche und -workshops, exemplarischen Analysen der Strassen bzw. VSS-Normen und schliesslich mit Hilfe dieser Methoden der Handlungsbedarf eruiert (Kapitel 0). Der Sicherheitsgewinn wurde nachgewiesen (Kapitel 0) und als zentrales Ergebnis aus all diesen Erkenntnissen ein Forschungspaket geschnürt, welches die Fragestellungen rund um die Thematik umfassend analysieren könnte (Kapitel 7). Im Anhang finden sich zudem ergänzende Bemerkungen zum Expertenworkshop sowie zusätzliche Informationen zu den Begrifflichkeiten.

2 Methodik

Wenngleich die Thematik der «Self Explaining and Forgiving Roads» im Ausland schon intensiv beforscht wurde, so ist sie für die Schweiz neuartig. Es finden sich kaum spezifische Forschungen und die Begriffe sind für hiesige Verhältnisse nicht definiert. Insbesondere fehlt eine systematische Zusammenstellung von Erkenntnissen und Wissenslücken zu diesen Philosophien.

Aus diesen Gründen, aber auch aus der Ableitung der Zielsetzungen ergibt sich, dass zur Erstellung dieser Voranalyse, Erkenntnisse auf verschiedenste Art und Weise, d. h. mit verschiedensten Methoden generiert werden mussten. Die verschiedenen angewendeten Methoden sind in der Folge erläutert. Dabei zeigte es sich, dass die meisten Methoden für mehrere Ziele verwendet werden konnten. Eine tabellarische Übersicht über den Zusammenhang von verwendeten Methoden und angestrebten Zielen findet sich in Kapitel 2.7.

2.1 Literaturanalyse

Zweck

Selbstredend eignet sich eine Literaturanalyse in erster Linie dafür, den aktuellen internationalen Stand der Forschung aufzuzeigen.

Die Literaturanalyse zeigte ausserdem, dass unter den Begriffen der selbsterklärenden Strassen sowie der fehlertoleranten Strassen längst nicht überall dasselbe verstanden wird. Eine Analyse der verschiedenen Begriffsdefinitionen diente deshalb als Basis für die Begriffsbildung und der Festlegung der Philosophie, wie sie in der Schweiz verstanden werden soll. Darauf aufbauend liessen sich die Begriffe und die Philosophie der «Self Explaining and Forgiving Roads» gegenüber anderen, verwandten Philosophien abgrenzen bzw. die Begriffsverwandtschaft zu bereits bestehenden Prinzipien aufzeigen. Schliesslich wurde davon ausgegangen, in der Literatur Hinweise zur Abschätzung des Sicherheitsgewinns zu finden.

Vorgehen

Die Thematik der «Self Explaining and Forgiving Roads» ist seit den 1990er-Jahren im Ausland schon ausgiebig beforscht worden. Deshalb wurden, ausgehend von den Publikationen im Rahmen des EU Rahmenprogramms «ERA net Road» (6th EU Framework Programme), weitgehend alle damit verbundenen und zitierten Quellen analysiert. Darüber hinaus wurden das Journal «Accident Analysis and Prevention» sowie die Datenbank «Transport» durchsucht. Publikationen zu den begriffsverwandten Themen wurden über die hauseigene bfu-Bibliothek sowie über Google bzw. Google-Scholar ermittelt. Ergänzt wurde die Literatur zudem mit Angaben aus der Begleitgruppe (v. a. Literatur in französischer Sprache).

2.2 Expertenworkshop und -gespräche

Zweck

Die Schweiz ist – angesichts der topografischen und landschaftlichen Rahmenbedingungen – kaum vergleichbar mit denjenigen Ländern, in denen die Philosophie der «Self Explaining and Forgiving Roads» entwickelt wurde. Zudem unterscheiden sich die Strassenverkehrsnetze hinsichtlich ihrer Innerorts- und Ausserortsanteile sowie des Unfallgeschehens. Die ausländischen Forschungsergebnisse sind also nicht direkt in jeder Hinsicht auf Schweizer Verhältnisse übertragbar. Aus diesem Grund wurde beschlossen, grundlegende Aspekte mit einer gezielten Auswahl von Experten (in einem Workshop bzw. bilateral) zu erläutern.

Expertenworkshop⁴ und Expertengespräche betrafen folgende Themen:

- Begriffsdefinition «Self Explaining Roads»: Inhalt, Anpassung an Schweizer Verhältnisse, Abgrenzung
- Begriffsdefinition «Forgiving Roads»: Inhalt, Anpassung an Schweizer Verhältnisse, Abgrenzung
- Ausweisung des Handlungsbedarfs: Vorgehen/Herleitung
- Formulieren von Bedürfnissen (Forschungsfragen)
- Definieren möglicher Forschungsfelder: Vorgehen/Herleitung

Die Resultate/Erkenntnisse aus dem Expertenworkshop und den Expertengesprächen flossen direkt in die jeweiligen Themen (Begriffsdefinition und Handlungsbedarf) ein. Im Anhang (Kapitel 8.0) finden sich zudem ergänzende Bemerkungen zum Expertenworkshop.

Vorgehen

Die insgesamt rund 10 Expert/innen vertraten folgende Institutionen:

- Bundesamt für Strassen (ASTRA)
- Kantonales Tiefbauamt
- Stadtpolizei
- Privates Verkehrsingenieurbüro
- bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung

2.3 Exemplarische Zustandsanalyse bestehender Verkehrsanlagen

Zweck

Primäres Ziel dieser Zustandsanalyse war es, anhand konkreter Beispiele den Handlungsbedarf bei bestehenden Verkehrsanlagen exemplarisch aufzuzeigen. Darüber hinaus konnten Hinweise für die Handlungsfelder bzw. Inhalte des Forschungspaketes gewonnen werden.

Vorgehen

Beispiele von problematischen Anlagen hinsichtlich der Thematik «selbsterklärende und fehlertolerante Strasse» wurden auf Grund von Hinweisen von Verkehrssicherheits-Fachleuten aufgesucht. Dabei wurde eine möglichst breite thematische Fächerung angestrebt. Die Feldbeobachtung beschränkte sich dabei auf ein Gebiet in der Deutschschweiz (ca. 1000 km²). Insgesamt wurden rund 30 Situationen beurteilt.

2.4 Exemplarische Zustandsanalyse VSS-Normen

Zweck

Analog zur Zustandsanalyse bestehender Verkehrsanlagen, war das Ziel der exemplarischen VSS-Normen-Analyse, den Handlungsbedarf anhand konkreter Beispiele aufzuzeigen.

Vorgehen

Angesichts der für das vorliegende Projekt festgelegten Ressourcen konnte keine Analyse sämtlicher VSS-Normen erfolgen. Deshalb beschränkte sich diese Methode darauf, 2 Beispiele im VSS-Normenwerk aufzuzeigen. Eine generelle Suche im Normenwerk nach den

⁴ Im Expertenworkshop wurde zu jeder Thematik eine Gruppendiskussion geführt. Hinsichtlich der Begriffsdefinitionen wurden die Teilnehmenden nach eingehender Diskussion individuell aufgefordert, eine mögliche Definition der Begriffe der selbsterklärenden Strasse und der fehlertoleranten Strasse vorzuschlagen.

beiden Begriffen «selbsterklärend bzw. aktiv» sowie «fehlertolerant bzw. passiv» wurde zwar ebenfalls durchgeführt, lieferte dagegen erwartungsgemäss kaum brauchbare Resultate.

2.5 Analyse des Unfallgeschehens

Zweck

Die generelle Problematik des Unfallgeschehens auf Schweizer Strassen konnte damit dargestellt, nicht aber der spezifische Handlungsbedarf in Sachen «Self Explaining and Forgiving Roads». Die Unfallanalyse diente in erster Linie zur Konkretisierung des Forschungspaketes bzw. der Forschungsprojekte. (Die anfängliche Fokussierung auf das Unfallgeschehen zur Herleitung des Handlungsbedarfs erwies sich nicht als zielführend. Sie wird deshalb im vorliegenden Bericht nicht im Detail dargestellt.)

Vorgehen

Die Daten der polizeilich registrierten Strassenverkehrsunfälle wurden analysiert. z. B. wurde das Unfallgeschehen an Knoten innerorts sowie auf der freien Strecke (innerorts und ausserorts) näher betrachtet. Dabei wurden insbesondere die verschiedenen Verkehrsteilnehmergruppen (Personenwagen, Motorrad, Fahrrad, Fussgänger) hinsichtlich der Zielsetzung und der Konstruktion des Forschungspaketes spezifisch analysiert.

2.6 Analyse des Verhaltens

Zweck

Zentrales Ziel einer selbsterklärenden Verkehrsanlage ist es, Verkehrsteilnehmer zu einem intuitiv korrekten Verhalten zu veranlassen. Wären also bei Verkehrsanlagen die selbsterklärenden Prinzipien erfüllt, dürfte daraus streng genommen kein unangepasstes Verhalten resultieren. Unangepasstes Verhalten kann hingegen als Indiz für das Nichtvorhandensein von «Self Explaining Roads» gewertet werden.

Vorgehen

Anhand zweier Beispiele von Verhaltensanalysen (Geschwindigkeitsverhalten, Anhaltequoten vor Fussgängerstreifen) wurde aufgezeigt, dass die selbsterklärenden Prinzipien bei weitem nicht bei allen Verkehrsanlagen umgesetzt sind. Die Daten der Geschwindigkeitserhebungen vom Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) der ETH Zürich sowie (Befragungs-)Daten der bfu und des BFS wurden dazu analysiert.

2.7 Zusammenhang Methoden und angestrebte Ziele

Die vorgängig beschriebenen Methoden dienen zur Erreichung der mit der vorliegenden Forschung angestrebten Ziele. Nachfolgende **Tab. 1** zeigt deren Zusammenhang.

Tab. 1 Zusammenhang Methoden und angestrebte Ziele

Ziele	Methoden					
	Literatur-analyse	Experten-workshop/-gespräche	Zustands-analyse Verkehrs-anlagen	Zustands-analyse VSS-Normen	Analyse Unfall-geschehen	Analyse Verhalten
Literatur-synthese	++	+	0	0	0	0
Begriffs-definitionen	++	+	0	0	0	0
Exemplarische Analyse Strassen	0	+	++	0	0	0
Exemplarische Analyse Normen	0	+	0	++	0	0
Handlungs-bedarf	+	++	++	++	+	+
Definition Forschungspaket	+	+	+	+	+	+
Umsetzung Philosophien	+	++	+	+	0	0

++ gut geeignet + geeignet 0 nicht geeignet

3 Stand der Forschung (Literaturanalyse)

3.1 «Self Explaining Roads»

3.1.1 Allgemein

Ursprünge des Begriffs

Der Ausdruck «Self Explaining Roads» wurde in der Literatur erstmals in den 1990er-Jahren benutzt. Des Öfteren wird auch der Begriff «Self Explanatory Roads» verwendet.

1992 veröffentlichte TNO (the Netherlands Organisation for Applied Scientific Research) einen Bericht für das niederländische Verkehrsministerium mit dem Titel «Begrijpelijkheid van de weg», was mit «Self Explaining Roads/Selbsterklärende Strassen» [8] übersetzt wurde. Nachfolgende niederländische Publikationen benutzten den englischen Ausdruck «selfexplaining» – z. B. [9,10] – während im deutschen Artikel von Matena und Weber [11] die wörtliche Übersetzung «selbsterklärende Strasse» benutzt wurde.

Theeuwes und Godthelp [12] beschreiben die Bedeutung von «selbsterklärenden Strassen» als eine Bereitstellung einer Verkehrsumgebung, die «ein sicheres Verhalten einfach durch ihre Gestaltung hervorruft.»

Bei dieser Idee stehen zwei psychologische Prozesse im Vordergrund:

1. Kategorisierung und
2. Erwartung.

Theeuwes und Godthelp schlagen im gleichen Artikel [12, S. 57] vor: «... durch Erfahrung der Verkehrsteilnehmer wird eine prototypische Darstellung in Bezug auf verschiedene Arten von Strassen entwickelt. Wenn das Aussehen einer bestimmten Strassenumgebung homogen und physikalisch verschieden von anderen Arten von Strassenumgebungen ist, wird angenommen, dass eine prototypische Darstellung leicht zu entwickeln ist.» Sie weisen zudem darauf hin, dass «Unzureichende Kategorisierung gefährlich ist, weil die unzureichende Kategorisierung unzureichende Erwartungen induziert» [12, S. 58].

Theeuwes [13, S. 142] betont die Bedeutung der «Top Down Erwartungen». Er argumentiert, dass «es klar sei, dass extrem gefährliche Situationen auftreten können, wenn die Gestaltung der Verkehrsumgebung falsche Erwartungen in Bezug auf die räumliche Anordnung der Objekte in der Örtlichkeit induziert... weil Erwartungen eine so wichtige Rolle spielen, ist es von entscheidender Bedeutung, dass die Gestaltung der Strassen diesen Erwartungen angepasst wird.»

Diese Berücksichtigung der beiden Prozesse («Kategorisierung» und «Erwartung») in das Fahrverhalten war nicht neu, ebenso wie der Begriff «Strassen-Lesbarkeit». Der Begriff der psychischen Kategorien von Strassen wurde bereits einige Jahre zuvor von Mazet et al. [14,15] vorgeschlagen.

Näätänen und Summala [16] skizzierten drei Arten von Erwartungen in ihrem Buch über das Verhalten des Fahrers, während Malaterre [17] in seiner Rezension von In-Depth-Unfallstudien argumentierte, dass die «Erwartung» eine wichtige Rolle bei der Unfallbeteiligung spielt.

Auf der technischen Seite zeigten Alexander und Lunenfeld [18] auf, dass die Fahrererwartung im Kontext mit dem Strassenentwurf stehen muss, um das Prinzip der «positiven Führung» voran zu treiben.

Die Philosophie der «Self Explaining Roads» fügte diese Merkmale («Kategorisierung» und «Erwartung») in einen theoretisch plausiblen Rahmen ein.

Merkmale der selbsterklärenden Strasse

Theeuwes und Godthelp [12, S. 62,13,19] zeigten auf, dass es theoretisch möglich ist, einige Merkmale, die den Charakter der selbsterklärenden Strassen erhöhen, zu identifizieren. Bei der Entwicklung der «Strasse der Zukunft» sollte man mit ein paar leicht erkennbaren Strassenkategorien starten; selbsterklärende Strassen sollten die folgenden vorläufigen Merkmale erfüllen:

- Eindeutige Strassenelemente (homogen innerhalb einer Kategorie und unterscheidbar von allen anderen Kategorien)
- Eindeutiges Verhalten für eine bestimmte Kategorie (homogen innerhalb einer Kategorie und unterscheidbar von allen anderen Kategorien)
- Eindeutige Verhaltensweisen sollten mit eindeutigen Strassenelementen verknüpft werden können.
- Der Entwurf von Knoten, Strassenabschnitten und Kurven sollte unmissverständlich mit der jeweiligen Strassenkategorie verknüpft werden.
- Man sollte Strassenkategorien wählen, die verhaltensrelevant sind
- Die gleiche Kategorie sollte mit einem Abschnitt, der psychologisch als eine Einheit interpretiert wird, verbunden werden.
- Es sollten keine abrupten Übergänge von einer Strassenkategorie zur nächsten gemacht werden.
- Wenn es einen Wechsel der Strassenkategorie gibt, sollte diese Veränderung deutlich gekennzeichnet sein.
- Wenn die Arten der unterschiedlichen Strassenkategorien vermittelt/gelehrt werden, sollte man nicht nur den Begriff, sondern auch das für diese Art von Strassen erforderliche Verhalten vermitteln.
- Die spezifischen Eigenschaften der Strassenkategorie sollten auch in der Nacht sichtbar sein.
- Der Strassenentwurf sollte Geschwindigkeitsunterschiede und Unterschiede in der Bewegungsrichtung ausschliessen.
- Strassenelemente, Markierung und Signalisierung sollten den Standard der Sichtbarkeitskriterien erfüllen.
- Verkehrskontrollsysteme sollten eindeutig mit bestimmten Strassenkategorien verknüpft werden.

Die Idee ist seit der ersten Veröffentlichung von Theeuwes und Godthelp durch Konferenzbeiträge, Buchkapitel und Zeitschriftenartikel [12,13,19-22] weiter verbreitet worden, allerdings mit nur wenig neuen empirischen Daten.

Auffallend ist auch der Mangel an Details in der ursprünglichen Philosophie. Obwohl die Modellierung von Verkehrsprozessen in dieser Zeit sehr in Mode war [23], wurde kein Versuch von den Ur-Autoren gemacht, grafisch darzustellen, wie ihre unterstellten Mechanismen arbeiten sollten und auf welcher Ebene sie anzusiedeln waren. «Self Explaining Roads» war mehr eine theoretische Überlegung als eine praktische Anleitung für Planer, aber die Begeisterung, mit der die Philosophie angenommen wurde, hat sich dadurch nicht verringert. Es hat jedoch dazu geführt, dass der Begriff zunehmend auf unterschiedliche Weise interpretiert wurde und sich je nach Zweck manchmal weit von den Absichten der niederländischen «Gründungsväter» entfernte.

Einen wichtigen empirischen Beitrag lieferten Aarts und Davidse [24], indem sie aufzeigten, dass die Vorhersehbarkeit durch etwas unterstützt werden muss, das sie «grundlegendes Erkennbarkeitsmerkmal – ERC» nannten. Ihr Ansatz folgt dem konventionellen Prinzip der selbsterklärenden Strassen (die Strassenumgebung sollte, um Fehler zu vermeiden – die zu Unfällen führen – den Erwartungen der Verkehrsteilnehmer entsprechen und daher entsprechende Grundmerkmale bei den Strassentypen aufweisen), die Spezifikation des ERC hat aber das Potenzial, mehr konkrete Anleitungen für Praktiker zu liefern.

Die Philosophie der selbsterklärenden Strasse fand in der Folge viele Anhänger, insbesondere unter Praktikern. Proaktive Ansätze zum Verkehrssicherheits-Management sind immer beliebter geworden, und daher gleicht die Philosophie der selbsterklärenden Strasse

einer Verheissung, die da lautet: Durch richtige Gestaltung kann eine Verkehrsumgebung sicheres Verhalten «entlocken».

3.1.2 Internationale Projekte

Projekte der Europäischen Union

Innerhalb der Europäischen Gemeinschaft wurden Impulse für die Entwicklung von «Self Explaining Roads» gegeben, insbesondere durch die Projekte MASTER (Managing Speeds of Traffic on European Roads) [25] und SPACE (Speed Adaption Control by Self-Explaining Roads) [26].

Auch das EU Projekt RIPCORD hat einen wertvollen Beitrag zu «Self Explaining Roads» geleistet [27,28].

Im Rahmen des EU Rahmenprogramms «ERA Net Road» wurde das Programm «Safety at the Heart of Road Design» initiiert. Ziel des Programms war die Verbesserung der Verkehrssicherheit durch die Erhöhung des Bekanntheitsgrads und der Akzeptanz bei Strassenbau- und Verkehrsbehörden. Damit sollten gemeinsame Lösungen zur Verkehrssicherheit implementiert werden, die der Philosophie von «Self Explaining and Forgiving Roads» – unter Berücksichtigung von ergonomischen Prinzipien (Human Factors) und menschlicher Toleranz – Rechnung tragen.

Das Programm basierte auf 3 Grundsätzen:

- a) Entwicklung von Bewertungs-Tools
- b) Bewertung von Massnahmen zu «Self Explaining Roads»
- c) Vergleich zu Umsetzungen von «Forgiving Roads»

Diese Grundlagen wurden basierend auf den Prinzipien/Konzepten von «Self Explaining and Forgiving Roads», entwickelt. Sie fokussieren auf Landstrassen, kombiniert mit den wesentlichen Punkten der europäischen Verkehrssicherheitszielen und Vision Zero.

Die Analyse der Strassenentwurfskriterien/des Strassendesigns für selbsterklärende Strassen oder fehlertolerante Seitenräume sollte nach kostengünstigen Lösungsansätzen suchen, um so schnell wie möglich die schweren Unfälle reduzieren zu können.

In diesem Programm gab es 5 Forschungsprojekte, die 2009 gestartet wurden:

- IRDES: Improving Roadside Design for Forgive Human Errors
- EuRSI: European Road Safety Inspection
- RISMET: Road Infrastructure Management Evaluation Tools
- SPACE: Speed Adaptation Control by Self Explaining Roads
- ERASER: Evaluation to Realise a common Approach to Self-Explaining European Roads

Im Workpackage 1 von ERASER zum State of the Art wurden folgende Aussagen zu «Self Explaining Roads» gemacht:

«Selbsterklärende Strassen wurden entwickelt, um anlagenbedingte Sicherheit im Strassenverkehr durch die Berücksichtigung der Kenntnisse der menschlichen Wahrnehmung und Informationsverarbeitung zu erhöhen. Doch um die Verkehrssicherheit zu erhöhen sind selbsterklärende Strassen an sich nicht ausreichend. Zusätzlich muss die gesamte Strassenkategorisierung selbsterklärend sein. Mit traditionellen Strassenkategorisierungen, die aus dem aus dem Resultat historischer Entwicklungen bzw. aus Zeiten, wo die Verkehrssicherheit kein Hauptproblem war, entstanden sind, wird dies nicht immer der Fall sein. Um einen gemeinsamen, modernen Ansatz zum «Stand der Technik» der selbsterklärenden Strassen in Europa zu ermöglichen, muss die derzeitige Praxis der Strassenkategorisierung in Bezug auf ihre selbsterklärenden Eigenschaften überprüft werden.»

In ERASER wurde die Definition von Theeuwes und Godthelp übernommen: «Verkehrssysteme mit selbsterklärenden Eigenschaften sind in der Weise ausgebildet, dass sie im Einklang mit den Erwartungen der Verkehrsteilnehmer stehen. Die [...] «selbsterklärende Strasse» ist eine Verkehrsumgebung, die einfach durch ihre Gestaltung sicheres Verhalten entlockt.» [20, S. 217].

ERASER zielte darauf ab, die Lücke – zwischen dem bestehenden Grundlagenwissen über «Self Explaining Roads» und dem praktischen Wissen, das Strassenbehörden brauchen, um Strassen mit Hilfe der Philosophie der «Self Explaining Roads» sicherer zu machen – zu schliessen.

Den Anfang des Projekts bildeten ein Vergleich und eine Bewertung des Grundlagenwissens der unterschiedlichen Ansätze von «Self Explaining Roads». Darüber hinaus wurde ein Weg aufgezeigt, wie Strassenbehörden in den verschiedenen EU-Ländern mittels nützlicher anwenderfreundlicher Checklisten, grenzüberschreitend die Verkehrssicherheit verbessern können. Dabei wurden im ersten Schritt die Fähigkeiten von Verkehrsteilnehmern, bestimmte Strassenkategorien zu erkennen und zu verstehen, ermittelt.

Im zweiten Schritt wurden diese Erkenntnisse in die Entwicklung eines «Entscheidungswerkzeugs» für Strassenbehörden implementiert. Dieses Werkzeug besteht im Wesentlichen aus Checklisten mit denen die Strassenbehörden prüfen können, ob ihre Strassen selbsterklärend sind oder nicht (Online Tool unter: <http://www.swov.nl/enquete/Era-ser/Tool.php>)

Auch in den anderen oben genannten EU-Projekten wird von der Definition der «Gründungsväter» von «Self Explaining Roads» ausgegangen.

Das Projekt SPACE behandelte wiederum den Fokus der Ausserortsstrassen/Landstrassen insbesondere die zweispurigen Strassen mit niedrigen geometrischen Entwurfsstandards.

Die Unfallraten auf diesen Strassen der EU sind wesentlich höher als die von höher klassifizierten Strassen (Autobahnen). Zusammenhänge sind in hohen Geschwindigkeiten, gefährlichen Überholmanövern, Unaufmerksamkeit der Fahrer, Entwurfsbedingungen, Sicht Einschränkungen und seitlichen Strassenhindernissen zu finden.

Das Ziel von SPACE war es Lösungen zu identifizieren, die die grössten potenziellen Sicherheitsgewinne bieten. Dazu dienen:

- die Überprüfung des Stands der Technik,
- eine Bewertung durch eine internationale Expertengruppe und
- interaktive visuelle Werkzeuge sowie Fahr Simulator-Experimente.

Es sollten Werkzeuge entwickelt werden, welche Netzbereiche identifizieren können, die unsicher oder nicht selbsterklärend und in der Lage sind, das Sicherheitspotenzial einer Verkehrssicherheitsmassnahme abzuschätzen. Diese Werkzeuge sollten in der Lage sein, Verhaltensänderungen bei einer Fahrt zu registrieren und auch erklären können, warum diese Änderungen auftreten.

Weitere Ziele waren die Bestimmung von Geschwindigkeitsanpassung und Situationsbewusstseinsvorteilen von unterschiedlichen selbsterklärenden Gestaltungsmassnahmen.

Andere internationale Projekte

Weitere innovative Arbeit auf dem Gebiet der selbsterklärenden Strassen wurde in Grossbritannien geleistet (z. B. [20,21]) und die Idee der «psychologischen Verkehrsberuhigung» wurde erforscht [22,23].

In Neuseeland wurde der niederländische Ansatz der «Bedeutung einer klar erkennbaren Hierarchie der Strassentypen» zum Thema und von Baas und Charlton [29] untersucht. In

einer späteren Veröffentlichung erweiterte Charlton [30] die Definition von selbsterklärenden Strassen durch den Ansatz, flächendeckend Verkehrsberuhigung und Geschwindigkeitsmanagement mit Hilfe von «Self Explaining Roads» zu betreiben.

In Australien wurde die Philosophie der selbsterklärenden Strassen im Rahmen der Initiative «Safe System Infrastructure» [31, S. 7] mit einer prägnanten Definition verabschiedet: «Eine selbsterklärende Strasse ist ein Begriff aus den Niederlanden, die einen Weg beschreibt, der derart gestaltet ist, dass Fahrer intuitiv verstehen, was von ihnen verlangt wird, einschliesslich der Geschwindigkeitswahl».

Auch in Amerika fand die Philosophie Anklang. Brewer et al. [32] nannte nach einer Studienreise durch Europa eine Reihe von «potenziell übertragbaren Praktiken» für die Vereinigten Staaten, von denen eine das Konzept der selbsterklärenden Strasse war.

In den Niederlanden wurde die Philosophie zu einem wichtigen Teil der Verkehrssicherheitspolitik [10,33].

In Deutschland ist die Philosophie der selbsterklärenden Strassen vollständig in nationalen Richtlinien für Landstrassen [11,34,35] integriert worden.

3.1.3 Fazit «Self Explaining Roads»

Die Definition von Theeuwes und Godhelp ist weitgehend theoretisch. Dort wo sie praktisch angewendet wird, gründet sie auf dem Prinzip der Kategorisierung der Strassen. In der Praxis ist der Begriff «Self Explaining Roads» weit verbreitet und hat sich um viele Aspekte – einschliesslich der Konzepte von intuitiven und verständlichen Entwurfskriterien sowie Konsistenz, Lesbarkeit von Strassen und psychologischer Verkehrsberuhigung – weiterentwickelt.

3.2 «Forgiving Roads»

3.2.1 Allgemein

Der Begriff «Forgiving Roads» wird in der Literatur mehrheitlich mit dem Begriff «Forgiving Roadsides» gleichgesetzt.

Darunter werden Strassen verstanden, deren Seitenräume fehlertolerant sind. Bei der Strassenausstattung sollen Hindernisse neben der Fahrbahn vermieden werden oder aber so abgesichert werden, dass keine schweren Verletzungsfolgen entstehen können (also im Sinne von «Forgiving Roadsides»). Zudem wird der Begriff «Forgiving Road/Roadsides» oft im gleichen Zusammenhang mit «Self Explaining Roads» gebraucht.

3.2.2 Internationale Projekte

Projekte der Europäischen Union

Innerhalb der Europäischen Union haben sich mehrere Projekte mit «Forgiving Roads/Roadsides» befasst:

- Im Projekt «In-Safety» (2005) [36-38] wurde eine «Multi Akteur-Multi Kriterien-Analyse» für eine analytische Bewertung von innovativen Systemen entwickelt, die auch die Fahrzeugkomponenten (Aktive/passive Sicherheit im Fahrzeug) mit einbezog. Dabei wurden Forgiving Roads (Fehlertolerante Strassen) definiert als: Eine Strassenumgebung, die so konzipiert und in einer Weise gebaut ist, dass sie dem Auftreten von Fahrfehlern entgegenwirkt oder diese vermeidet. Darüber hinaus sollen auch die aus Fehlern entstandenen negativen Folgen gemildert werden.
- Das EU Projekt RISER (2005) [39] befasste sich mit der Sammlung und Entwicklung von Best Practice Massnahmen für sicherere Europäische Strassen. Jedes Jahr werden in Europa 43 000 Personen aufgrund von Verkehrsunfällen tödlich verletzt. Das

Projekt RISER hat auch aufgezeigt, dass 10 % aller Unfälle in der EU Alleinunfälle/Fahrerunfälle sind (typischer Unfalltyp ist der Abkommens-Unfall). Die Quote dieser Ereignisse steigt auf 45 %, wenn nur tödliche Unfälle berücksichtigt werden. Eine der Hauptursachen für diesen hohen Prozentsatz an Abkommens-Unfällen liegt in den Strassen, deren Entwurf bzw. deren Gestaltung der Strassenränder, die in der Regel nicht fehlertolerant sind.

- Auch im RISER-Projekt fanden sowohl «Forgiving Roads» als auch «Self Explaining Roads» Berücksichtigung. Die Definitionen lauteten: «Das Konzept von selbsterklärenden Strassen beruht darauf, dass Strassen und Verkehrsumgebung sicheres Fahren durch ihr Erscheinungsbild/ihre Gestaltung hervorrufen/ermöglichen. «Forgiving Roadsides»/Fehlertolerante Strassenseitenräume sollen keine gefährlichen Elemente enthalten, die ggf. jemanden schwer verletzen oder töten könnten.
- Bekiaris und Gaitanidou definierten in ihrem Artikel «Towards Forgiving and Self-Explaining Roads» 2011 [40]: «Forgiving Road Environment» (Versöhnliche Strassenumgebung) ist eine «Einschränkung der Verletzungs- oder Schadensschwere durch eine versöhnliche Strassenumgebung und Erwartung des Strassenbenutzerbenehmens». Im diesem Kontext ist eine «Forgiving Road» als Strasse definiert, die so gestaltet und gebaut ist, dass sie sich bei der Entwicklung von Fahrfehlern einmischet oder diese verhindert. Darüber hinaus soll sie evtl. negative Folgen von Fahrfehlern vermeiden oder lindern. Sie soll ermöglichen, dass Fahrer die Kontrolle zurückzugewinnen oder ohne Verletzung oder Schaden auf die Strasse zurückkehren können.
- Im Rahmen des IRDES Projekts wurde 2011 [41,42] aufgezeigt, dass sich in der Vergangenheit eine Anzahl verschiedener Studien um den Entwurf von Strassenränder, die menschliche Fehler tolerieren, befassten. Allerdings existiert nach wie vor der Bedarf an
 - einer praktischen und einheitlichen Richtlinie, die dem Strassenplaner erlaubt, den Strassenrand fehlertolerant zu gestalten, und
 - einem Anwendungswerkzeug/-tool zur Beurteilung der Wirksamkeit (auf eine quantitative Art) von vorgenommenen Strassenmassnahmen.
- Das Ziel des EU-Projekts IRDES (Improving Roadside Design to Forgive Human Errors) 2011 [43], sollte diese beiden oben genannten Module produzieren, und dabei folgende Merkmale berücksichtigen:
 - Passive Rückhaltesysteme/Seitenraum
 - Rumble Strips (Rüttelstreifen)
 - Unterstützung von fehlertoleranten Strukturen für Strassenausrüstung
 - Bankette/Seitenraumbreiten.
- Die «Conference of European Directors of Roads – CEDR» hat die fehlerverzeihenden Seitenräume als eine der obersten Prioritäten innerhalb ihres strategischen Arbeitsplans identifiziert. Eigens dafür wurde eine Arbeitsgruppe «fehlerverzeihende Seitenräume in der technischen Gruppe Road Safety» von CEDR eingerichtet.
- CEDR hat 2012 ein Gestaltungshandbuch «Forgiving Roadsides Design Guide» [44] herausgegeben, das sich mit ausschliesslich «Forgiving Roadsides» befasst. Dort werden die beiden Begriffe «Self Explaining Roads» und «Forgiving Roads» wie folgt definiert: «Selbsterklärende Strassen zielen darauf ab, Fahrfehler zu vermeiden, verzeihende Strassen sollen die Konsequenzen von Fahrfehlern minimieren Fehlerverzeihende Strassen sind abhängig davon, wie die Seitenräume gestaltet und ausgestattet sind.»

Andere internationale Projekte

Alle im Folgenden aufgeführte Literatur beschränkt sich ebenfalls auf die Seitenräume von Strassen mit dem Schwerpunkt Ausserortstrassen. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass sich in der Europäischen Union viele schwere Unfälle ausserorts ereignen (s. oben).

1. NZTA 2010 website: Forgiving roads and Roadsides [45]
2. ZEIT online 2012: Was Landstrassen sicherer macht [46]
3. SWOV Factsheet (2012) Background of five Sustainable Safety principles [47]

4. Gary Toth (2009): Exiting the «Forgiving Highway» for the «Self Explaining Road» [48]
5. ETSC (1998) Forgiving Roadsides [49]
6. Torsten Bergh (SRA), Mats Peterson (SRA): Roadside area design – Swedish and Scandinavian experience [50]
7. Eric Dumbaugh (2006) Design of safe Urban Roadsides [51]
8. Prislam Demeter 2014: Passively safety Infrastructure and its application in European countries [52]
9. Francesca Tore et al. 2012: Improving roadside design to forgive human errors [43]
10. R.D. Powers, et.al. (1995) The forgiving roadside design of roadside elements [53]
11. Michael G. Dreznes (2008) Turning the world's roads into forgiving highways preventing needless deaths / Efficient Transportation and Pavement Systems. Oct 2008 [54]

Im Jahr 2010 wurde in den Niederlanden von der SWOV noch ein weiterer Parameter zum Thema «Forgivingness» hinzugefügt, die sogenannte «Social Forgivingness» [55].

SWOV definiert die «Social Forgivingness» wie folgt: Falls ein Verkehrsteilnehmer einen Fehler begeht, wird ein anderer Verkehrsteilnehmer diesen «verzeihen» also aktiv richtig reagieren wie z. B. die Geschwindigkeit drosseln, wenn ein Fussgänger unaufmerksam auf die Strasse tritt [55].

In Dänemark veröffentlichte Lene Herrstedt einen Artikel [56], in dem sie «Self Explaining and Forgiving Roads» mit Speed Management in ländlichen Gebieten in Verbindung brachte.

3.2.3 Fazit «Forgiving Roads»

In der bestehenden Literatur gibt es mehrheitlich nur eine Definition und Anwendungsbeispiele für «Forgiving Roadsides», nämlich die fehlertoleranten Seitenräume. Diese Philosophie wurde in den Niederlanden um den Aspekt der «Social Forgivingness» erweitert.

4 Begriffsdefinition

4.1 Abgrenzung

Die Literaturanalyse zeigte, dass die in den Philosophien von «Self Explaining and Forgiving Roads» bzw. «Selbsterklärenden und fehlertoleranten Strassen» enthaltenen Prinzipien und anvisierten Ziele letztlich bekannte Präventions-Grundsätze beschreiben. Als charakteristische Beispiele sind im Anhang (Kapitel 8.0) «Synonyme und Analogien» einige dieser Grundsätze aufgelistet.

Seit rund zwei bis drei Dekaden stösst man in der Verkehrsplanungs-Literatur immer wieder auf neue Begriffe, die im weitesten Sinne Planungs-, Projektierungs- und Betriebsgrundsätze beschreiben. Es drängt sich somit auf, zum einen diese Begriffe kurz zu beschreiben und zum anderen eine mögliche Systematik zu entwickeln, die das Zusammenspiel zwischen diesen Begriffen und den Philosophien der «Self Explaining and Forgiving Roads» aufzeigt. Die geläufigsten Begriffe sind im Anhang (Kapitel 8.0) «

Abgrenzung zu anderen Begriffen» kurz erläutert.

Für das zu entwickelnde Forschungspaket ist es von grosser Bedeutung, dass die Begriffe «Self Explaining and Forgiving Roads» klar definiert sind. Eine Definition für die Schweiz, mit welcher sich alle Experten und Betroffenen einverstanden erklären können, ist deshalb zwingende Voraussetzung für ein strukturiertes Vorgehen.

4.2 Definition «Self Explaining Roads»

4.2.1 Synthese aus Literaturanalyse und Expertenworkshop

Die Literatursynthese sowie die Diskussionen mit Fachleuten anlässlich des Expertenworkshops (Kapitel 8.0, Anhang) zeigten, dass in der Fachwelt nicht durchgehend das Gleiche unter einer «Self Explaining Road» bzw. einer «selbsterklärenden Strasse» verstanden wird. Insbesondere zeichneten sich folgende offene Fragestellungen ab:

- Sind alle Verkehrsteilnehmer angesprochen oder nur Motorfahrzeuglenker resp. Personenwagenlenker?
- Besteht das wesentlichste Ziel einer selbsterklärenden Strasse darin, dass Verkehrsteilnehmer die richtige (angemessene) Geschwindigkeitswahl treffen?
- Sind nur Ausserortsstrassen gemeint oder alle Strassentypen?

Aufgrund der Ergebnisse aus dem Expertenworkshop und der Befunde aus der Literatursynthese lässt sich folgern, dass der Begriff der «Self Explaining Road» bzw. der «selbsterklärenden Strasse» sich nicht darauf beschränken darf, eine Strasse zu charakterisieren, an welcher aufgrund des Erscheinungsbilds lediglich die geltende Höchstgeschwindigkeit abgelesen werden kann. In der Tat wäre eine Definition, die lediglich diese Aspekte enthält, sehr einschränkend. Denn sie würde implizieren, dass

- nur der motorisierte Individualverkehr (oder gar nur der Personenwagenverkehr) angesprochen ist,
- nur die geltende Höchstgeschwindigkeit selbsterklärend sein muss,
- nur an die Linienführung (und nicht auch an Knoten) selbsterklärende Ansprüche gestellt werden.

4.2.2 Begriffsdefinition «Self Explaining Roads»

Definition:

«Self Explaining Roads» zeichnen sich dadurch aus, dass alle Verkehrsteilnehmer anhand des Erscheinungsbilds (Strasse und Strassenraum) eindeutig erkennen können, welches Verhalten angemessen ist.

Erklärungen:

Funktion, Nutzungskonflikte und Höchstgeschwindigkeit jeder Verkehrsanlage können Verkehrsteilnehmer anhand von spezifischen Elementen intuitiv erkennen. Dies unabhängig von der Ortslage (innerorts, ausserorts), der Lage im Netz (freie Strecke, Knoten, Querungsstelle) und der Tageszeit (Tag, Nacht).

Bedingungen:

Signalisation und Markierung werden sparsam angewendet. Insbesondere entfallen Gefahrensignale und Höchstgeschwindigkeiten. Planung, Bau und Betrieb berücksichtigen umfassend die Prinzipien des Human Factors (Ergonomie).

4.3 Definition «Forgiving Roads»

4.3.1 Synthese aus Literaturanalyse und Expertenworkshop

Literaturanalyse und Expertenworkshop (siehe auch Kapitel 8.0, Anhang) haben gezeigt, dass die Auffassungen zu Begriff und Inhalt von «Forgiving Roads» in verschiedenen Aspekten divergieren. Insbesondere zeichneten sich folgende offene Fragestellungen ab:

- Sind alle Verkehrsteilnehmer angesprochen oder nur Motorfahrzeuglenker resp. Personwagenlenker?
- Sollen Strassen lediglich ausserorts oder in allen Ortslagen fehlertoleranten Anforderungen genügen?
- Visiert die Philosophie der «Forgiving Roads» nur die freie Strecke an oder auch Kreuzungen?
- Besteht das wesentlichste Ziel einer fehlertoleranten Strasse darin, von der Fahrbahn abkommende Fahrzeuglenker vor schweren Schäden zu bewahren?
- Ist das Ziel von «Forgiving Roads» die gänzliche Verhinderung von Unfällen oder nur Abmilderung von Unfallfolgen?

Unterschiedliche Interpretationen des Begriffs der fehlertoleranten Strasse zeigten sich besonders beim letzten aufgelisteten Punkt. Dies wird deutlich, wenn man sich den Phasenablaufs eines Verkehrsunfalls vergegenwärtigt. Streng genommen besteht ein Unfallereignis nicht nur aus dem Kollisionsmoment (Objekt, Kollisionsgegner) bzw. aus dem Moment, in dem ein Fahrzeug von der Fahrbahn abkommt. Genau genommen beginnt ein Unfall bereits mit der Fehleinschätzung einer Situation seitens eines Verkehrsteilnehmers. Im schlechtesten Falle kann sich ein solcher Fehler über mehrere Zwischenstufen hinweg bis hin zu einem folgenschweren Ereignis entwickeln. Diese «Stufen der Schadenentstehung» beschrieben Durth & Bald bereits 1987 [57]. Danach kann eine Missachtung von Regeln oder Unaufmerksamkeit und Ablenkung sowie andere ähnliche Ursachen eine Fehlersituation herbeiführen. Kann diesem Fehler nicht mehr entgegengewirkt werden, so entsteht eine Gefahrensituation. Falls keine Gefahrenabwendung mehr möglich ist, folgt eine Unfallsituation mit je nach Umständen leichten, schweren oder fatalen Folgen.

Vordergründig scheinen alle Definitionen mehr oder weniger ähnliche Anforderungen an «Forgiving Roads» zu stellen. Der Versuch, die verschiedenen Definitionen auf das Modell mit den einzelnen Unfallphasen zu übertragen, zeigt jedoch offenkundige Unterschiede. So setzen die verschiedenen Definitionen die fehlertolerante Wirkung an verschiedenen Stufen der Schadenentstehung im Unfallablauf an, z. B.:

- Eine Fehleinschätzung der Situation soll nicht zu Fehlverhalten führen.
- Ein Unfall soll keine schwerwiegenden Folgen haben.
- Eine Fehleinschätzung der Situation soll zu keinem Unfall führen.
- Ein Fehlverhalten soll keine schwerwiegenden Folgen haben.

Die Synthese aus Expertenworkshop und der Literatursuche legt den Schluss nahe, dass auch der Begriff der «Forgiving Roads» bzw. der «fehlertoleranten/fehlerverzeihenden Strasse» – hinsichtlich Verkehrsteilnahme, Ortslage und Netzelemente – weiter gefasst werden muss als oft in der Literatur vorgefunden. Eine fehlertolerante Strasse soll mehr sein, als nur gerade eine Strasse, die die Folgen eines Abirrens von der Fahrbahn von Motorfahrzeugen im Ausserortsbereich mildert (vgl. dazu die Begründung in Kapitel 8.0, Anhang).

4.3.2 Begriffsdefinition «Forgiving Roads»

Definition:

«Forgiving Roads» zeichnen sich dadurch aus, dass sie den Prozess eines Unfallablaufs an der erstmöglichen Stufe der Schadensentstehung unterbrechen, wodurch schwere Folgen vermieden werden können.

Erklärungen:

Dies unabhängig von der Art der Verkehrsteilnahme (Motorfahrzeuginsassen, Radfahrer, Fussgänger), vom Fehlerverursacher, von der Ortslage (innerorts, ausserorts) sowie von der Lage im Netz (freie Strecke, Knoten, Querungsstelle).

Bedingungen:

Eine fehlertolerante Strasse berücksichtigt darüber hinaus die räumlichen Gegebenheiten.

5 Handlungsbedarf

5.1 Exemplarische Zustandsanalyse bestehender Verkehrsanlagen

5.1.1 «Self Explaining Roads»

Beispiel 1: Strassenquerschnitte – Strassentypen

Abb.3 zeigt eindeutig eine Autobahn. Diese Strassenart ist unverkennbar sowohl an der baulichen Richtungstrennung als auch an der Zweistreifigkeit sowie an den Pannestreifen zu erkennen. Die Strassenart in **Abb.4** ist hingegen nicht mehr so eindeutig zu interpretieren. Zweifellos bestehen weder bauliche Richtungstrennung noch Pannestreifen. Das Erscheinungsbild der Zweistreifigkeit ist jedoch derart dominant, dass Motorfahrzeuglenker verlässlich davon ausgehen könnten, sich zumindest auf einer Autostrasse zu befinden – in Wirklichkeit handelt es sich jedoch um eine gewöhnliche Ausserortsstrasse mit geltender Höchstgeschwindigkeit 80 km/h.



Abb.3 Autobahn – geltende Höchstgeschwindigkeit 120 km/h



Abb.4 Ausserortsstrasse – geltende Höchstgeschwindigkeit 80 km/h

Beispiel 2: Ausserortsstrassen – verschiedene Ausbautypen

Abb.5 bis **Abb.8** zeigen durchwegs Ausserortsstrassen. Augenfällig sind die differierenden Ausbaugrade dieser Strassen, was sich in deutlich unterschiedlichen Erscheinungsbildern für Fahrzeuglenker niederschlägt. Die geltende Höchstgeschwindigkeit geht keineswegs mit dem Ausbaugrad einher. So gilt auf den grosszügig trassierten und markierten Ausserortsstrassen in den Beispielen bei der **Abb.5** und **Abb.6** die – wahrscheinlich auf Grund von Art.108 SSV – wegen unvorhersehbaren Gefahren herabgesetzte Höchstgeschwindigkeit 60 km/h resp. 70 km/h. Andererseits gilt auf den kleinen und untergeordneten Strassen bei den **Abb.7** und **Abb.8** Tempo 80 km/h.

Obwohl die verschiedenen Handhabungen in diesen 4 Beispielen erklärbar sind, muss die Frage aufgeworfen werden, welche Wirkung die verschiedenen Erscheinungsbilder und verschiedenen Höchstgeschwindigkeiten auf Motorfahrzeuglenker hinterlassen (z. B. gefahrene Geschwindigkeit) und demzufolge bis zu welchem Grad solche Strassen als selbstklärend eingestuft werden können.



Abb.5 Ausserortstrasse – geltende Höchstgeschwindigkeit 60 km/h



Abb.6 Ausserortstrasse – geltende Höchstgeschwindigkeit 70 km/h



Abb.7 Ausserortsstrasse – geltende Höchstgeschwindigkeit 80 km/h



Abb.8 Ausserortsstrasse – geltende Höchstgeschwindigkeit 80 km/h

Beispiel 3: Ausserortsstrassen – Linienführung

Abb.9 zeigt einen Ausserortsbereich, bei dem der Verlauf – dank Randlinien und Leitlinien – mühelos einzuschätzen ist: die Strasse wäre demnach selbsterklärend. Es stellt sich jedoch gleichzeitig die Frage, ob genau deshalb Fahrzeuglenker zu einer überhöhten Geschwindigkeit (unangepasstes Verhalten) verleitet werden könnten, womit die Strasse wiederum nicht mehr als selbsterklärend bezeichnet werden dürfte. **Abb.10** stellt den umgekehrten Fall dar. Der Verlauf nach der Kuppe kann nicht eingeschätzt werden, woraus Fahrzeuglenker den Schluss ziehen könnten, ihre Geschwindigkeit zu reduzieren. Aus dieser Perspektive wäre die Strasse wieder selbsterklärend. Ortskundige Lenker kennen indes zweifellos den Strassenverlauf und es ist davon auszugehen, dass sie ihr Verhalten danach richten, ob ihre Erfahrung sie gelehrt hat, dass hinter der Kuppe beispielsweise des Öfteren mit Wanderern oder Fahrrädern zu rechnen ist oder nicht.



Abb.9 Ausserortsstrasse – deutliche Linienführung



Abb.10 Ausserortsstrasse – unklare Linienführung hinter einer Kuppe

Beispiel 4: Knoten

Aus der Erfahrung heraus, dass Fahrzeuglenker wiederholt an Knoten, das Rechtsvortritt-Regime missachten, greifen die zuständigen Signalisationsbehörden nicht selten auf eine Markierung zurück, die in der Norm des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS SN 640 851 *besondere Markierungen* vorgesehen ist [58]. In der Regel bewährt sich diese Markierung auf symmetrischen Knoten recht gut. Im Beispiel der **Abb.11** ist davon auszugehen, dass die erwünschte Wirkung kaum erzeugt werden konnte. Die gestrichelten weissen Linien sind kaum zu interpretieren, so dass der Grundsatz der selbsterklärenden Strasse kaum erfüllt sein dürfte.

Ebenso fraglich ist, ob die Philosophie der «Self Explaining Roads» beim Beispiel in **Abb.12** erfüllt ist. Zwar handelt es sich hier um einen gewöhnlichen T-Knoten, bei dem die einmündende Strasse mit der Signalisation «kein Vortritt» belegt ist. Ob die markierten Fahrstreifen auf der übergeordneten Strasse von Fahrzeuglenkern korrekt gelesen werden können, muss jedoch bezweifelt werden. Auch hier besteht der Verdacht, dass die Philosophie der «Self Explaining Roads» kaum erfüllt sein dürfte.



Abb.11 Markierung zur Verdeutlichung des Rechtsvortritt-Regimes



Abb.12 Unklare Verkehrsführung an einem Knoten im Ausserortsbereich

Beispiel 5: Höchstgeschwindigkeit innerorts

Das Signal «Höchstgeschwindigkeit 50 generell» steht gemäss Art. 22 der Signalisationsverordnung dort, wo auf einer der beiden Strassenseiten die dichte Überbauung beginnt. Dies ist aus Optik einer selbsterklärenden Infrastruktur sinnvoll. Eine selbsterklärende und daher wirksame Signalisation setzt jedoch voraus, dass sie sowohl konkret als auch verlässlich ist [59]. Dies bedeutet unter anderem, dass bei gleichartigen Situationen gleichartig signalisiert werden soll. Eine für den Beginn von innerörtlichen Situationen vorgesehene Tempolimite, auf einem Strassenabschnitt, der nicht dieser Vorgabe entspricht, beeinflusst die Glaubwürdigkeit negativ, womit der selbsterklärende Effekt verloren geht (**Abb.13**).



Abb.13 Signal Höchstgeschwindigkeit 50 km/h «generell» auf offener Strecke ausserorts

Beispiel 6: Tempo-30-Zone

Gemäss Art. 22a der Signalisationsverordnung kennzeichnet eine Tempo-30-Zone Strassen in Quartieren oder Siedlungsbereichen, auf denen besonders vorsichtig und rücksichtsvoll gefahren werden muss. Und selbsterklärend beträgt die Höchstgeschwindigkeit 30 km/h. Zudem sind Tempo-30-Zonen gemäss Art. 2a nur für Nebenstrassen mit möglichst gleichem Charakter zulässig (und bei besonderen Voraussetzung auf Hauptstrassen). Um ein unverwechselbares Erscheinungsbild einer für den motorisierten Individualverkehr untergeordneten Strasse zu verdeutlichen, sollten zudem in Tempo-30-Zonen typische infrastrukturelle bzw. verkehrstechnische Elemente angewendet werden [60]. **Abb.14** zeigt ein in dieser Hinsicht ungenügendes Beispiel: Zwar kommen einzelne Elemente, die auf eine Tempo-30-Zone hinweisen vor (Tempo-30-Signet-Markierung, wechselseitige Parkfeld-Anordnung). Auf dieser breiten Strasse dominieren jedoch Elemente das Erscheinungsbild, die auf eine höhere Strassenkategorisierung schliessen lassen könnten (Mittelmarkierung, Fussgänger-Schutzinsel, Fussgängerstreifen).



Abb.14 Tempo-30-Zone mit baulichen und betrieblichen Elementen, die zum Erscheinungsbild einer übergeordneten (verkehrsorientierten) Strasse gehören (Mittelmarkierung, Fussgänger-Schutzinsel, Fussgängerstreifen)

Beispiel 7: Lichtsignalanlagen

Ein bekanntes Beispiel für eine schlechte selbsterklärende Wirkung sind die Lichtsignalanlagen mit Konfliktgrün (**Abb.15**). So bedeutet bekanntermassen ein Vollgrün (Assoziation: «voller Vortritt»), dass man bei Konfliktsituationen jedem Verkehrsteilnehmer den Vortritt gewähren muss. Einzelne Grünpfeile (Assoziation: «weniger Vortritt als bei Vollgrün») bedeuten hingegen, dass man unumschränkten Vortritt bzw. keine Konflikte hat. Darüber hinaus sieht die Signalisationsverordnung die Möglichkeit vor, Grünpfeile mit Gelbblinken zu kombinieren, um vor allfälligen Konflikten zu warnen. Dass diese Regelungen verwirrend sein können wurde in verschiedenen Studien nachgewiesen (s. u. a [61]). Die Regelung von Lichtsignalanlagen ist ein hervorragendes Beispiel dafür, welche Auswirkungen das Nichtbeachten einfacher ergonomischer (Human Factors) Aspekte haben kann.



Abb.15 Lichtsignalanlage mit Grünpfeil und Gelbblinken

Beispiel 8: Fussgängerstreifen

Ein grosses Problem im Zusammenhang mit der vortrittsberechtigten Führung von Fussgängern über Fahrbahnen besteht in der ungenügenden Anhaltequote von Motorfahrzeugen vor Fussgängerstreifen, bei denen Fussgänger offenkundig im Begriffe sind, die Strasse zu queren. Einer von (möglicherweise) vielen Faktoren, welche die Anhaltequote negativ beeinflusst, ist in der Ausgestaltung der Markierung «Fussgängerstreifen» zu suchen. So lehnt sich diese Art der Vortrittsregelung an keine sonstige Vortrittsregelung an. Gelbe Streifen (in Fahrtrichtung) bewirken offenbar in ungenügender Weise die Assoziation «kein Vortritt» (**Abb.16 und Abb.17**).



Abb.16 Fussgängerstreifen 1



Abb.17 Fussgängerstreifen 2

5.1.2 «Forgiving Roads»

Beispiel 1: Innerorts-Situation – Anprallobjekte

Abb.18 zeigt eine klassische Innerortsstrasse mit diversen festen Anprallobjekten am Fahrbahnrand (Mauern, Zäune, Masten ...). Die Anforderungen an ein fehlertolerantes Verkehrssystem zeigen augenscheinlich einen Zielkonflikt mit den städtebaulichen und gestalterischen Ansprüchen. Die Einzäunung privaten Eigentums führt zwangsweise zur Erstellung von potenziellen Kollisionsobjekten. Ob diese jedoch eine Festigkeit bzw. eine Ausgestaltung (scharfe Kanten) aufweisen müssen, die im Falle einer Kollision mit ungeschützten Verkehrsteilnehmern (Motorradfahrer, Radfahrer) zu gravierenden Folgen führen kann, muss bezweifelt werden. Analoge Bemerkungen gelten auch für das Beispiel der Beleuchtungskandelaber. Sie sind notwendig, können jedoch eine grosse Gefahr darstellen und sind entsprechen auszugestalten.



Abb.18 Innerortsstrasse mit fahrbahnnahen, unnachgiebigen Anprallobjekten

Beispiel 2: Ausserorts-Situation – Anprallobjekte

Kollisionen mit festen Objekten auf Ausserortsstrassen gehören zu den schwersten Unfalltypen. Klassische Kollisionsobjekte sind dabei Bäume oder Mauern. **Abb.19** zeigt ein besonders erstaunliches Beispiel. Allein der ausgewachsene Baum stellt bereits einen schwerwiegenden Bruch mit dem fehlertoleranten Prinzip einer Verkehrsanlage dar. Umso irritierender wirken die daneben neu gepflanzten Bäume, die mittelfristig ebenso solid sein werden.

Abb.20 zeigt ebenfalls ein eindrückliches Beispiel. Beidseitig der Strasse grenzen die Stirnflächen der Brücken-Endpfeiler unmittelbar an die Fahrbahn. Interessanterweise ist nur der rechte Endpfeiler mittels Leitschranke geschützt. Der linksseitige Endpfeiler widerspricht hingegen augenfällig dem fehlertoleranten Prinzip.

Einen interessanten Zielkonflikt zeigt die Anordnung in **Abb.21**. Die zwei Kurvenleitpfeile sind an der Kurvenaussenseite wirken einerseits selbsterklärend, stellen aber gleichzeitig potenzielle Kollisionsobjekte dar. Ein und dieselbe infrastrukturelle Anordnung muss also nicht à priori für beide Zielvorgaben (Selbsterklärung und Fehlertoleranz) geeignet sein.



Abb.19 Ausserortsstrasse mit ausgewachsenen und neu bepflanzten Bäumen



Abb.20 Unterführung ausserorts, Leitschranke einseitig, Unfallspuren links



Abb.21 Ausserortsstrasse: Kurvenleitpfeile zur Verdeutlichung der Linienführung

5.1.3 Fazit aus der exemplarischen Zustandsanalyse der Verkehrsanlagen

Die vorgängig dargestellten Beispiele bestehender Strassen stammen aus der Umgebung von Bern. Diese Beispiele sind nicht repräsentativ für das gesamtschweizerische Strassennetz, zeigen aber typische Situationen, welche in der Beratungstätigkeit vieler Verkehrssicherheitsexperten immer wieder angetroffen werden. Es sind charakteristische Beispiele für nicht selbsterklärende und nicht fehlertolerante Strassen.

Die Beispiele zeigen, dass hinsichtlich der Philosophie der «Self Explaining and Forgiving Roads» auf Schweizer Strassen Handlungsbedarf besteht. Diese Aussage wird insbesondere dadurch gestützt, dass diese Beispiele ohne nennenswerten Aufwand gefunden werden konnten. Die Beispiele zeigen aber auch, dass mancherorts – wenngleich aus Gründen der Topografie oder der Eigentumsverhältnisse nicht immer einfach – die Vorgaben für die Realisierung von selbsterklärenden und fehlertoleranten Strassen erfüllt werden könnten.

5.2 Exemplarische Zustandsanalyse VSS-Normen

5.2.1 Selbsterklärend? Beispiel VSS-Norm 640 214 «Entwurf des Strassenraums; Farbliche Gestaltung von Strassenoberflächen»

Der Bedarf, insbesondere innerörtliche Strassenoberflächen optisch zu gestalten und mittels Erscheinungsbild des Strassenraumes die Nutzungsansprüche erkennbar zu machen, kann mit hohen Kosten verbunden sein. Der Bedarf nach kostengünstigen Lösungen führte in den letzten Jahren zu verschiedensten Ausführungen mittels farblicher Gestaltung von Fahrbahnoberflächen (**Abb.22**). Um eine gewisse Einheitlichkeit dieser Lösungen zu gewährleisten und um gesetzeswidrige Ausführungen zu vermeiden, wurden Farbtöne, Abmessungen und Formen in besagter VSS-Norm normiert. Praxiserfahrungen und Expertengespräche zeigen allerdings, dass immer wieder Verkehrsteilnehmer die Bedeutung dieser farblichen Gestaltungen nicht verstehen. Verkehrsplaner betonen in diesem Zusammenhang zwar, es sei irrelevant, ob Verkehrsteilnehmer die Bedeutung verstehen oder nicht. Zentral sei, dass sie ihr Verhalten intuitiv aufgrund der farblichen Gestaltungen anpassen. Trotzdem stellt sich angesichts der Praxiserfahrungen die Frage, ob eine infrastrukturelle Situation als selbsterklärend eingestuft werden darf, wenn sich Verkehrsteilnehmer wiederkehrend nach deren Bedeutung erkundigen.



Abb.22 Breite Bänder an Fahrbahnrad (Quelle: VSS Norm 640 214)

5.2.2 Fehlertolerant? Beispiel VSS-Norm 640 677 «Alleebäume; Grundlagen»

In dieser Norm wird u. a. der Abstand von Alleebäumen in Abhängigkeit des Vegetations- und des Strassentyps festgelegt. Die Werte liegen dabei unter den in der Literatur empfohlenen Abständen (vgl. beispielsweise [62]). An Hochleistungsstrassen (Autobahnen) sind für einzelne Bäume Abstände von lediglich 6 bis 7 m, an Ausserortsstrassen Abstände von 4 bis 5 m gefordert. Die deutliche Unterschreitung (je nach Fall bis 2 Meter) der in der Literatur gefundenen Werte zeigt, dass in diesem Normenbeispiel die fehlertoleranten Prinzipien nicht eingehalten sind.

5.3 Analyse des Verhaltens

5.3.1 Einleitung

Zentrales Ziel einer selbsterklärenden Verkehrsanlage ist es, Verkehrsteilnehmer zu einem intuitiv korrekten Verhalten zu veranlassen. Wären also bei Verkehrsanlagen die selbsterklärenden Prinzipien erfüllt, dürfte daraus streng genommen kein unangepasstes Verhalten resultieren. Anhand zweier Beispiele von Verhaltensanalysen – Geschwindigkeitsverhalten und Anhaltequote vor Fussgängerstreifen – wird im Folgenden aufgezeigt, dass die selbsterklärenden Prinzipien bei weitem nicht bei allen Verkehrsanlagen umgesetzt sind.

5.3.2 Geschwindigkeitsverhalten

Anhand der Analyse der gefahrenen Geschwindigkeiten, kann exemplarisch aufgezeigt werden, dass selbsterklärende Prinzipien auf Schweizer Strassen oftmals nicht berücksichtigt sind. Unangemessene Geschwindigkeiten sind ein Anhaltspunkt für deren Fehlen. Denn selbsterklärende Strassen müssten bewirken, dass sich Verkehrsteilnehmer intuitiv angemessen verhalten (z. B. eine angemessene Geschwindigkeit fahren).

Verschiedene Indikatoren ermöglichen die Ermittlung der gefahrenen Geschwindigkeiten auf den verschiedenen Strassentypen der Schweiz. Einerseits ist bekannt, welcher Anteil der PW-Lenker auf welchem Strassentyp mit überhöhter Geschwindigkeit fährt: 2010 betrug er ausserorts 31 %, innerorts 23 % und auf Autobahnen 18 % (**Abb.23**) [63]. In den vorausgehenden 10 Jahren haben sich die Strassenbenützer tendenziell zunehmend an die Tempolimiten auf Autobahnen, nicht jedoch an jene auf Ausserorts- und Innerortsstrassen gehalten. Die Quote der Geschwindigkeitsüberschreitungen variiert jedoch stark nach Uhrzeit, meteorologischen Bedingungen, Strassenart, Verkehrsaufkommen und Ort.

Andererseits lässt sich die Durchschnittsgeschwindigkeit auf den unterschiedlichen Strassentypen bestimmen: 2010 lag die gemessene Durchschnittsgeschwindigkeit je nach Ort 5 bis 12 % unter dem Tempolimit (**Abb.24**). Ein weiterer wichtiger Indikator für die Sicherheit auf unseren Strassen – und implizit, ob die Strassen selbsterklärend sind – ist die maximale Geschwindigkeit, mit der 85 % der Lenker unterwegs sind oder – anders ausgedrückt – die von 15 % überschritten wird (V85). 2010 lag dieser Wert auf den Autobahnen mit 121 km/h und den Ausserortsstrassen mit 84 km/h über der zulässigen Höchstgeschwindigkeit. Auf Innerortsstrassen hingegen entsprach er der Tempolimite (50 km/h).

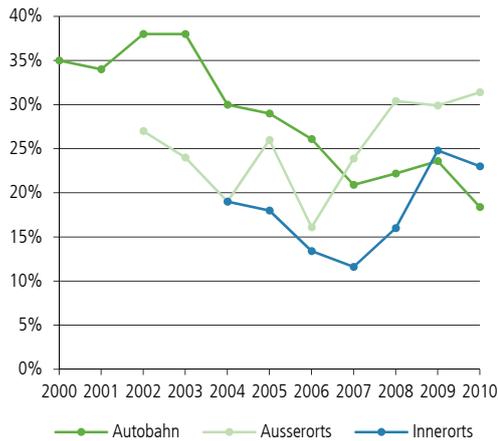


Abb.23 Anteil der Fahrzeuglenker über der Geschwindigkeitslimite nach Ortslage, 2000-2010, [63] IVT: Geschwindigkeitsmessungen

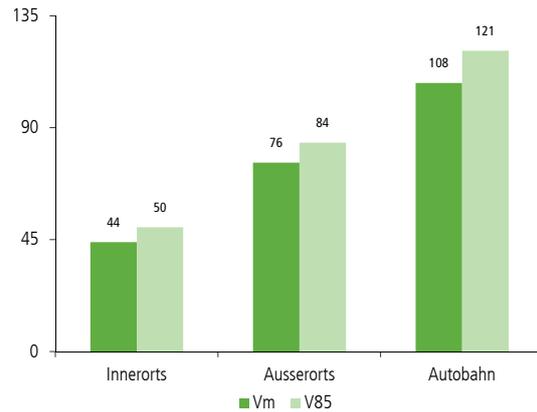


Abb.24 Durchschnittsgeschwindigkeit (Vm) und Geschwindigkeit, die von 85 % der Fahrzeuglenker eingehalten wird (V85) nach Ortslage, 2010 [63] IVT: Geschwindigkeitsmessungen

Gemäss der 2011 von der bfu durchgeführten Bevölkerungsbefragung ist zu schnelles Fahren ein verbreitetes Risikoverhalten: 81 % der PW-Lenker gaben an, zumindest hin und wieder die Höchstgeschwindigkeit zu überschreiten, 10 % gaben sogar zu, dies oft zu tun [64].

Die Befragung der Motofahrzeuglenkenden in der Schweiz, welche alle 2 bis 3 Jahre stattfindet Bemo [65], hat für das Jahr 2011 gezeigt, dass lediglich 13 % nie zu schnell fahren, d. h. nie über der Geschwindigkeitslimite fahren. Das selbstberichtete Verhalten der Motorfahrzeuglenkenden hängt aber stark von der Ortslage ab (**Tab. 2**). Während auf Autobahnen lediglich ¼ nie schneller als erlaubt fahren, sind es auf Ausserortsstrassen ⅓ und auf Innerortsstrassen fast ⅔.

Tab. 2 Geschwindigkeitsüberschreitungen nach Strassentyp in Prozent, 2011[65]

Text	Innerorts	Ausserorts	Autobahn
Nie	60.6	33.0	25.1
Einmal pro Jahr	9.8	9.2	6.7
Einige Male pro Jahr	22.3	40.0	44.8
Jeden Monat	3.8	8.9	11.0
Jede Woche	2.4	4.7	5.5
Mehrmals pro Woche	0.5	2.1	3.7
Jeden Tag	0.2	1.6	2.8
Weiss nicht	0.3	0.4	0.4

5.3.3 Anhaltequote vor Fussgängerstreifen

Ewert konnte bei einer Untersuchung von 100 Fussgängerstreifen in der Schweiz eine Anhaltequote von rund 50 % nachweisen [66]. Eine andere Schweizer Studie [67] gelangt zu differenzierteren Resultaten. So ist die Anhaltequote beispielsweise höher, wenn eine Fussgängerschutzinsel vorhanden ist, wenn Fussgänger in Gruppen queren und wenn sie – aus Sicht des Lenkers – von links queren. Wenngleich bei gewissen Kombinationen Anhaltequoten von bis zu 98 % (zwei Fussgänger, Fussgängerschutzinsel) erhoben wurden, so weisen andere Beispiele Anhaltequoten von lediglich rund 66 % auf (Einzelperson, keine Fussgängerschutzinsel). Resultate aus Österreich zeigen Werte von 40 % [68] bzw. zwischen 8 und 77 % [69].

5.4 Fazit

Die exemplarische Zustandsanalyse von ausgeführten Verkehrsanlagen (Kapitel 5.1) und VSS-Normen (Kapitel 5.2) zeigen, dass ohne grösseren Aufwand Beispiele gefunden werden können, in denen die selbsterklärenden und fehlertoleranten Prinzipien nicht eingehalten sind.

Expertengespräche (bilateral als auch anlässlich des eigens für diese Voranalyse durchgeführten Expertenworkshops; vgl. Kapitel 8.0, Anhang) zeigen durchwegs, dass grosses Verbesserungspotenzial hinsichtlich der Umsetzung selbsterklärender und fehlertoleranter Prinzipien in Normen und Praxis besteht.

Theoretische Überlegungen führen ebenfalls zum Schluss, dass Handlungsbedarf bestehen kann. So sind beispielsweise Strassen, auf denen die geltenden Höchstgeschwindigkeiten nicht eingehalten werden, die Anhaltequoten vor Fussgängerstreifen tief sind (vgl. Kapitel 5.3) oder auf denen andere Regelverstösse stattfinden, möglicherweise nicht selbsterklärend, weil sie das erforderliche Verhalten beim Verkehrsteilnehmer nicht bewirken. Ebenso zeigt das generelle Unfallgeschehen, dass viele Verkehrsanlagen nicht fehlertolerant sein können, und zwar weil sie Fehler nicht «verzeihen» sondern Unfällen «zulassen» (2014: über 50 000 polizeilich registrierte Unfälle; über 17 000 Leichtverletzte; über 4000 Schwerverletzte; 243 Getötete).

Unklar ist hingegen, wie gross das Ausmass dieser Defizite ist – d. h. welchen Anteil sie an der Verkehrs(un)sicherheit haben – und wie diese in der Schweiz generell ausgemerzt werden können. (Eine grobe Abschätzung des Sicherheitsgewinns durch «Self Explaining and Forgiving Roads» wurde durchgeführt, die Erkenntnisse sind in Kapitel 0 dargestellt.)

Um diese Unklarheiten auszuräumen, sind weitergehende Forschungen nötig.

6 Exkurs Sicherheitsgewinn

6.1 Modell zur Ermittlung des Sicherheitsgewinns

Die von der Forschungsabteilung der bfu angewandte Methode zur Abschätzung des Präventionspotenzials von Sicherheitsmassnahmen kommt dem zunehmenden Wunsch nach einem rationalen politischen Entscheidungsprozess entgegen. Ein breites Verständnis evidenzbasierter Prävention beschränkt sich auf die Forderung, dass eine oder mehrere Studien die Wirksamkeit einer Massnahme nachgewiesen hat. Soll indessen abgeschätzt werden, welchen Nutzen eine Massnahme unter anderen Voraussetzungen erbringen wird, genügt es nicht, einzelne Wirksamkeitsstudien beizuziehen. Weitere Parameter sind zu berücksichtigen. Nach der erwähnten Methode ist eine präventive Massnahme relevant, wenn sie auf eine hohe Zahl von schweren Verletzungen und Todesfällen abzielt (theoretisches Rettungspotenzial), auf einen Grossteil dieser Unfälle anwendbar ist (Wirkungsbereich), viele dieser unfallbedingten Verletzungen verhindern kann (eigentliche Wirksamkeit), unter den aktuellen Bedingungen mit einer starken Verbreitung gerechnet werden kann (Realisierungsgrad) und eine hohe Anzahl von Verkehrsteilnehmern diese Massnahme umsetzen, sofern diese die Möglichkeit haben, die Massnahme zu umgehen (Beachtungsgrad). Die Methode gewinnt mit der Zuverlässigkeit der beigezogenen Daten wie Umfrageergebnisse an Bedeutung. Es ist deshalb wichtig, die Ausprägung vieler Parameter im Sinne einer Ausgangslage systematisch zu erheben (z. B. Lichteinschaltquote bei Tag) und die Quelle zu deklarieren.

Die Berechnung des Nutzens einer Massnahme berücksichtigt also 5 Parameter. Die Kernfragen dazu lauten:

- A: Anzahl: Auf welche Zahl von schweren Verletzungen und Todesfällen zielt die Massnahme ab (theoretisches Rettungspotenzial)?
- B: Wirkungsbereich: Bei welchem Anteil dieser Unfälle kann die Massnahme tatsächlich angewandt werden (weil die Massnahme bei diesem Anteil nicht schon realisiert ist bzw. keine Anwendungseinschränkungen vorliegen)?
- C: Wirksamkeit: Welchen Anteil der Verletzten und Todesfälle kann die Massnahme tatsächlich verhindern, wenn sie angewandt wird?
- D: Realisierungsgrad: Mit welcher Verbreitung der Massnahme ist unter den gegebenen Bedingungen maximal und im Durchschnitt über eine bestimmte Zeit zu rechnen?
- E: Beachtungsgrad: Mit welchem Grad von Anwendung durch die Verkehrsteilnehmer – sofern diese die Möglichkeit haben, die Massnahme zu umgehen – ist maximal und im Durchschnitt über eine bestimmte Zeit zu rechnen?

Das theoretisch zu vermeidende Verletzungs- und Todesfallpotenzial wird durch die in Prozent angegebenen Werte B bis E reduziert. Das tatsächliche Rettungspotenzial errechnet sich demnach nach folgender Formel:

$$\text{Tatsächliches Rettungspotenzial} = A \times (B/100) \times (C/100) \times (D/100) \times (E/100)$$

Die Rechnung kann separat für die Maximalwerte (nach 10 Jahren) und die Durchschnittswerte (für die Dauer von 10 Jahren) sowie für Schwerverletzte und Getötete durchgeführt werden. Der Maximal- und der Durchschnittswert differieren z. T. stark, dies weil bei einzelnen Massnahmen die volle Wirkung erst nach 10 oder noch mehr Jahren eintritt. Einerseits besteht die Möglichkeit, dass die Verbreitung (z. B. aus Kostengründen) nur langsam vorangeht (Realisierungsgrad) oder andererseits die Wirkung auf Verhaltensebene nur langsam eintritt (Beachtungsgrad).

Die Datenbasis für die Beurteilung des Nutzens der einzelnen Massnahmen variiert stark. Deshalb wird bei den Resultaten der Nutzenberechnungen nicht ein präziser Wert sondern ein «Range» angegeben.

Die Berechnungen erfolgen auf Basis der polizeilich registrierten Unfälle d. h. die Dunkelziffern (Verhältnis zwischen polizeilich erfassten und nicht erfassten Unfallopfern) werden

nicht berücksichtigt. Dabei wird je nach Anzahl Getöteter und Schwerverletzter auf die Unfallzahlen des aktuellen Jahres, einen 5-Jahresdurchschnitt oder einen 10-Jahresdurchschnitt abgestellt.

Für die nachfolgende Abschätzung wurde das Jahr 2014 als Basis genommen.

6.2 Abschätzung

A: Anzahl: Auf welche Zahl von schweren Verletzungen und Todesfällen zielt die Massnahme ab (theoretisches Rettungspotenzial)?

Es lässt sich kaum quantifizieren, welcher Anteil der Unfälle nicht von der Infrastruktur betroffen ist. Die Infrastruktur spielt fast immer eine Rolle. Sei es im Hinblick darauf, ob sie unter wahrnehmungspsychologischen Aspekten optimal gestaltet war; sei es, ob sie ausreichend Schutz vor Kollisionen bietet oder ob sie die Folgen der Kollisionen so gering wie möglich hält. Daher werden alle Unfälle als durch «Self Explaining and Forgiving Roads» beeinflussbar angesehen. Dies entspricht rund 250 Getöteten und 4000 Schwerverletzten pro Jahr

B: Wirkungsbereich: Bei welchem Anteil dieser Unfälle kann die Massnahme tatsächlich angewandt werden (weil die Massnahme bei diesem Anteil nicht schon realisiert ist bzw. keine Anwendungseinschränkungen vorliegen)?

Es gibt keine flächendeckenden Angaben, wie gross der Anteil selbsterklärender bzw. fehlerintoleranten Strassen in der Schweiz ist. Für die vorliegende Abschätzung wird davon ausgegangen, dass bei 60 bis 80 % noch Potenzial besteht.

C: Wirksamkeit: Welchen Anteil der Verletzten und Todesfälle kann die Massnahme tatsächlich verhindern, wenn sie angewandt wird?

Zur Wirksamkeit gibt es verschiedene Studien, deren Resultate stark streuen. Dieser Prozentsatz hängt davon ab, was für Massnahmen umgesetzt werden. Eine Reduktion um 30 bis 50 % ist durchaus erreichbar.

D: Realisierungsgrad: Mit welcher Verbreitung der Massnahme ist unter den gegebenen Bedingungen maximal und im Durchschnitt über ein bestimmte Zeit zu rechnen?

Bei den Berechnungen wurde davon ausgegangen, dass die Philosophie «Self Explaining and Forgiving Roads» nicht flächendeckend, sondern zu 20 bis 30 % umgesetzt wird.

E: Beachtungsgrad: Mit welchem Grad von Anwendung durch die Verkehrsteilnehmer – sofern diese die Möglichkeit haben, die Massnahme zu umgehen – ist maximal und im Durchschnitt über eine bestimmte Zeit zu rechnen?

Die meisten Infrastrukturmassnahmen, welche auf «Self Explaining» zielen, lassen nach wie vor ein gewisses Mass an Entscheidungsfreiheit für den Verkehrsteilnehmer. Nicht so bei den Massnahmen zu «Forgiving Roads». Bei diesen spielt die Beachtung durch die Verkehrsteilnehmer kaum eine Rolle. Insgesamt wurde für die Berechnung eine Bandbreite von 80 bis 100 % verwendet.

Das (tatsächliche) Rettungspotenzial bzw. der Sicherheitsgewinn bei konsequenter Umsetzung der Philosophie «Self Explaining and Forgiving Roads» beträgt zwischen 10 und 20 Getöteten und 200 bis 300 Schwerverletzten pro Jahr.

Die Abschätzung der Wirksamkeit beruht auf einigen Annahmen. Dies bestätigt einmal mehr, dass vertiefende Forschung zu «Self Explaining and Forgiving Roads» gefordert ist. Nichtsdestotrotz kann gefolgert werden, dass mit der Umsetzung dieser Philosophie nochmals eine deutliche Erhöhung der Strassenverkehrssicherheit erreicht werden kann. Es darf erwartet werden, dass jedes Jahr mindestens **5 % der schweren Unfälle** eliminiert werden. (Bemerkung: Würden 100 % der – statt 20 bis 30 % (wie den vorliegenden Berechnungen zu Grunde gelegt) – Infrastrukturanpassungen vorgenommen, könnten sogar rund 20 % der schweren Unfälle vermieden werden. Dies dürfte aber primär aus Kostengründen kaum realistisch sein.)

7 Forschungspaket SERFOR

7.1 Überblick

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die konsequente Umsetzung von Good-Practice-Lösungen im Infrastrukturbereich ein zentrales Element erfolgreicher nationaler Verkehrssicherheitsstrategien ist, wie die Beispiele Niederlande (Sustainable Safety, «Forgiving Roadsides») oder Schweden (Safe System Approach, Vision Zero) beweisen. Die Schweiz hat mit dem nationalen Verkehrssicherheitsprogramm Via sicura einen weiteren, wichtigen Schritt in diese Richtung gemacht. Die Strasseneigentümer werden mit Via sicura verpflichtet, bei Planung, Bau, Unterhalt und Betrieb der Strasseninfrastruktur den Anliegen der Sicherheit angemessenen Rechnung zu tragen. Auf Initiative des Bundesamtes für Strassen ASTRA wurden konkrete Analyse- und Planungsinstrumente (ISSI) entwickelt und die lokal Verantwortlichen Behörden sind geschult worden. Damit sind grundlegende Voraussetzungen für die Schaffung einer sicheren Strasseninfrastruktur gegeben.

Das Forschungspaket SERFOR soll nun dazu beitragen, die konkreten Infrastrukturlösungen zu überprüfen und wo erforderlich, Verbesserungsmöglichkeiten/-ansätze aufzuzeigen. Dazu werden Normen und gebaute Lösungen vor Ort auf ihren Beitrag zu einem selbsterklärenden und fehlertoleranten System überprüft.

Das Unfallgeschehen auf Schweizer Strassen sowie der in Kapitel 0 dargestellte – auf Literaturanalyse, Expertengesprächen, exemplarischen Zustandsanalysen von bestehenden Verkehrsanlagen und Normen basierende – Handlungsbedarf haben gezeigt, dass ein umfassendes – auf die Schweiz zugeschnittenes – Forschungspaket zur Thematik «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) nötig ist. Verschiedene Möglichkeiten zur Strukturierung wurden vorgeschlagen, geprüft und die Bestvariante in Absprache mit der Begleitkommission (BK) ausgewählt. Das vorgeschlagene Forschungspaket umfasst 4 Forschungsprojekte:

- FP1 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Grenzen und Möglichkeiten menschlichen Handelns in Bezug auf die Infrastruktur
- FP2 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Verkehrsteilnehmerspezifische Analyse und Handlungsbedarf an Knoten und Strecken(abschnitten) auf Innerortsstrassen
- FP3 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Verkehrsteilnehmerspezifische Analyse und Handlungsbedarf an Knoten und Strecken(abschnitten) auf Ausserortsstrassen
- FP4 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Koordination Forschungspaket, Massnahmenwirkung, Umsetzung und Synthese

Das Forschungspaket wird von einer Begleitkommission (BK) betreut, welche sich zumindest aus Vertretern von VSS, SVI und ASTRA zusammensetzt. Optimalerweise sind auch die bfu und andere Experten vertreten. Die Grösse der BK sollte aber die Anzahl von 10 Mitgliedern nicht übersteigen.

7.2 Pflichtenheft Forschungsprojekt FP1 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) – Grenzen und Möglichkeiten menschlichen Handelns in Bezug auf die Infrastruktur

7.2.1 Beschreibung Forschungspaket (Gesamtprojekt)

Die im Auftrag des VSS und der SVI von der bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung durchgeführte Voranalyse «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) hat gezeigt, dass ein umfassendes – auf die Schweiz zugeschnittenes – Forschungspaket zu dieser Thematik nötig ist. Das vorgeschlagene Forschungspaket umfasst 4 Forschungsprojekte:

- FP1 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Grenzen und Möglichkeiten menschlichen Handelns in Bezug auf die Infrastruktur
- FP2 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Verkehrsteilnehmerspezifische Analyse und Handlungsbedarf an Knoten und Strecken(abschnitten) auf Innerortsstrassen
- FP3 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Verkehrsteilnehmerspezifische Analyse und Handlungsbedarf an Knoten und Strecken(abschnitten) auf Ausserortsstrassen
- FP4 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Koordination Forschungspaket, Massnahmenwirkung, Umsetzung und Synthese

Das vorliegende Pflichtenheft fokussiert das FP1 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) «Grenzen und Möglichkeiten menschlichen Handelns in Bezug auf die Infrastruktur» und ist auf die anderen 3 Projekte abgestimmt.

7.2.2 Ausgangslage

Die Gestaltung der Strassen und des Strassenraumes beeinflusst das Verhalten der Verkehrsteilnehmer. Bedeutsam ist dies nicht nur für die Autofahrer, sondern auch für andere Verkehrsteilnehmergruppen. Zentral ist, dass alle Verkehrsteilnehmer davon profitieren und nicht nur bestimmte Personengruppen.

Fachleute sind sich einig, dass die Grenzen menschlicher Leistungsfähigkeit zentrale Planungsgrössen für die Strasseninfrastruktur sein müssen. Diese allgemeine Erkenntnis kann indessen nur dann in konkrete Gestaltungsprinzipien münden, wenn die Aufgabe und Anforderungen der Verkehrsteilnahme analysiert, die auftretenden Abweichungen vom erwarteten Verhalten klassifiziert sowie darauf aufbauend Lösungen erarbeitet werden. Diese Lösungen sollen die Komplexität von Verkehrssituationen sowie die Notwendigkeit vieler und komplexer Entscheidungen reduzieren.

Der Paradigmenwechsel von der Beeinflussung des fehlerhaften Verkehrsteilnehmers hin zur Gestaltung eines sicheren Systems kann mit Erkenntnissen der kognitiven Ergonomie begründet werden. Ziel ist die Gestaltung einer fehlervermeidenden und fehlertoleranten Umgebung. Fahrzeuge, Strassen und Abläufe sind demnach so zu gestalten, dass menschliche Handlungen weniger von kurzfristigen, individuellen Entscheidungen abhängig sind.

7.2.3 Zielsetzung

Das gewonnene Wissen bildet die Basis für die Forschungsprojekte FP2, FP3 und FP4.

Es soll geklärt werden, welche Erkenntnisse für die Strassenraumgestaltung sich aus dem Wissen über menschliches (Fehl-)verhalten im Strassenverkehr ergeben.

Es sollen grundsätzliche Überlegungen zum Zusammenhang zwischen der menschlichen Leistungsfähigkeit und der Planung, der Ausgestaltung und dem Betrieb von Strassen erstellt werden. Insbesondere sind Grundsätze zu Projektierungselementen, Gestaltungselementen, Signalisation und Betrieb (z. B. Geschwindigkeitsmanagement) zu erarbeiten.

7.2.4 Forschungsgegenstand und Vorgehen

Die Aufgabe einer sicheren Verkehrsteilnahme

In einem ersten Schritt erfolgt eine Analyse der an die Verkehrsteilnehmer gestellten Aufgabe sowie der damit einhergehenden Anforderungen. Dabei werden häufig die drei Dimensionen a) Aufgabenhierarchie (strategisch entscheiden, manövrieren, kontrollieren), b) Informationsverarbeitung (selektionieren, verarbeiten, handeln) und c) Handlungsausführung (regelbasiert, wissensbasiert, fähigkeitsbasiert) unterschieden. Diese oder eine ähnliche Definition soll verwendet und Unterschiede zwischen den verschiedenen Verkehrsteilnehmergruppen herausgearbeitet werden.

Klassifizierung und Ursachen möglichen Fehlverhaltens

Bei der Verkehrsteilnahme können auf allen in Schritt 1 beschriebenen Ebenen Fehler resp. Abweichungen vom geforderten Leistungsniveau festgestellt werden. Es gilt aufzuzeigen, welche sicherheitsrelevanten Abweichungen auftreten, wobei eine überschaubare Zahl von Fehlerklassen beschrieben werden soll. Diese Klassifizierung soll sich an bestehende Modelle wie dasjenige von Reason [70] anlehnen. Entscheidend ist, dass auch die psychologischen Ursachen dieser Fehler beschrieben werden und eventuelle Unterschiede zwischen den verschiedenen Verkehrsteilnehmergruppen herausgearbeitet werden.

Ableitung grundlegender Design-Regeln für die Strasseninfrastruktur

Die in den beiden ersten Arbeitsschritten erarbeiteten Leistungsmöglichkeiten bzw. Formen und Ursachen 'menschlichen Versagens' im Strassenverkehr dienen in einem dritten Arbeitsschritt als Grundlage für die Formulierung zentraler Gestaltungselemente der Strasseninfrastruktur. Diese können grundlegender oder spezifischer Natur sein. Entscheidend ist, dass aus der Begründung dieser Vorschläge hervorgeht, welche Ursache menschlichen Fehlverhaltens in welchem Sinne beeinflusst wird. Schliesslich ist der Auftragnehmer auch angehalten, nicht von einer Maximalleistung eines idealen Verkehrsteilnehmers auszugehen. Die Design-Regeln sollten insbesondere auch Verkehrsteilnehmern mit besonderen Leistungsgrenzen (v. a. Kinder und Senioren) dienen und von alltäglichen Leistungsbeeinträchtigungen wie Ablenkung ausgehen (begrenzte Aussagekraft von Fahrsimulator-Experimenten).

Untersuchung der Relevanz von Ortskenntnis, Betrieb und Netzplanung

Nicht nur die Infrastruktur selbst hat einen Einfluss darauf, ob Strassenverkehrsanlagen selbsterklärend (im umfassenden Sinn) sind, sondern auch die Tatsache, ob Verkehrsteilnehmer ortskundig sind. Zudem spielt der Betrieb auf einer Verkehrsanlage eine zentrale Rolle und möglicherweise kann bereits die Netzplanung die Selbsterklärung der Infrastruktur beeinflussen. Im vierten Arbeitsschritt sind deshalb diese Aspekte zu untersuchen.

7.2.5 Methoden

Im Rahmen des Eingabeverfahrens steht es dem Offertsteller frei, andere als die hier erwähnten Methoden vorzuschlagen und entsprechend das Vorgehen anzupassen. Vorzusehen sind aus jetziger Sicht:

- Literaturanalyse
- Expertenworkshop(s)

7.2.6 Projektmanagement

Projektorganisation

Die Projektorganisation ist auf diejenige des Forschungspakets (Gesamtprojekt) abzustimmen. Diese ist in Kapitel 7.5 beschrieben.

Zeitplan

Die Bearbeitungsdauer beträgt ab Auftragserteilung ca. 1 Jahr und ist auf die anderen Forschungsprojekte abzustimmen (siehe Kapitel 7.5).

Reporting

Das Reporting erfolgt in Form eines Zwischenberichts sowie eines Schlussberichts, welche in der BK diskutiert und von dieser verabschiedet/genehmigt werden.

Aufwand

Es wird mit einem Aufwand von ca. CHF 120'000.– gerechnet.

7.3 Pflichtenheft Forschungsprojekt FP2 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) – Verkehrsteilnehmerspezifische Analyse und Handlungsbedarf an Knoten und Strecken(abschnitten) auf Innerortsstrassen

7.3.1 Beschreibung Forschungspaket (Gesamtprojekt)

Die im Auftrag des VSS und der SVI von der bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung durchgeführte Voranalyse «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) hat gezeigt, dass ein umfassendes – auf die Schweiz zugeschnittenes – Forschungspaket zu dieser Thematik nötig ist. Das vorgeschlagene Forschungspaket umfasst 4 Forschungsprojekte:

- FP1 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Grenzen und Möglichkeiten menschlichen Handelns in Bezug auf die Infrastruktur
- FP2 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Verkehrsteilnehmerspezifische Analyse und Handlungsbedarf an Knoten und Strecken(abschnitten) auf Innerortsstrassen
- FP3 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Verkehrsteilnehmerspezifische Analyse und Handlungsbedarf an Knoten und Strecken(abschnitten) auf Ausserortsstrassen
- FP4 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Koordination Forschungspaket, Massnahmenwirkung, Umsetzung und Synthese

Das vorliegende Pflichtenheft fokussiert das Forschungsprojekt FP2 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) «Verkehrsteilnehmerspezifische Analyse und Handlungsbedarf an Knoten und Strecken(abschnitten) auf Innerortsstrassen» und ist auf die anderen 3 Projekte abgestimmt.

7.3.2 Ausgangslage

Knoten

Auf öffentlichen Verkehrsflächen kommt es zwangsläufig immer wieder zu Situationen, in denen zwei Verkehrsteilnehmer im Begriff sind, gleichzeitig dieselbe Stelle zu befahren oder zu begehen. Die Strassenverkehrsgesetzgebung sowie einige Bundesgerichtsentscheide regeln diese Fälle ausführlich. Trotzdem sind 35 % aller schweren Personenschäden innerorts auf Vortrittsmissachtungen (v. a. an Knoten) zurückzuführen. Diese können bei verschiedensten Verkehrssituationen vorkommen, wie beispielsweise beim Queren einer übergeordneten Strasse, bei Fussgängerstreifen oder beim Linksabbiegen an einer lichtsinalgeregelter Kreuzung (z. B. Vollgrün). Ebenso gilt es zu berücksichtigen, dass verschiedenste Verkehrsteilnehmer aufeinandertreffen können.

Die Analyse des Unfallgeschehens der Jahre 2011 bis 2014 zeigt folgendes Bild: An Knoten innerorts werden jährlich rund 30 Verkehrsteilnehmer tödlich, etwa 900 schwer und etwas über 4100 leicht verletzt. Betrachtet man ausschliesslich die schweren Personenschäden (Getötete und Schwerverletzte), so zeigt sich, dass Motorradfahrer am häufigsten betroffen sind (35 %), gefolgt von den Radfahrern (29 %) und Fussgängern (15 %). Fast die Hälfte aller schweren Personenschäden ist bei Abbiege- bzw. Einbiegeunfällen zu verzeichnen. Überraschenderweise verunfallen Verkehrsteilnehmer bei Knoten innerorts auch relativ häufig (16 %) bei einem Schleuder-/Selbstunfall schwer. Annähernd je rund 14 % aller schweren Personenschäden resultieren schliesslich bei Fussgänger- bzw. Querungsunfällen. Die häufigsten Hauptverursacher schwerer Unfälle bei Knoten innerorts sind Personenwagenlenker (43 %), gefolgt von Motorradfahrern (19 %) und Radfahrer (17 %).

Strecken(abschnitte)

Die Prinzipien hinsichtlich selbsterklärender und fehlertoleranter Strasse unterscheiden sich grundsätzlich zwischen Knoten und Strecken(abschnitten). Auf Strecken(abschnitten) innerorts gilt das Hauptaugenmerk den seitlichen Gefahren sowie der Koexistenz mit ver-

schiedensten Verkehrsteilnehmergruppen. Eine selbsterklärende Ausführung der Verkehrsanlagen versetzt dabei Verkehrsteilnehmer in die Lage, sowohl die seitlichen Gefahren als auch das Verhalten anderer Verkehrsteilnehmer intuitiv wahrnehmen und korrekt einschätzen zu können.

Die Analyse des Unfallgeschehens der Jahre 2011 bis 2014 zeigt, dass auf freier Strecke innerorts jährlich rund 77 Verkehrsteilnehmer tödlich, rund 1550 schwer und etwas über 6500 leicht verunfallen. Die Verteilung der Anzahl schwerer Personenschäden (Getötete und Schwerverletzte) auf die verschiedenen Verkehrsteilnehmer zeigt, dass Fussgänger am häufigsten betroffen sind (28 %), gefolgt von den Motorradfahrern (25 %) und Radfahrern (23 %).

Zwei Drittel aller schweren Personenschäden sind bei Schleuder-/Selbstunfällen und 28 % beim Unfalltyp «Fussgängerunfall» zu verzeichnen. Am dritthäufigsten resultieren schwere Personenschäden aus Auffahrunfällen (9 %).

Die häufigsten Hauptverursacher schwerer Unfälle auf freier Strecke innerorts sind Personwagenlenker (40 %), gefolgt von Radfahrern (20 %) und Motorradfahrern (18 %).

Konsequenz

Aufgrund des in der Voranalyse «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) dargestellten Unfallgeschehens, dem Verhalten der Verkehrsteilnehmer, den exemplarisch festgestellten Mängeln an den Strassenanlage sowie der Normen konnte festgestellt werden, dass Knoten und Strecken(abschnitte) innerorts Optimierungsbedarf betreffend «Self Explaining and Forgiving Roads» aufweisen dürften. Mit dem hier beschriebenen Forschungsprojekt soll diese Thematik umfassend untersucht und Empfehlungen für die Prävention erarbeitet werden.

7.3.3 Zielsetzung

Das gewonnene Wissen aus Forschungsprojekt FP1 bildet die Basis für die Forschungsprojekte FP2 und FP3, welche parallel zueinander erarbeitet werden.

Es soll geklärt werden, ob die Grundsätze zu Projektierungselementen, Gestaltungselementen, Signalisation und Betrieb (z. B. Geschwindigkeitsmanagement) (aus FP1) durch zusätzliche – für innerörtliche Knoten und Strecken(abschnitte) spezifische – Grundsätze ergänzt und konkretisiert werden müssen.

Es ist zu prüfen, ob sich die erarbeiteten Grundsätze in den VSS-Normen widerspiegeln und inwieweit die gebauten Knoten und Strecken(abschnitte) diesen Grundätzen entsprechen (Handlungsbedarf).

Basierend auf dem Handlungsbedarf ist die Umsetzung der Philosophie der «Self Explaining and Forgiving Roads» für Innerortsstrassen zu skizzieren und die dazu nötigen Massnahmen zu beschreiben. Dies soll als Basis für die Definition einer Umsetzungsstrategie für «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) in der Schweiz (Aufgabe im FP4 «Koordination, Massnahmenwirkung, Umsetzung und Synthese») dienen.

7.3.4 Forschungsgegenstand und Vorgehen

Folgendes schematisches Vorgehen ist für das Vorgehen im FP2 relevant:

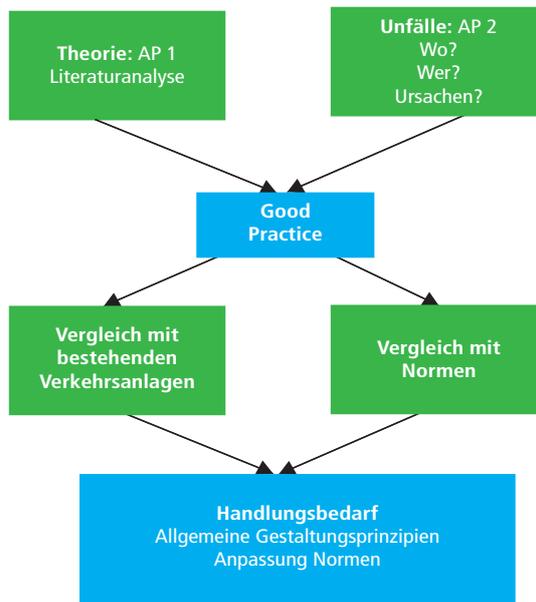


Abb.25 Vorgehen im FP2

Good Practice

In einem ersten Arbeitsschritt wird eine Literaturanalyse zu «Innerortsstrassen» durchgeführt (Arbeitspaket AP1) und das Unfallgeschehen an innerörtlichen Knoten und Strecken(abschnitten) detailliert analysiert (Arbeitspaket AP2). Basierend auf den Erkenntnissen dieser 2 Arbeitspakete, sowie den Resultaten aus FP1 «Grenzen und Möglichkeiten des menschlichen Handeln in Bezug auf die Infrastruktur» werden – spezifisch für Innerortsstrassen – Grundsätze festgelegt (Good Practice).

Handlungsbedarf

Die Good Practice-Erkenntnisse werden in einem zweiten Arbeitsschritt einerseits den bestehenden Verkehrsanlagen (umfangreiche Stichprobe) und andererseits den relevanten Normen gegenübergestellt. Der sich daraus ergebende Handlungsbedarf wird dokumentiert, eine Massnahmenstrategie erarbeitet und bewertet. Letztere wiederum dient als Basis für die Definition einer Umsetzungsstrategie für «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) in der Schweiz, welche in FP4 «Koordination, Wirkungskontrolle, Umsetzung und Synthese» entwickelt wird.

7.3.5 Methoden

Im Rahmen des Eingabeverfahrens steht es dem Offertsteller frei, andere als die hier erwähnten Methoden vorzuschlagen und entsprechend das Vorgehen anzupassen. Vorzusehen sind aus jetziger Sicht:

- Literaturanalyse
- Expertenworkshop(s)
- Analyse zufällig ausgewählter Strassenanlagen
- Analyse aller relevanten VSS-Normen
- Unfallanalyse
- Verhaltenserfassung und -analyse

7.3.6 Projektmanagement

Projektorganisation

Die Projektorganisation ist auf diejenige des Forschungspakets (Gesamtprojekt) abzustimmen. Diese ist in Kapitel 7.5 beschrieben.

Zeitplan

Die Bearbeitungsdauer beträgt ab Auftragserteilung ca. 2 Jahre und ist auf die anderen Forschungsprojekte abzustimmen (siehe Kapitel 7.5).

Reporting

Das Reporting erfolgt in Form dreier Zwischenberichte sowie eines Schlussberichts, welche in der BK diskutiert und von dieser verabschiedet/genehmigt werden.

Aufwand

Es wird mit einem Aufwand von ca. CHF 350'000.– gerechnet.

7.4 Pflichtenheft Forschungsprojekt FP3 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) – Verkehrsteilnehmerspezifische Analyse und Handlungsbedarf an Knoten und Strecken(abschnitten) auf Ausserortsstrassen

7.4.1 Beschreibung Forschungspaket (Gesamtprojekt)

Die im Auftrag des VSS und der SVI von der bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung durchgeführte Voranalyse «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) hat gezeigt, dass ein umfassendes – auf die Schweiz zugeschnittenes – Forschungspaket zu dieser Thematik nötig ist. Das vorgeschlagene Forschungspaket umfasst 4 Forschungsprojekte:

- FP1 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Grenzen und Möglichkeiten menschlichen Handelns in Bezug auf die Infrastruktur
- FP2 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Verkehrsteilnehmerspezifische Analyse und Handlungsbedarf an Knoten und Strecken(abschnitten) auf Innerortsstrassen
- FP3 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Verkehrsteilnehmerspezifische Analyse und Handlungsbedarf an Knoten und Strecken(abschnitten) auf Ausserortsstrassen
- FP4 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Koordination Forschungspaket, Massnahmenwirkung, Umsetzung und Synthese

Das vorliegende Pflichtenheft fokussiert das Forschungsprojekt FP3 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) «Verkehrsteilnehmerspezifische Analyse und Handlungsbedarf an Knoten und Strecken(abschnitten) auf Ausserortsstrassen» und ist auf die anderen 3 Projekte abgestimmt.

7.4.2 Ausgangslage

Ausserortsstrassen sind ein besonderer Strassentyp, der vielfältige Aufgaben zu erfüllen hat: Einerseits werden darauf beachtliche Entfernungen überwunden. Das führt dazu, dass die Geschwindigkeitslimiten nicht zu tief angesetzt werden können. Andererseits vermischen sich verschiedene Verkehrsteilnehmergruppen, die sich hinsichtlich ihrer Geschwindigkeiten und Massen deutlich unterscheiden. Aus dieser verhältnismässig grossen Heterogenität des Verkehrsgeschehens erklärt sich zumindest ein Teil der Probleme, die auf Ausserortsstrassen bestehen.

Bereits in den Jahren 1998 und 1999 wurde von der OECD eine Arbeitsgruppe zum Thema Sicherheit auf Ausserortsstrassen geleitet. Deren Arbeit mündete in einen Bericht, der sich mit dem Ausmass des Problems und den möglichen Lösungsansätzen beschäftigte: Gemäss diesem Bericht müsste besonderer Wert auf die Möglichkeiten zur Verhinderung bzw. Verminderung der Schwere der Unfallklasse 'Kollision mit festem Hindernis ausserhalb der Fahrbahn' gelegt werden («forgiving»). Ebenfalls von Bedeutung sind gemäss OECD-Bericht: Erkennbarkeit und Einheitlichkeit der Strasse, Sichtbarkeit und Verkehrssignalisation («self explaining»).

In der wissenschaftlichen Literatur wird immer wieder erwähnt, dass sich das Unfallgeschehen auf Ausserortsstrassen ziemlich dispers verteilt, d. h. dass es wenig lokale Unfallschwerpunkte gibt, wo sich eine Sanierung lohnen würde. Dies spricht dafür, Grundsätze festzulegen, wie die freien Strecken und die Knotenpunkte auf Landstrassen zu gestalten sind – im Sinne von «Self Explaining and Forgiving Roads».

Die Analyse des Unfallgeschehens der Jahre 2011 bis 2014 zeigt folgendes Bild. Auf freier Strecke ausserorts verunfallen jährlich knapp 130 Verkehrsteilnehmer tödlich, knapp 1100 schwer und rund 3450 leicht. Die schweren Personenschäden fallen dabei fast ausschliesslich auf PW-Insassen (42 %) und Motorradfahrer (34 %). Radfahrer (13 %) sind am dritthäufigsten betroffen.

Rund 60 % aller schweren Personenschäden sind auf freier Strecke ausserorts bei Schleuder-/Selbstunfällen zu verzeichnen und 15 % bei Frontalkollisionen. Die häufigsten Hauptverursacher schwerer Unfälle auf diesen Verkehrsanlagen sind Personenwagenlenker (46 %) und Motorradfahrer (31 %).

Aufgrund des in der Voranalyse «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) dargestellten Unfallgeschehens, dem Verhalten der Verkehrsteilnehmer, den exemplarisch festgestellten Mängeln an den Strassenanlage sowie der Normen konnte festgestellt werden, dass Strecken(Abschnitte) und Knotenpunkte ausserorts Optimierungsbedarf betreffend «Self Explaining and Forgiving Roads» aufweisen dürften. Mit dem hier beschriebenen Forschungsprojekt soll diese Thematik umfassend untersucht und Empfehlungen für die Prävention erarbeitet werden.

7.4.3 Zielsetzung

Das gewonnene Wissen aus Forschungsprojekt FP1 bildet die Basis für die Forschungsprojekte FP2 und FP3, welche parallel zueinander erarbeitet werden.

Es soll geklärt werden, ob die Grundsätze zu Projektierungselementen, Gestaltungselementen, Signalisation und Betrieb (z. B. Geschwindigkeitsmanagement) (aus FP1) durch zusätzliche – für ausserörtliche Knoten und Strecken spezifische – Grundsätze ergänzt und konkretisiert werden müssen.

Es ist zu prüfen, ob sich die erarbeiteten Grundsätze in den VSS-Normen widerspiegeln und inwieweit die gebauten Strassen diesen Grundätzen entsprechen (Handlungsbedarf).

Basierend auf dem Handlungsbedarf ist die Umsetzung der Philosophie der «Self Explaining and Forgiving Roads» für Ausserortsstrassen zu skizzieren und die dazu nötigen Massnahmen zu beschreiben. Dies soll als Basis für die Definition einer Umsetzungsstrategie für «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) in der Schweiz (Aufgabe im FP4 «Koordination, Massnahmenwirkung, Umsetzung und Synthese») dienen.

7.4.4 Forschungsgegenstand und Vorgehen

Folgendes schematisches Vorgehen ist für das Vorgehen im FP4 relevant:

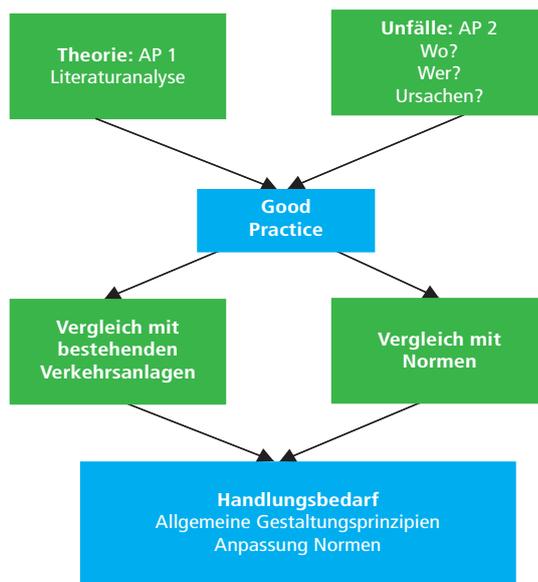


Abb.26 Vorgehen im FP3

Good Practice

In einem ersten Arbeitsschritt wird eine Literaturanalyse zu «Ausserortstrassen» durchgeführt (Arbeitspaket AP1) und das Unfallgeschehen auf Knoten und Strecken(abschnitten) ausserorts detailliert analysiert (Arbeitspaket AP2). Basierend auf den Erkenntnissen dieser 2 Arbeitspakete sowie den Resultaten aus FP1 «Grenzen und Möglichkeiten des menschlichen Handelns in Bezug auf die Infrastruktur» werden – spezifisch für Ausserortsstrassen – Grundsätze festgelegt (Good Practice).

Handlungsbedarf

Die Good Practice-Erkenntnisse werden in einem zweiten Arbeitsschritt einerseits den bestehenden Verkehrsanlagen (umfangreiche Stichprobe) und andererseits den relevanten Normen gegenübergestellt. Der sich daraus ergebende Handlungsbedarf wird dokumentiert, eine Massnahmenstrategie erarbeitet und bewertet. Letztere wiederum dient als Basis für die Definition einer Umsetzungsstrategie für «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) in der Schweiz, welche in FP4 «Koordination, Massnahmenwirkung, Umsetzung und Synthese» entwickelt wird.

7.4.5 Methoden

Im Rahmen des Eingabeverfahrens steht es dem Offertsteller frei, andere als die hier erwähnten Methoden vorzuschlagen und entsprechend das Vorgehen anzupassen. Vorzusehen sind aus jetziger Sicht:

- Literaturanalyse
- Expertenworkshop(s)
- Analyse zufällig ausgewählter Strassenanlagen
- Analyse aller relevanten VSS-Normen
- Unfallanalyse
- Verhaltenserfassung und -analyse

7.4.6 Projektmanagement

Projektorganisation

Die Projektorganisation ist auf diejenige des Forschungspakets (Gesamtprojekt) abzustimmen. Diese ist in Kapitel 7.5 beschrieben.

Zeitplan

Die Bearbeitungsdauer beträgt ab Auftragserteilung ca. 2 Jahre und ist auf die anderen Forschungsprojekte abzustimmen (siehe Kapitel 7.5).

Reporting

Das Reporting erfolgt in Form dreier Zwischenberichte sowie eines Schlussberichts, welche in der BK diskutiert und von dieser verabschiedet/genehmigt werden.

Aufwand

Es wird mit einem Aufwand von ca. CHF 250'000.– gerechnet.

7.5 Pflichtenheft Forschungsprojekt FP4 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) – Koordination Forschungspaket, Massnahmenwirkung, Umsetzung und Synthese

7.5.1 Beschreibung Forschungspaket (Gesamtprojekt)

Die im Auftrag des VSS und der SVI von der bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung durchgeführte Voranalyse «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) hat gezeigt, dass ein umfassendes – auf die Schweiz zugeschnittenes – Forschungspaket zu dieser Thematik nötig ist. Das vorgeschlagene Forschungspaket umfasst 4 Forschungsprojekte:

- FP1 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Grenzen und Möglichkeiten menschlichen Handelns in Bezug auf die Infrastruktur
- FP2 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Verkehrsteilnehmerspezifische Analyse und Handlungsbedarf an Knoten und Strecken(abschnitten) auf Innerortsstrassen
- FP3 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Verkehrsteilnehmerspezifische Analyse und Handlungsbedarf an Knoten und Strecken(abschnitten) auf Ausserortsstrassen
- FP4 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Koordination Forschungspaket, Massnahmenwirkung, Umsetzung und Synthese

Das vorliegende Pflichtenheft fokussiert das Forschungsprojekt FP4 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) «Koordination Forschungspaket, Massnahmenwirkung, Umsetzung und Synthese» und ist auf die anderen 3 Projekte abgestimmt.

7.5.2 Zielsetzung

Das Forschungspaket ist administrativ zu begleiten.

Die Begleitkommission ist fachlich und organisatorisch zu unterstützen.

Die Wirkung der in den Forschungspaketen FP2 und FP3 vorgeschlagenen Massnahmen ist zu berechnen und zu dokumentieren.

Es ist ein zusammenfassender Forschungsbericht mit den wichtigen Erkenntnissen aus den einzelnen Forschungsprojekten zu erstellen.

Der Schwerpunkt des Schlussberichts liegt bei der Definition einer Umsetzungsstrategie für «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) in der Schweiz. Die Implementierungsmassnahmen (z. B. Normüberarbeitungen durch verschiedenen VSS-Kommissionen, Anpassungen ISSI, Weisungen ASTRA, Schulungen/Weiterbildungen diverser Fachleute etc.) sind zu beschreiben und zu beurteilen.

7.5.3 Projektmanagement

Projektorganisation

Die Forschungspakete FP2 und FP3 basieren einerseits auf dem Forschungspaket FP1 und untersuchen andererseits dieselbe Fragestellung, jedoch für einen spezifischen Untersuchungsgegenstand (Innerorts- bzw. Ausserortsstrassen). Die Koordination erfolgt über das hier beschriebene Projekt.

Der Auftraggeber wird vertreten durch die Begleitkommission. Sie überwacht das Forschungspaket aus strategischer und Gesamtsicht und verabschiedet/genehmigt die Zwischen- bzw. Schlussberichte.

8 Anhang

I	Synonyme und Analogien	67
I.1	Ausgangslage	67
I.2	Projektierung von Verkehrsanlagen: Anforderungen an Knoten	67
I.3	Grundsätze aus dem Fachgebiet «Human Factors» / Ergonomie	67
I.4	Primär-, Sekundär- und Tertiärprävention	68
I.5	Aktive und passive Sicherheit.....	68
I.6	Haddon's 10 Strategien	68
I.7	Swiss Cheese Model	69
II	Abgrenzung zu anderen Begriffen	71
II.1	Ausgangslage	71
II.2	Koexistenz.....	71
II.3	Shared Space	71
II.4	Gemeinschaftsstrasse	72
II.5	Berner Modell (Bern), Simply City (Nordrhein-Westfalen), Strasse Fair Teilen (Wien), ...	72
II.6	Vision Zero (Via sicura).....	73
III	Experten-Statements zu den Begriffen «Self Explaining Roads» und «Forgiving Roads»	75
III.1	Definition «Self Explaining Roads».....	75
III.2	Definition «Forgiving Roads».....	76

I Synonyme und Analogien

I.1 Ausgangslage

Die Literaturanalyse zeigte, dass die in den Philosophien von «Self Explaining and Forgiving Roads» bzw. «Selbsterklärenden und fehlertoleranten Strassen» enthaltenen Prinzipien und anvisierten Ziele letztlich bekannte Präventions-Grundsätze beschreiben. Als **charakteristische Beispiele** seien folgende Grundsätze aufgelistet.

I.2 Projektierung von Verkehrsanlagen: Anforderungen an Knoten

Den selbsterklärenden und fehlertoleranten Strassen analoge Forderungen finden sich auch in den Projektierungsgrundsätzen des Studienlehrgangs zum Verkehrsingenieurwesen – zumindest an der ETH Zürich. Im Skript «Entwurf von Strassen – Grundzüge», Ausgabe 2006, Kapitel «Anforderungen an den Knotenentwurf» werden 4 Anforderungen für den sicheren, hochqualitativen, umweltverträglichen und wirtschaftlichen Betrieb von Knoten aufgelistet [71].

Demgemäss sind Knoten:

1. sichtbar
2. übersichtlich
3. begreifbar
4. befahrbar

... zu projektieren, bauen und betreiben. Analog sind die Anforderungen im deutschen Pendant «Grundlagen der Strassenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung [72]; Band; Strassenverkehrstechnik» enthalten. Die vier zitierten Anforderungen wurden dort erweitert, und zwar um die Begriffe «Einheitlichkeit», «Erkennbarkeit» und «Begehbarkeit». Der Begriff der «Sichtbarkeit» fehlt hier allerdings, wobei davon auszugehen ist, dass letztere unter «Erkennbarkeit» subsummiert werden kann.

Die aufgelisteten Begriffe decken sich weitgehend mit den Anforderungen von selbsterklärenden und fehlertoleranten Strassen. Die Selbsterklärung folgt aus den Anforderungen an die Einheitlichkeit, an die Erkennbarkeit und an die Begreifbarkeit. Die Befahrbarkeit/Begehbarkeit kann im weitesten Sinne als Fehlertoleranz interpretiert werden. Fussgänger und Fahrzeuge sollen ohne Schaden einen Knoten befahren bzw. begehen können – selbst wenn sie Fehler machen. Bemerkenswert ist, dass die deutsche Version durch die Anforderung der Begehbarkeit die verletzlichen Verkehrsteilnehmer einbezieht.

Es liegt deshalb auf der Hand, dass diese Prinzipien nicht nur für Knoten zu befolgen sind, sondern für alle Verkehrsanlagen, insbesondere auch für Strecken(abschnitte) (vgl. dazu die Forderungen im bfu-Sicherheitsdossier 07; [73]) und Querungsstellen für Fussgänger.

I.3 Grundsätze aus dem Fachgebiet «Human Factors» / Ergonomie

Gemäss Sanders & McCormick [3] ist der Unterschied zwischen Human Factors und Ergonomie eher theoretischer Natur. Auch Begriffe wie «Human Engineering» oder «Engineering Psychology» werden bisweilen benützt. Letztendlich bezeichnen all diese Begriffe eine Disziplin, bei der es darum geht, «Informationen hinsichtlich Verhalten, Fähigkeiten, Grenzen und anderen Charakteristiken des Menschen zu erforschen mit dem Ziel, Werkzeuge, Maschinen, Systeme, Anwendungen, Arbeitsplätze und Umfelde zu schaffen, die produktiv, sicher, angenehm und effizient gehandhabt/genutzt werden können.»

Das Realisieren von selbsterklärenden und fehlertoleranten Strassen entspricht im Grunde genommen genau den Zielen des Human-Factors-Ansatzes. Dabei entsprechen die «Menschen» den «Verkehrsteilnehmern», welche das System «Strasseninfrastruktur» sicher und angenehm nutzen können sollen.

I.4 Primär-, Sekundär- und Tertiärprävention

Im Fachbereich des Public Health – und dazu gehört das Gebiet der Verkehrssicherheit zweifelsohne – sind die Begriffe Primär-, Sekundär- und Tertiärprävention von grundlegender Bedeutung.

Gemäss den anerkannten Grundsätzen der Präventivmedizin [74] hat Primärprävention zum Ziel, das Auftreten von Gesundheitsschäden, Neuerkrankungen und Todesfällen in der Bevölkerung zu vermeiden oder zumindest die Wahrscheinlichkeit zu senken, dass die betreffenden Schädigungen oder Krankheiten auftreten. Sekundärprävention zielt darauf ab, klinisch noch unauffällige Frühformen von Erkrankungen zu erkennen und dadurch rechtzeitig zu behandeln, sodass die Erkrankung nicht fortschreitet oder sogar geheilt werden kann. Die Tertiärprävention zielt insbesondere darauf ab, verletzte Verkehrsteilnehmer zu betreuen (erste Hilfe, medizinische Versorgung) und hat deswegen keine nennenswerten Berührungspunkte mit der Strasseninfrastruktur.

Auf die Verkehrsunfallprävention übertragen zielt demnach die Primärprävention darauf ab, Massnahmen zur Vermeidung von Unfällen zu finden, die Sekundärprävention hingegen Massnahmen zur Verhinderung oder Minderung von Verletzungen.

Die Analogie zur Philosophie von «Self Explaining and Forgiving Roads» ist sehr gross: selbsterklärende Strassen entsprechen weitgehend der Primärprävention, fehlertolerante Strassen der Sekundärprävention.

I.5 Aktive und passive Sicherheit

Diese Begriffe stammen ursprünglich aus der Fahrzeugtechnik. Als aktive Sicherheit werden dabei Massnahmen verstanden, die dazu beitragen, Unfälle zu verhindern. Zur passiven Sicherheit tragen hingegen Massnahmen bei, welche zur Milderung von Unfallfolgen beitragen. Wie die Diskussionsseite des Wikipedia-Artikels «Strassenverkehrssicherheit» zeigt, variiert die Abgrenzung je nach Autorenschaft und Zeitpunkt der Definitions-Verfassung. Im Allgemeinen zeigt es sich jedoch, dass die Begriffe-Paare «Primär- und Sekundärprävention» sowie «aktive und passive Sicherheit» eine grosse Analogie zur Philosophie «Self Explaining and Forgiving Roads» aufweisen. Selbsterklärende Strassen entsprechen weitgehend dem Prinzip der aktiven Sicherheit, fehlertolerante Strassen demjenigen der passiven Sicherheit.

I.6 Haddon's 10 Strategien

Schon im Jahre 1980 formulierte W. Haddon 10 Strategien zur Unfallprävention [75]. Diese Strategien ermöglichen ein systematisches Vorgehen beim Eingreifen in einen Unfallablauf.

1. Das Entstehen gefährlicher Energie verhindern
(Beispiel: E-Bikes über 45 km/h verbieten)
2. Die Menge an Energie verringern
(Beispiel: Vertikalversätze zur Geschwindigkeitssenkung)
3. Die Freisetzung bereits vorhandener Energie verhindern
(Beispiel: Strasse derart gestalten, dass ein Abirren unwahrscheinlich ist)
4. Räumliche oder zeitliche Trennung von Energie und Mensch
(Beispiel: Niveaufreier Knoten)
5. Verlangsamte Freisetzung der Energie
(Beispiel: Autobahn-Notfallspur im Gefälle)
6. Barriere zwischen Energie und Mensch
(Beispiel: Geländer)
7. Modifikation grundlegender Merkmale der Energie
(Beispiel: Leitschranke vor Baum)
8. Das schützenswerte Objekt widerstandsfähiger machen
(Beispiel: Fitness des Verkehrsteilnehmers)

9. Dem bereits eingetretenen Schaden entgegenwirken
(Beispiel: Erste Hilfe)
10. Verletzte stabilisieren, behandeln und rehabilitieren
(Beispiel: Rettungswesen, med. Versorgung)

Die Reihenfolge der einzelnen Phasen weist deutliche Analogien zu den in den vorangegangenen Kapiteln (I.1.1.11.4 und I.1.1.11.5) behandelten Philosophien der Primär und Sekundärprävention sowie der Aktiven und Passiven Sicherheit. So entsprechen die Phasen 1 bis 4 der Primärprävention (aktive Sicherheit), die Phasen 5 bis 8 der Sekundärprävention (passive Sicherheit) und die Phasen 9 bis 10 der Tertiärprävention.

Selbsterklärende Strassen entsprechen demnach weitgehend den Punkten 2 bis 4 der Strategien von Haddon, fehlertolerante Strassen den Punkten 5 bis 7.

Die Betrachtung der einzelnen Punkte zeigt schliesslich, dass nicht allen Phasen mit infrastrukturellen Interventionen entgegengewirkt werden kann (1, 8, 9, 10).

I.7 Swiss Cheese Model

Das Swiss-Cheese-Model ist ein Versuch, die Verkettung von Unfallursachen in einem System bildhaft zu beschreiben [76]. Dabei kommen einzelne Käsescheiben eines (Emmentaler)-Käses hintereinander zu stehen. Die Käsescheiben versinnbildlichen dabei einzelne Sicherheitselemente, die Löcher mögliche Defizite der einzelnen Sicherheitselemente. Führen nun diverse Ursachen dazu, dass die Käselöcher auf einer Linie hintereinander liegen, so kann ein Geschoss (Versinnbildlichung eines Ereignisses) durch alle Scheiben fliegen. Dieses von Reason erstmals beschriebene Modell lässt sich gut auch auf den Ablauf von Verkehrsunfällen übertragen. Fehlertolerante Strassen müssten gemäss der Definition derart ausgestaltet sein, dass sie möglichst frühzeitig in den Prozess eines Unfallablaufs eingreifen (versinnbildlicht durch eine feste Schicht, die möglichst weit vorne im Swiss-Cheese-Model eingelegt wird).

II Abgrenzung zu anderen Begriffen

II.1 Ausgangslage

Seit rund zwei bis drei Dekaden stösst man in der Verkehrsplanungs-Literatur immer wieder auf neue Begriffe, die im weitesten Sinne Planungs-, Projektierungs- und Betriebsgrundsätze beschreiben. Es drängt sich somit auf, zum einen diese Begriffe kurz zu beschreiben und zum anderen eine mögliche Systematik zu entwickeln, die das Zusammenspiel zwischen diesen Begriffen und den Philosophien der «Self Explaining and Forgiving Roads» aufzeigt. Die geläufigsten Begriffe sind in der Folge kurz erläutert.

II.2 Koexistenz

Der Begriff Koexistenz existiert im Normenwerk der VSS nicht. Immerhin finden sich in der Grundlagennorm «Entwurf des Strassenraumes» [77] die Synonyme «Mischverkehr» (im Sinne einer Rücksichtnahme) bzw. «Verkehrsmischung». Definiert werden diese Begriffe jedoch nicht. Gemeint ist jedoch eine Betriebsform, bei der verletzte Verkehrsteilnehmer und motorisierter Verkehr nicht baulich getrennt geführt werden, namentlich innerorts. Hierfür werden Bedingungen an diese Betriebsform formuliert. So soll die V85 auf Strasse mit Mischverkehr maximal 20 km/h betragen und der Spitzenstundenverkehr weniger als 200 Fahrzeuge/Std. Es finden sich auch strassenraumgestalterische Anforderungen, die gewisse Berührungspunkte zur Philosophie der «Self Explaining Road» aufweisen. So soll insbesondere auf Gestaltungselemente verzichtet werden, welche beschleunigend auf den motorisierten Individualverkehr wirken.

In diesem Sinne kann festgehalten werden, dass der Begriff der «Koexistenz» eher eine Betriebsform des Strassenverkehrs definiert. Eine Betriebsform, die jedoch infrastrukturell derart organisiert sein muss, dass sie bis zu einem gewissen Grad selbsterklärend ist.

II.3 Shared Space

Die Internetseite «Google.ch» liefert bei der Suche nach dem Begriff «Shared Space» rund 625 000 Treffer. Die Sichtung einiger dieser Quellen zeigt, dass offenbar keine stringente Definition dieses Begriffes vorhanden ist. Basierend auf einer Literatur-Auswahl aus der Schweiz, Deutschland und Österreich [78-81] bzw. dem entsprechenden Wikipedia-Eintrag, beschreibt Shared Space in erster Linie eine Gestaltungsphilosophie für innerstädtische Geschäfts- und Hauptverkehrsstrassen. Der Kerngedanke ist dabei, dass Strassen, Wege und Plätze als Lebensraum aufgefasst werden, der von allen Verkehrsteilnehmern genutzt werden kann. Insbesondere soll ein solcher Strassenraum nicht durch verkehrstechnische Elemente organisiert werden. Der Strassenraum soll dadurch lebenswerter und sicher, der Verkehr verstetigt werden.

Berührungspunkte zur Philosophie der «Self Explaining Road» ergeben sich insbesondere hinsichtlich einer signalsparenden Organisation des Strassenverkehrs. Der fehlertoleranten Strasse gemeinsam ist die angestrebte Erhöhung der Verkehrssicherheit, wobei die Sicherheit im Shared-Space-Ansatz eher ein erwünschtes Nebenprodukt darstellt (nice-to-have).

Die Planungsphilosophie «Shared Space» unterscheidet sich vom Ansatz der «Self Explaining and Forgiving Roads» insbesondere, weil es nur auf innerörtliche Strassen abzielt und ein Wegkommen von der Überregulation sowie eine Neustrukturierung des öffentlichen Raumes zentrale Anliegen darstellen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass eine Strasse, die nach den Prinzipien von Shared Space realisiert wird, insbesondere die Grundsätze der selbsterklärenden Strasse berücksichtigen muss.

II.4 Gemeinschaftsstrasse

Das Konzept der Gemeinschaftsstrasse entstand im Jahre 2011 aus dem Gedanken heraus, innerorts Strassenräume zu gestalten, die – etwa wie bei demjenigen von Shared Space – von allen Verkehrsteilnehmern gemeinschaftlich genutzt werden können [80]. Anders als bei der Planungsphilosophie «Shared Space» steht beim Konzept der Gemeinschaftsstrasse die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer im Mittelpunkt. Eine hohe Aufenthaltsqualität von Plätzen und Strassenräumen, die auf dem Konzept der Gemeinschaftsstrassen beruhen, soll also primär mittels hervorragender Verkehrssicherheit angestrebt werden.

Die Philosophie «Gemeinschaftsstrassen» unterscheidet sich von derjenigen der «Self Explaining and Forgiving Road» vor allem deshalb, weil das primäre Ziel darin besteht, die Verkehrssicherheit und die Aufenthaltsqualität positiv zu beeinflussen und nur innerörtliche Strassen anvisiert werden.

Berührungspunkte zwischen den beiden Philosophien gibt es insofern, als beide Ansätze unter anderem darauf abzielen, insbesondere das Verhalten der Verkehrsteilnehmer positiv zu beeinflussen und dabei sparsam mit Signalisation umzugehen.

Abschliessend kann festgehalten werden, dass eine Gemeinschaftsstrasse eine mögliche Realisierungsform von selbsterklärenden und fehlertoleranten Strassen ist.

II.5 Berner Modell (Bern), Simply City (Nordrhein-Westfalen), Strasse Fair Teilen (Wien), ...

Diese Begriffe (Aufzählung nicht abschliessend) stehen für Planungs- und Umsetzungsphilosophien von innerörtlichen – meistens verkehrsorientierten – Strassen.

Gemeinsames Ziel all dieser Philosophien ist ein ganzheitlicher Planungsansatz [82-84]. Dadurch soll insbesondere der Strassenraum städtebaulich und qualitativ aufgewertet werden, sodass eine Koexistenz aller Verkehrsteilnehmer möglich wird. Dieses Ziel soll durch spezifische Verfahren erreicht werden – das Berner Modell und Simply City sehen beispielsweise explizit einen partizipativen Prozess unter Mitwirkung aller Betroffenen vor.

Weitere Gemeinsamkeiten bestehen in der Zielsetzung, die Verkehrssicherheit zu erhöhen und Signalisation so sparsam wie möglich anzuwenden. Die Affinität zur Philosophie der «Self Explaining and Forgiving Roads» besteht darin, dass – wenngleich nicht durchweg explizit erwähnt – all diese Planungsphilosophien auf einem selbsterklärenden Strassenraum basieren.

II.6 Vision Zero (Via sicura)

Vision Zero definiert eine Sicherheitsphilosophie, die auf der Überzeugung basiert, dass Unfälle mit Getöteten und Schwerverletzten unter keinen Umständen hingenommen werden dürfen. Ein Strassenverkehr ohne Getötete und Schwerverletzte sei ein anzustrebendes Idealbild in der Strassenverkehrs-Sicherheitspolitik. Im Strassenverkehr erstmals und offiziell zur Doktrin erhoben hat sie das schwedische Parlament im Jahre 1997. Diese Philosophie verfolgt genau genommen dasselbe Ziel, das beispielsweise im öffentlichen Verkehr oder in der Berufswelt schon lange gilt. In der Schweiz wurde dieses Dogma erstmals anfangs Jahrtausend aufgenommen und diente als Leitbild bei der Erarbeitung der Grundlagen für eine Strassenverkehrssicherheitspolitik des Bundes [85]. Dieses mündete im Jahr 2005 in das unter dem Namen «Via sicura» bekannten Handlungsprogramm des Bundes für mehr Sicherheit im Strassenverkehr [2].

Eine solche Vision lässt sich nur langfristig und nur unter Berücksichtigung aller Komponenten im Strassenverkehr realisieren. In diesem Sinne kann festgehalten werden: Selbst-erklärende und fehlertolerante Strassen stellen sicher, dass im Hinblick auf einen sicherheitstechnischen Idealzustand (Fernziel: Vision Zero) die infrastrukturelle Teilkomponente optimal ausgebildet ist.

III Experten-Statements zu den Begriffen «Self Explaining Roads» und «Forgiving Roads»

III.1 Definition «Self Explaining Roads»

Vorgehen

Zum Thema «Self Explaining Roads» wurde im Expertenworkshop in einem ersten Schritt eine ausführliche Diskussion mit den anwesenden Experten geführt. Nachfolgend wurden alle gebeten, selbständig ihre Definition von «Self Explaining Roads» zu formulieren. Die Statements der Experten sind in der Folge zusammengefasst.

Experte 1

«Das Erscheinungsbild des Strassenraums soll bei Verkehrsteilnehmenden automatisch (d. h. unbewusst) das erwünschte Verhalten» indizieren.

Autoren-Kommentar: Es geht aus diesem Statement nicht klar hervor, ob alle Verkehrsteilnehmer gemeint sind. Selbsterklärende Ansprüche werden an den gesamten Strassenraum und nicht nur an die Strasse gestellt.

Experte 2

«Eine selbsterklärende Strasse zeichnet sich dadurch aus, dass sich alle Verkehrsteilnehmer intuitiv / unbewusst der örtlichen Situation angepasst verhalten».

Autoren-Kommentar: Die «örtliche Situation» wird hier nicht näher beschrieben, insbesondere, ob damit nur die Infrastruktur oder auch der Betrieb und die Raumgestaltung gemeint sind. Wichtig erscheint der Anspruch, dass sich das situationsangepasste Verhalten intuitiv einstellen soll.

Experte 3

«Eine selbsterklärende Strasse wird hauptsächlich durch ihr Erscheinungsbild und den Betrieb geprägt. Dabei sollen möglichst wenige Signale verwendet werden».

Autoren-Kommentar: Was genau durch das Erscheinungsbild bezweckt werden soll, fehlt in diesem Statement. Interessant ist jedoch die Forderung nach möglichst sparsamer Signalisation.

Experte 4

«Eine selbsterklärende Strasse ist so knapp wie möglich reglementiert. Sie gibt allen Verkehrsteilnehmern eine klare Orientierungshilfe. Die Tempolimiten wird durch das Umfeld diktiert. Linienführung, Querschnitt und Knotenpunktausbildung sind aufeinander abgestimmt».

Autoren-Kommentar: Neu ist bei diesem Statement, dass nicht nur die Linienführung, sondern auch die Knotengestaltung angesprochen wird, wobei alle Verkehrsteilnehmer angesprochen werden (und nicht nur der motorisierte Individualverkehr). Trotzdem wird den Elementen «Orientierungshilfe» und «Tempolimiten» eine hohe Relevanz beigemessen. Unklar bleibt demnach, wie sich diese Elemente beispielsweise auf den Fussverkehr übertragen lassen.

Experte 5

«Unbewusste und bewusstseinsgesteuerte Beeinflussung auf das Verkehrsverhalten im Strassenraum.

In sich stimmiges Strassenbild im Kontext mit dem Verhalten verschiedener Verkehrsteilnehmer.

Alle Verkehrsteilnehmer wissen, wie sie sich je nach Strassenraum zu verhalten haben. Verkehrsteilnehmer können ihr Verhalten richtig einschätzen und können davon ausgehen, dass alles so kommt, wie sie es erwarten.

Das Erscheinungsbild der Strasse passt zum Verhalten».

Autoren-Kommentar: Hier wird davon ausgegangen, dass das Verhalten sowohl bewusstseinsgesteuert als auch unbewusst beeinflusst werden soll. Hierzu sei präzisiert, dass nach ergonomischen Prinzipien möglichst wenig kognitive Ressourcen für die eigentliche Bedienung beansprucht werden sollten, die Forderung nach unbewusster Informationsverarbeitung ist also zutreffend. Interessant ist, dass bei diesem Statement der Anspruch an den Strassenraum gestellt wird, dass durch adäquate Gestaltung, die Risikokompetenz der Verkehrsteilnehmer verbessert werden soll.

Experte 6

«Verkehrsteilnehmer können anhand der Strassenraumgestaltung erkennen, wie sie sich verhalten müssen, um sich sicher in diesem Strassenraum aufzuhalten. Signale und Signalisationen sind dabei Ersatzhilfen für Probleme, die bei der baulichen Gestaltung eingefangen wurden».

Autoren-Kommentar: Auch bei diesem Statement wird davon ausgegangen, dass Verkehrsteilnehmer (alle?) anhand der Strassenraumgestaltung ablesen können, wie sie sich zu verhalten haben. Interessant, dass auch hier der sparsame Umgang mit Signalisation als relevant erachtet wird.

III.2 Definition «Forgiving Roads»

Vorgehen

Im Expertenworkshop wurde auch zum Thema «Forgiving Roads» zuerst eine ausführliche Diskussion mit den anwesenden Experten geführt. Schliesslich wurden ebenfalls alle gebeten, selbständig eine Definition von «Self Explaining Roads» auszuarbeiten. Die Statements der Experten sind in der Folge zusammengefasst.

Experte 1

«Der Strassenraum ist derart gestaltet, dass die Folgeschwere von fehlerhaften Verhaltensweisen möglichst reduziert wird».

Autoren-Kommentar: Diese Aussage setzt beim Fehlverhalten an, differenziert jedoch nicht genau, welche Folgen ein Fehlverhalten zulassen soll. So könnten die zulässigen Folgen beispielsweise ein Unfall ohne Verletzungen sein oder höchstens ein Fastunfall.

Experte 2

«Eine fehlerverzeihende Strasse zeichnet sich dadurch aus, dass Fehler von allen Arten von Verkehrsteilnehmern nicht zu Unfällen führen oder dass die Unfallfolgen möglichst gering sind».

Autoren-Kommentar: Diese Aussage differenziert zwischen verschiedenen zulässigen Folgen eines Fahrfehlers (kein Unfall oder Unfall mit geringen Folgen). Interessant ist auch, dass von Fehlern aller Verkehrsteilnehmer die Rede ist (und nicht nur des motorisierten Individualverkehrs).

Experte 3

«Bei einer fehlerverzeihenden Strasse sollen Fehler von Verkehrsteilnehmern (in der Regel Fahrfehler/Fahrunfälle) möglichst ohne grossen Personenschaden enden».

Autoren-Kommentar: Dieser Ansatz setzt sowohl beim Fehlverhalten als auch bei einem bereits erfolgten Unfall an. Zumindest die letzte Stufe im Unfallablauf, nämlich der schwere Personenschaden, soll vermieden werden. Nicht spezifiziert wird, ob schwere Personenschäden nur beim Unfallverursacher zu vermeiden sind oder auch bei potenziellen Kollisionsgegnern.

Experte 4

«Der Begriff fehlerverzeihend wird in Frage gestellt – fehlertolerant sei der treffendere Ausdruck. Fehlertolerante Strassen sollen die Folgen von Fahr- resp. Gehfehler von Verkehrsteilnehmern auf ein Minimum reduzieren».

Autoren-Kommentar: Neu ist in diesem Statement, dass nicht nur Fahrfehler, sondern auch Gehfehler berücksichtigt werden. Es wird also impliziert, dass wenn ein Fussgänger einen Fehler begeht (z. B. falsches Einschätzen von Zeitlücken), dieser Fehler wie auch immer durch die Infrastruktur zu kompensieren sei. Welche Folgen zu tolerieren sind, wird hier nicht näher beschrieben. Unfälle könnten gemäss dieser Definition zulässig sein, aber mit möglichst geringen Folgen.

Experte 5

«Der Strassenraum als Ganzes soll Fehler von Verkehrsteilnehmern zulassen, ohne dass diese dafür «bestraft» werden. Dieses Prinzip müsste Rücksicht auf die Strassenraumgestaltung nehmen und alle Verkehrsteilnehmer berücksichtigen».

Autoren-Kommentar: Auch in diesem Statement wird nicht verdeutlicht, welche Unfallfolgen eine fehlertolerante Strasse zulassen soll. Fehler sind zugelassen – impliziert wird jedoch, dass sie zu keinen gravierenden Folgen führen sollen. Neu ist indessen, dass die Realisierung von fehlertoleranten Strassen gestalterische Bedürfnisse berücksichtigen soll. Fehlertolerante Strassen sollen also beispielsweise kein städtebaulich unvernünftigen Eingriffe zur Folge haben (z. B. ausgedehnte seitliche hindernisfreie Sturzräume innerorts).

Experte 6

«Fehlertolerante Strassen berücksichtigen alle Verkehrsteilnehmer. Wichtig ist die Aufteilung und Ausgestaltung der Verkehrsflächen insbesondere im Bereich von Gebäuden, Vorplätzen, Altstadtstrukturen usw.».

Autoren-Kommentar: In diesem Statement kommt primär die Besorgnis vor übertriebenen Eingriffen in die Gestaltung der Strassenräume zum Ausdruck. Alle Verkehrsteilnehmer sollen von fehlertoleranten Strassen profitieren, welche Folgen von Fehlern oder Unfällen jedoch zulässig sein sollen, ist hier nicht erwähnt.

Begründung für eine erweiterte Begriffsdefinition (vgl. Kapitel 4.3.2)

Folgende Gründe sprechen für eine Erweiterung des Begriffes auf alle Verkehrsteilnehmer und auf alle Ortstypen:

- Folgeschwere Kollisionen von Motorfahrzeugen mit festen Objekten sind in der Schweiz auch innerorts sehr häufig. Dies hängt damit zusammen, dass der Anteil an Innerortsstrassen in der Schweiz vergleichsweise recht hoch ist (rund 50 % der Summe aller Kantons- und Gemeindestrassen [62]).
- Das Unfallgeschehen an Kreuzungen sowie innerorts ist im Vergleich zu ausserorts sowie der offenen Strecke bedeutend. So waren beispielsweise in den Jahren 2009–2013 rund 60 % aller Schwerverletzten und knapp 40 % aller Getöteten innerorts zu verzeichnen. Ebenso sind an Knoten knapp 30 % der schwer verletzten und 16 % aller getöteten Verkehrsteilnehmer zu verzeichnen.
- Es können auch nichtmotorisierte Verkehrsteilnehmer Fehleinschätzungen von Verkehrssituation begehen, deren Folgen durch eine fehlertolerante Infrastruktur abgemildert werden sollten. Dazu gehören beispielsweise Fehler von Fahrradfahrern beim Linksabbiegen oder von Fussgänger beim Überqueren.

In diesem Sinne muss «fehlertolerant» nicht zwangsläufig gleichbedeutend sein mit «freien Seitenräumen».

Hinsichtlich der Stufen der Schadensentstehung lässt sich folgern, dass eine «Forgiving Road» möglichst früh vor der Stufe «schwere Unfallfolgen» eingreifen soll. Die in diversen Quellen zitierte Stufe der «Fehler-Entgegenwirkung bzw. Fehlervermeidung» kann jedoch nicht Gegenstand einer «Forgiving Road» sein. Eine «Forgiving Road» muss per se einen begangenen Fehler voraussetzen, deren Folgen infolgedessen zu minimieren sind. Eine Strasse, die das Begehen von Fehlern vermeidet (also zu einem angemessenen Verhalten führt) ist infolgedessen eine selbsterklärende Strasse.

Schliesslich erscheint es sprachlich sinnvoll, nicht von Strassen zu sprechen, die Fehler verzeihen (im Sinne von vergeben, begnadigen, lossprechen), sondern eher von Strassen bzw. einer Infrastruktur, die Fehler toleriert.

Literaturverzeichnis

-
- [1] bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung (2014), **STATUS 2014: Statistik der Nichtberufsunfälle und des Sicherheitsniveaus in der Schweiz, Strassenverkehr, Sport, Haus und Freizeit**, Bern, bfu.
-
- [2] Bundesamt für Strassen ASTRA (2005), **Via sicura. Handlungsprogramm des Bundes für mehr Sicherheit im Strassenverkehr**, Bern, ASTRA.
-
- [3] M. S. Sanders und E. J. McCormick (1993), **Human factors in engineering and design**, New York, McGraw-Hill.
-
- [4] M. Sivak (1996), **The information that drivers use: is it indeed 90% visual?**, *Perception*,25(9), 1081-9, PM:8983048.
-
- [5] E. Walter, Y. Achermann Stürmer, G. Scaramuzza, S. Niemann und M. Cavegn (2013), **Fussverkehr**, Bern, bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung, bfu-Sicherheitsdossier Nr. 11.
-
- [6] J. R. Treat, S. T. Tumbas, S. T. McDonald, D. Shinar, R. D. Hume et al. (1979), **Tri-Level Study of the Causes of Traffic Accidents: Final Report**, Washington D. C., National Highway Traffic Safety Administration, U. S. Department of Transportation, Report DOT HS 805 099.
-
- [7] P. M. Salmon, M. A. Regan und I. Johnston (2005), **Human Error and Road Transport**, Clayton, AUS, M. U. A. R. Centre,256.
-
- [8] J. Theeuwes und H. Godthelp (1992), **Begrijpelijkheid van de weg (Self-explaining roads)**, Soesterberg, TNO Institute for Perception,IZF 1992 C-8.
-
- [9] M. Martens, S. Compte und N. A. Kaptein (1997), **The effects of road design on speed behaviour: a literature review**.
-
- [10] H. Godthelp (2005), **Europa: zicht op een veilige verkeerswereld**. In: F. Wegman und L. Aarts, Hg. *Denkend Over Duurzaam Veilig*. Leidschendam: SWOV,,: 58-65.
-
- [11] S. Matena und R. Weber (2010), **Selbsterklärende Strassen - Vergleich der Ansätze in Europa** Strasse und Autobahn(1), 25-33.
-
- [12] J. Theeuwes und H. Godthelp (1993), **Self-explaining roads**. In: J. L. de Kroes und J. A. Stoop, Hg. *Safety of Transportation*. Delft: University Press.
-
- [13] J. Theeuwes (2002), **Sampling information from the road environment**, Human factors for highway engineers.
-
- [14] C. Mazet und D. Dubois (1988), **Mental Organization of Road Situations: Theory of cognitive categorization and methodological consequences**, In: Proceedings of the Conference on Road Safety Theory and Research Methods, Amsterdam.
-
- [15] C. Mazet, D. Dubois und D. Fleury (1987), **Catégorisation et interprétation de scènes visuelles: le cas de l'environnement urbain et routier**, *Psychologie française*,32(1-2), 85-95.
-
- [16] R. Näätänen und H. Summala (1976), **Road-user behaviour and traffic accidents**, Amsterdam and New York, North-Holland/Elsevier.
-
- [17] G. Malaterre (1990), **Error analysis and in-depth accident studies**, *Ergonomics*,33(10-11), 1403-21.
-
- [18] G. Alexander und H. Lunenfeld (1986), **Driver expectancy in highway design and traffic operations**, Washington, DC, Federal Highways Administration, Report FHWA-TO-86-1.
-
- [19] J. Theeuwes (2000), **Commentary on Rasanen and Summala, "Car Drivers' Adjustments to Cyclists at Roundabouts"**, *Transportation human factors*,2(1), 19-22.
-
- [20] J. Theeuwes und H. Godthelp (1995), **Self-explaining roads**, *Safety Science*(19), 217-25.
-
- [21] J. Theeuwes und J. Godthelp (1995), **Self-Explaining Roads: How people categorize roads outside the built-up area**, In: Road Safety in Europe and Strategic Highway Research Programm (SHRP), Lille France.
-
- [22] J. Theeuwes (1998), **Self-explaining roads. Subjective categorization of road environments**, *Vision in Vehicles*,6, 279-87.
-
- [23] G. B. Grayson (1997), **Theory and models in traffic psychology-a contrary view**. In: T. Rothengatter und E. Carbonell Vaya Hg. *Traffic and Transport Psychology: Theory and application*. Oxford: Elsevier: 93-6.
-
- [24] L. Aarts und R. Davidse (2007), **The recognisability of rural roads in the Netherlands**, In: Proceedings of the European Transport Conference, Leiden.
-
- [25] VTT Communities & Infrastructure (1998), **MASTER: Managing Speeds of Traffic on European roads (Final Report)**, Vol Contract No RO-96-SC.202, Finland, VTT, 1998, <http://www.transport-research.info/Upload/Documents/200310/master.pdf>, Zugriff am 24.07.2015.
-

-
- [26] L. Sjögren, A. Anund, S. Charman, A. Ahern, A. Pumberger et al. (2012), **SPACE: Speed Adaption Control by Self-Explaining Roads** Deliverable Nr 6: Final Report.
-
- [27] G. Weller und B. Schlag (2007), **Road user behaviour model**, RIPCORDER Deliverable 16,2.
-
- [28] S. Matena, W. R., C. Huber, Z. Hruby, P. Pokorny et al. (2007), **Road Safety Audit: Best Practice Guidelines, Qualification for Auditors and "Programming"**, Bergisch Gladbach, BaSt, RIPCORDER-ISEREST Deliverable D4,
-
- [29] P. H. Baas und S. G. Charlton (2005), **Influencing driver behaviour through road marking**, In: Roadmarkers Federation Conference, Christchurch.
-
- [30] S. G. Charlton (2007), **Investigating roads that help drivers slow down.**, Land Transport Research, 1-3.
-
- [31] B. Turner, M. Tziotis, P. Cairney und C. Jurewicz (2009), **Safe system infrastructure national roundtable report**0158-0728.
-
- [32] J. Brewer, J. German, R. Krammes, K. Movassaghi, J. Okamoto et al. (2001), **Geometric Design Practices for European Roads**, In: U. S. D. o. Transportation, Hg, Washington D.C., Federal Highways Administration.
-
- [33] J. H. Kraay (2002), **The Netherlands Transport Plan**, In: ICTCT Workshop, Japan.
-
- [34] T. Richter und B. Zierke (2009), **Safe design of rural roads by normalized road characteristics**, In: European Transport Conference, 2009.
-
- [35] R. Weber und G. Hartkopf (2005), **New Design Guidelines--A Step Towards Self-Explaining Roads?**, In: 3rd International Symposium on Highway Geometric Design.
-
- [36] A. Dijkstra, S. Bald, T. Benz und E. Gaitanidou (2008), **Overview of resulting tools, guidelines, and instruments** Sixth Framework Programme: Sustainable Development, Global Change and Ecosystem. Deliverable No. D3.4
-
- [37] J. Kleine, C. Lotz, M. Wiethoff, K. Veisten, K. de Brucker et al. (2008), **In-Safety: Policy Recommendations** Sixth Framework Programme: Sustainable Surface Transport. Deliverable D5.4.
-
- [38] C. Macharis, A. Verbeke, K. De Brucker, E. Gelová, W. J. und J. Vasek (2008), **In-Safety: Implementation scenarios and further research priorities regarding forgiving and self-explaining roads** Sixth Framework Programme: Sustainable Surface Transport. Deliverable No. D5.3 506716.
-
- [39] Riser Consortium und Chalmers University of Technology (2005), **Riser: Roadside Infrastructure for Safer European Roads** Deliverable D06.
-
- [40] E. Bekiaris und E. Gaitanidou (2011), **Towards Forgiving and Self-Explanatory Roads**, Berlin, Springer.
-
- [41] F. La Torre (2011), **IRDES: Forgiving Roadside Design Guide**, E.-N. Road, Improving Road Side Design to Forgive Human Errors. Deliverable Nr 3.
-
- [42] F. La Torre, P. Saleh, E. Cesolini, H. Fagerlind, E. Cesolini und Y. Goyat (2011), **IRDES: Final Report** Improving Roadside Design to Forgive Human Errors. Deliverable Nr 0.2.
-
- [43] F. La Torre, P. Saleh, E. Cesolini und Y. Goyat (2012), **Improving roadside design to forgive human errors**, Procedia - Social and Behavioral Sciences 53, 235–44, DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.09.876.
-
- [44] F. La Torre (2012), **Forgiving Roadside Design Guide**, Conférence Européenne des Directeurs des Routes CEDR.
-
- [45] W. Kotahi (2010), **Forgiving roads and roadsides**, NZ Transport Agency, <http://www.nzta.govt.nz/network/operating/safely/safer-roads/roadsides.html>, Zugriff am 16.10.2015.
-
- [46] M. Breitingner (2012), **Was Landstrassen sicherer macht**, Zeit Online, <http://www.zeit.de/auto/2012-07/landstrasse-verkehrssicherheit>, Zugriff am 16.10.2015.
-
- [47] Institut for Road Safety Research SWOV (2012), **Background of the five Sustainable Safety principles**, Leidschendam, the Netherlands, SWOV, SWOV Fact Sheet.
-
- [48] G. Toth (2009), **Exiting the "Forgiving Highway" for the "Self Explaining Road"**, Project for Public Spaces: 6.
-
- [49] European Transport Safety Council ETSC (1998), **Forgiving Roadsides**, Brussels, ETSC.
-
- [50] T. Bergh und M. Petersson **Roadside area design - Swedish and Scandinavian experience**, http://www.4ishqd.valencia.upv.es/index_archivos/78.pdf.
-
- [51] E. Dumbaugh (2007), **Design of Safe Urban Roadsides; An Empirical Analysis**, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 74-82.
-
- [52] D. Prislan (2014), **Passively Save Infrastructure and Its Application in European Countries**, 9th International Conference Road Safety In Local Community, Zajecar.
-
- [53] R. D. Powers, J. W. Hall, L. E. Hall und D. S. Turner (1995), **The "Forgiving Roadside" Design of Roadside Elements**, In: Texas Transportation Institute Texas Hg. International Symposium on Highway Geometric Design Practices, College Station, Texas.
-

-
- [54] M. G. Dreznes (2008), **Turning the world's roads into forgiving highways preventing needless deaths**. In: E. Masad, N. A. Alnuaimi, T. Sayed und I. L. Al-Qadi, Hg. *Efficient Transportation and Pavement Systems: Characterization, Mechanisms, Simulation, and Modeling*. Boca Raton, Florida: CRC Press: 257–72.
-
- [55] Institute for Road Safety Research SWOV (2010), **Social forgivingness**, Leidschendam, SWOV, SWOV fact sheet.
-
- [56] L. Herrstedt (2006), **Self-Explaining and Forgiving Roads - Speed Management in Rural Areas**. In: 22nd ARRB Conference: research into practice, 29 October-2 November 2006, Canberra.
-
- [57] W. Durth und J. S. Bald (1989), **Risikoanalysen im Strassenwesen**, Zeitschrift für Verkehrssicherheit,35(1), 17–24.
-
- [58] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2002), **Besondere Markierungen; Anwendungsbereiche, Formen und Abmessungen**, Zürich, VSS, Schweizer Norm SN 640 851.
-
- [59] A. S. Cohen (1987), **Wahrnehmung von Verkehrszeichen**, Zürich, ETH Zürich: Institut für Verhaltenswissenschaft.
-
- [60] bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung (2011), **Tempo-30-Zonen**, Bern, bfu, bfu-Fachdokumentation 2.002.01.
-
- [61] U. Ewert (1994), **Zum Verständnis von Lichtsignalregelungen beim Linksabbiegen**, Zeitschrift für Verkehrssicherheit,40(4), 175-6.
-
- [62] U. Ewert und P. Eberling (2009), **Sicherheit auf Ausserortsstrassen**, Bern, bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung, bfu-Report 61.
-
- [63] bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung (2011), **SINUS-Report 2011: Sicherheitsniveau und Unfallgeschehen im Strassenverkehr 2010**, Bern, bfu.
-
- [64] bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung (2012), **SINUS-Report 2012: Sicherheitsniveau und Unfallgeschehen im Strassenverkehr 2011**, Bern, bfu.
-
- [65] **Befragung der Motorfahrzeuglenkenden (Bemo): Ergebnisse der Erhebungen 2001, 2004, 2006, 2008, 2010 und 2012** (2011), Bundesamt für Statistik BFS, <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/19/04/01/01/06.Document.86545.xls>, Zugriff am 05.10.2015.
-
- [66] U. Ewert (1999), **Sicherheit an Fussgängerstreifen: Auswirkungen einer gesetzlichen Neuregelung und begleitender Verkehrssicherheitskampagne**, Bern, bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung, Pilotstudie.
-
- [67] T. Schweizer, C. Thomas und P. Regli (2009), **Verhalten am Fussgängerstreifen**, Zürich, Fussverkehr Schweiz.
-
- [68] M. Klug (2005), **Trügerische Sicherheit**, Wien, Kuratorium für Verkehrssicherheit.
-
- [69] C. Stefan, M. Smuc, G. Schreder, M. Gatscha, S. Reichenauer und C. Riccabona-Zecha (2006), **Verkehrssicherheitsvergleich unterschiedlicher Varianten ders Schutzwegausstattung**, Wien, Kuratorium für Verkehrssicherheit.
-
- [70] J. Reason (1994), **Menschliches Versagen: Psychologische Risikofaktoren und moderne Technologien**, Heidelberg, Spektrum Akademischer Verlag.
-
- [71] P. Spacek (2006), **Entwurf von Strassen – Grundzüge**, Zürich, ETH Zürich; Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme.
-
- [72] W. Schnabel und D. Lohse (2011), **Grundlagen der Strassenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung; Band 1; Strassenverkehrstechnik**, Berlin, DIN - Deutsches Institut für Normung.
-
- [73] E. Walter, M. Cavegn, G. Scaramuzza, Y. Achermann Stürmer und S. Niemann (2011), **Personenwagen-Lenkende und -Mitfahrende**, Bern, bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung, bfu-Sicherheitsdossier Nr. 07.
-
- [74] M. Egger und O. Razum (2012), **Public Health. Sozial- und Präventivmedizin kompakt**, Berlin, De Gruyter.
-
- [75] W. Haddon, .Jr. (1980), **Advances in the epidemiology of injuries as a basis for public policy**, Public health reports,95(5), 411-21.
-
- [76] J. Reason (2000), **Human Error: Models and Management** British Medical Journal,320(1), 768-70, DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.320.7237.768>.
-
- [77] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2000), **Entwurf des Strassenraumes; Grundlagen**, Zürich, VSS, Schweizer Norm SN 640 211.
-
- [78] J. Gerlach, R. Methorst, D. Boenke und J. Leven **Sinn und Unsinn von Shared Space - Zur Versachlichung einer populären Gestaltungspohilosophie**, Wuppertal, Lehr- und Forschungsgebiet Strassenverkehrsplanung und -technik, B. U. Wuppertal.
-

-
- [79] P. Kohlenprach und T. Pilz **Was ist Shared Space?**, Graz, Forschungsgesellschaft Mobilität, <http://www.sharedspace.at/>, Zugriff am 17.11.2014.
-
- [80] P. Eberling, J. Bogner und J. Ortlepp (2011), **Gemeinschaftsstrassen**, Bern, bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung, bfu-Fachdokumentation 2.083.
-
- [81] J. Gerlach, J. Ortlepp und H. Voß (2009), **Shared Space: Eine neue Gestaltungsphilosophie für Innenstädte?**, Berlin, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.
-
- [82] P. Wagner (2014), **Simply City**, Ministerium für Wirtschaft, Energie, Bauen, Wohnen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, <http://www.simply-city.de/index.php?id=26>, Zugriff am 18.11.2014.
-
- [83] F. Kobi und S. Michel **Das Berner Modell: Zukunftsfähige Lösungen für den Strassenverkehr**, Bern, Tiefbauamt des Kantons Bern.
-
- [84] A. Klimmer-Pölleritzer (2011), **Strassen fair teilen: Ein innovatives Modell für Wien**, Wien, Stadt Wien, <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/b008172.pdf>.
-
- [85] bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung (2002), **Erarbeitung der Grundlagen für eine Strassenverkehrssicherheitspolitik des Bundes (VESIPO)**, Bern, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), Bundesamt für Strassen ASTRA, Schlussbericht 1022 A.
-

Projektabschluss



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK Formular Nr. 3: Projektabschluss

Version vom 09.10.2013

erstellt / geändert am: 04.12.2015

Grunddaten

Projekt-Nr.: 2012/311

Projekttitel: SERFOR: Voranalyse "Self Explaining and Forgiving Roads".

Enddatum: 29.02.2016

Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Selbsterklärende Strassen wirken proaktiv (Fahrfehler vermeiden) und fehlerverzeihende Strassen reaktiv (Folgen von Fahrfehlern minimieren). Die Thematik der selbstklärenden Strassen wurde international schon häufiger beforscht, im Gegensatz zu denjenigen der fehlertoleranten Strassen. Die Voranalyse «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) bezweckte, diesbezügliche Forschungsvorhaben in der Schweiz zu strukturieren, zu definieren und zu koordinieren. Die Literaturanalyse zeigte, dass unter den Begriffen der selbstklärenden und der fehlertoleranten Strasse längst nicht überall dasselbe verstanden wird. Zudem ist die Schweiz – angesichts der topografischen und landschaftlichen Rahmenbedingungen – kaum vergleichbar mit denjenigen Ländern, in denen die Philosophie der «Self Explaining and Forgiving Roads» entwickelt wurde. Ausserdem unterscheiden sich die Strassenverkehrsnetze auch hinsichtlich ihrer Innerorts- und Ausserortsanteile sowie des Unfallgeschehens. Die ausländischen Forschungsergebnisse sind also nicht in jeder Hinsicht direkt auf Schweizer Verhältnisse übertragbar.

In einer ersten Phase des Projektes musste deshalb für die Schweiz definiert werden, was unter der Philosophie «Self Explaining and Forgiving Roads» verstanden wird. Dies wurde mit einer gezielten Auswahl von Experten erarbeitet und folgendes definiert:

- «Self Explaining Roads» zeichnen sich dadurch aus, dass alle Verkehrsteilnehmer anhand des Erscheinungsbilds (Strasse und Strassenraum) eindeutig erkennen können, welches Verhalten angemessen ist.

- «Forgiving Roads» zeichnen sich dadurch aus, dass sie den Prozess eines Unfallablaufs an der erstmöglichen Stufe der Schadensentstehung unterbrechen, wodurch schwere Folgen vermieden werden können.

Exemplarische Zustandsanalysen von bestehenden Verkehrsanlagen und VSS-Normen zeigten, dass ohne grosseren Aufwand Beispiele gefunden werden können, in denen die selbstklärenden und fehlertoleranten Prinzipien nicht eingehalten sind. Expertengespräche – bilateral als auch anlässlich des eigens für diese Voranalyse durchgeführten Expertenworkshops – zeigten durchwegs, dass grosses Verbesserungspotenzial hinsichtlich der Umsetzung selbstklärender und fehlertoleranter Prinzipien in Normen und Praxis besteht.

Theoretische Überlegungen führten ebenfalls zum Schluss, dass Handlungsbedarf besteht. So sind Strassen, auf denen beispielsweise die geltenden Höchstgeschwindigkeiten nicht eingehalten werden, die Anhaltequoten vor Fussgängerstreifen tief sind oder auf denen andere Regelverstösse stattfinden, offenkundig nicht selbstklärend. Dies weil sie das erforderliche Verhalten beim Verkehrsteilnehmer nicht bewirken. Das generelle Unfallgeschehen zeigt zudem, dass viele Verkehrsanlagen nicht fehlertolerant sein können, und zwar weil sie nicht Fehler «verzeihen», sondern Unfälle «zulassen». Unklar ist hingegen, wie gross das Ausmass dieser Defizite ist – d. h. welchen Anteil sie an der Verkehrs(un)sicherheit haben – und wie diese in der Schweiz generell ausgemerzt werden können. Deshalb wurde eine grobe Abschätzung des Sicherheitsgewinns durch «Self Explaining and Forgiving Roads» durchgeführt: Mit der Umsetzung dieser Philosophie könnte nochmals eine deutliche Erhöhung der Strassenverkehrssicherheit erreicht werden. Es darf erwartet werden, dass jedes Jahr mindestens 5 % der schweren Unfälle verhindert würden.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

Zielerreichung:

Folgende Projektziele wurden angestrebt:

Mit der geplanten Voranalyse werden Begriffe definiert, der Handlungsbedarf aufgezeigt und insbesondere ein Forschungspaket konzipiert. Dabei werden Inhalte, Pflichtenhefte und Kostenschätzung für einzelne Folgeforschungen (Teilprojekte) abgegrenzt und strukturiert.

Die Zielsetzung wurde vollständig erreicht.

Folgerungen und Empfehlungen:

Das Unfallgeschehen auf Schweizer Strassen sowie der dargestellte – auf Literaturanalyse, Expertengesprächen, exemplarischen Zustandsanalysen von bestehenden Verkehrsanlagen und Normen basierende – Handlungsbedarf haben gezeigt, dass ein umfassendes – auf die Schweiz zugeschnittenes – Forschungspaket zur Thematik «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR) nötig ist. Verschiedene Möglichkeiten zur Strukturierung wurden vorgeschlagen, geprüft und die Bestvariante ausgewählt.

Das vorgeschlagene Forschungspaket umfasst 4 Forschungsprojekte:

- FP1 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Grenzen und Möglichkeiten menschlichen Handelns in Bezug auf die Infrastruktur
- FP2 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Verkehrsteilnehmerspezifische Analyse und Handlungsbedarf an Knoten und Strecken(abschnitten) auf Innerortsstrassen
- FP3 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Verkehrsteilnehmerspezifische Analyse und Handlungsbedarf an Knoten und Strecken(abschnitten) auf Ausserortsstrassen
- FP4 zu «Self Explaining and Forgiving Roads» (SERFOR):
Koordination Forschungspaket, Massnahmenwirkung, Umsetzung und Synthese

Publikationen:

VSS/SVI-Forschungsbericht

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Scaramuzza

Vorname: Gianantonio

Amt, Firma, Institut: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung

Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Formular Nr. 3: Projektabschluss

Beurteilung der Begleitkommission:

Beurteilung:

Die Forschungsstelle hat die Ziele des Forschungsprojektes auf Stufe Voranalyse nach intensiven Diskussionen mit der Begleitkommission erreicht: Die wesentlichen Begriffe sind definiert, der Nutzen der "self explaining and forgiving roads"-Philosophie belegt, der Forschungsbedarf ausgewiesen und das künftige Forschungspaket strukturiert. Es ist insbesondere gelungen, die Thematik auf alle Verkehrsteilnehmer auszuweiten und ein umfassendes Forschungspaket zu konzipieren.

Umsetzung:

Die Umsetzung der Resultate der Voranalyse ist mit dem definierten Forschungspaket vorgezeichnet. **Es ist anzustreben**, die vier Forschungsprojekte möglichst bald auszulösen und diese terminlich und inhaltlich koordiniert zu bearbeiten.
Die Koordination mit dem Paket Knoten ist sicherzustellen.

weitergehender Forschungsbedarf:

Der weitergehende Forschungsbedarf ist ausgewiesen und schlägt sich im angedachten Forschungspaket nieder.

Einfluss auf Normenwerk:

Der Einfluss der "self explaining and forgiving roads"-Philosophie auf Normen und Richtlinien ist zweifellos erheblich. Detaillierte Aussagen werden von den Folgeprojekte erwartet.

Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: Ghielmetti

Vorname: Marco

Amt, Firma, Institut: Ingenieurbüro Ghielmetti

Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission:

Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

Stand: 01.10.2015

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1522	VSS 2011/106	Normierte gesamtverkehrliche Erschliessungsqualitäten - Grundlagenbericht	2015
1520	ASTRA 2008/013_OBF	Nächtliche Immissionsprognosen von Strassenlärm (Hochleistungsstrassen)	2015
1519	VSS 2009/201	Lärmimmissionen bei Knoten und Kreiseln	2015
1518	SVI 2011/024	Langsamverkehrsfreundliche Lichtsignalanlagen	2015
1517	VSS 2011/103	Bemessungsverkehrsstärken: Ein neuer Ansatz	2015
1516	VSS 2011/711	Forschungspaket Nutzensteigerung für die Anwender des SIS: EP1: Zeitaspekte und Historisierung	2015
1514	VSS 2006/513_OBF	Forschungspaket Brückenabdichtungen: EP3 - Langzeitverhalten des Verbundes	2015
1513	VSS 2005/403	Flieskoeffizienten von feinen Gesteinskörnungen aus der Schweiz	2015
1512	SVI 2004/069	Veloverkehr in den Agglomerationen - Einflussfaktoren, Massnahmen und Potenziale	2015
1511	VSS 2012/601	Die Physik zwischen Salz, Schnee und Reifen	2015
1510	VSS 2005/453	Forschungspaket Recycling von Ausbausphal in Heissmischgut: EP2: Mehrfachrecycling von Strassenbelägen	2015
1509	ASTRA 2010/022	Markt- und Nutzermonitoring Elektromobilität (MANUEL)	2015
1508	VSS 2011/716	Forschungspaket Nutzensteigerung für die Anwender des SIS: EP6: Schnittstellen aus den Auswertungssystemen SIS (SIS-DWH)	2015
1507	FGU 2007/004	TBM Tunneling in Faulted and Folded Rocks	2015
1506	VSS 2006/512_OBF	Forschungspaket Brückenabdichtungen: EP2 - Flüssigkunststoff-Abdichtungen, Erfassen der Verbundproblematik	2015
1505	VSS 2006/509	Abdichtungssysteme und bitumenhaltige Schichten auf Betonbrücken - Initialprojekt	2014
1504	VSS 2005/504	Druckschwellversuch zur Beurteilung des Verformungsverhaltens von Belägen	2014
1503	VSS 2006/515_OBF	Research Package on Bridge Deck Waterproofing Systems: EP5-Mechanisms of Blister Formation	2014
1502	VSS 2010/502	Road – landside interaction : Applications	2014
1501	VSS 2011/705	Grundlagen zur Anwendung von Lebenszykluskosten im Erhaltungsmanagement von Strassenverkehrsanlagen	2014
1500	ASTRA 2010/007	SURPRICE (Sustainable mobility through road user charging) - Swiss contribution: Equity effects of congestion charges and intra-individual variation in preferences	2015
1499	ASTRA 2011/010	Stauprognoseverfahren und -systeme	2014
1498	VSS 2011/914	Coordinated Ramp Metering Control with Variable Speed Limits for Swiss Freeways	2014
1497	VSS 2009/705	Verfahren zur Bildung von homogenen Abschnitten der Strassenverkehrsanlage für das Erhaltungsmanagement Fahrbahnen	2014
1496	VSS 2010/601	Einfluss von Lärmschutzwänden auf das Raumnutzungsverhalten von Reptilien	2014
1495	VSS 2009/703	Zusammenhang Textur und Griffigkeit von Fahrbahnen und Einflüsse auf die Lärmemission	2014
1494	VSS 2010/704	Erhaltungsmanagement der Strassen - Erarbeiten der Grundlagen und Schadenkataloge zur systematischen Zustandserhebung und -bewertung von zusätzlichen Objekten der Strassen	2014
1493	VSS 2006/001	Neue Methoden zur Beurteilung der Tieftemperatureigenschaften von bitumenhaltigen Bindemitteln	2014
1492	SVI 2004/029	Kombiniertes Verkehrsmittel- und Routenwahlmodell	2014
1491	VSS 2007/704	Gesamtbewertung von Kunstbauten	2014
1490	FGU 2004/002	Langzeit-Beständigkeit von Tunnel-Abdichtungssystemen aus Kunststoffen (Best TASK)	2014
1489	VSS 2006/516_OBF	Forschungspaket Brückenabdichtungen: EP6 - Anschlüsse von Brückenabdichtungen	2014
1488	SVI 2007/020	Methodik zur Nutzenermittlung von Verkehrsdosierungen	2014

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1487	SVI 2008/001	Erfahrungsbericht Forschungsbündel	2014
1486	SVI 2004/005	Partizipation in Verkehrsprojekten	2014
1485	VSS 2007/401	Anforderungen an Anschlussfugensysteme in Asphaltdecken - Teil 1: Praxiserfahrung	2014
1484	FGU 2010/003	Misestimating time of collision in the tunnel entrance due to a disturbed adaptation	2014
1483	VSS 2005/452	Forschungspaket Recycling von Ausbausphal in Heissmischgut: EP1: Optimaler Anteil an Ausbausphal	2014
1482	ASTRA 2010/018	SURPRICE: Sustainable mobility through road user charges Swiss contribution: Comprehensive road user charging (RUC)	2015
1481	VSS 2001/702	Application des méthodes de représentation aux données routières	2014
1480	ASTRA 2008/004	Prozess- und wirkungsorientiertes Management im betrieblichen Strassenunterhalt Modell eines siedlungsübergreifenden Unterhalts	2014
1479	ASTRA 2005/004	Entscheidungsgrundlagen & Empfehlungen für ein nachhaltiges Baustoffmanagement	2014
1478	VSS 2005/455	Research Package on Recycling of Reclaimed Asphalt in Hot Mixes - EP4: Evaluation of Durability	2014
1477	VSS 2008/503	Feldversuch mit verschiedenen Pflästerungen und Plattendecken	2014
1476	VSS 2011/202	Projet initial pour la conception multi-usagers des carrefours	2014
1475	VSS 1999/125	Ringversuch "Eindringtiefe eines ebenen Stempels, statische Prüfung an Gussasphalt"	2014
1474	VSS 2009/704	Wechselwirkung zwischen Aufgrabungen, Zustand und Alterungsverhalten im kommunalen Strassennetz-Entwicklung eines nachhaltigen Aufgrabungsmanagement	2014
1473	VSS 2011/401	Forschungspaket "POLIGRIP - Einfluss der Polierbarkeit von Gesteinskörnungen auf die Griffigkeit von Deckschichten - Initialprojekt"	2014
1472	SVI 2010/003	Einfluss der Verlässlichkeit der Verkehrssysteme auf das Verkehrsverhalten	2014
1471	ASTRA 2008/011	Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr Forschungspaket UVEK/ASTRA - Synthese	2014
1470	VSS 2011/907	Initialprojekt für ein Forschungspaket "Kooperative Systeme für Fahrzeug und Strasse"	2014
1469	VSS 2008/902	Untersuchungen zum Einsatz von Bewegungssensoren für fahrzeitbezogene Verkehrstelematik-Anwendungen	2014
1468	VSS 2010/503	Utilisation des géostructures énergétiques pour la régulation thermique et l'optimisation énergétique des infrastructures routières et ouvrages d'art	2014
1467	ASTRA 2010/021	Sekundärer Feinstaub vom Verkehr	2014
1466	VSS 2010/701	Grundlagen zur Revision der Normen über die visuelle Erhebung des Oberflächenzustands	2014
1465	ASTRA 2000/417	Erfahrungen mit der Sanierung und Erhaltung von Betonoberflächen	2014
1462	ASTRA 2011/004	Ermittlung der Versagensgrenze eines T2 Norm-Belages mit der mobiles Grossversuchsanlage MLS10	2014
1460	SVI 2007/017	Nutzen der Verkehrsinformation für die Verkehrssicherheit	2014
1459	VSS 2002/501	Leichtes Fallgewichtsgesetz für die Verdichtungskontrolle von Foundationsschichten	2014
1458	VSS 2010/703	Umsetzung Erhaltungsmanagement für Strassen in Gemeinden - Arbeitshilfen als Anhang zur Norm 640 980	2014
1457	SVI 2012/006	Forschungspaket VeSPA Teilprojekt 5: Medizinische Folgen des Strassenunfallgeschehens	2014
1456	SVI 2012/005	Forschungspaket VeSPA Teilprojekt 4: Einflüsse des Wetters auf das Strassenunfallgeschehen	2014
1455	SVI 2012/004	Forschungspaket VeSPA Teilprojekt 3: Einflüsse von Fahrzeugeigenschaften auf das Strassenunfallgeschehen	2014
1454	SVI 2012/003	Forschungspaket VeSPA Teilprojekt 2: Einflüsse von Situation und Infrastruktur auf das Strassenunfallgeschehen: Phase 1	2014
1453	SVI 2012/002	Forschungspaket VeSPA Teilprojekt 1: Einflüsse von Mensch und Gesellschaft auf das Strassenunfallgeschehen: Phase 1	2014
1452	SVI 2012/001	Forschungspaket VeSPA: Synthesebericht Phase 1	2014
1451	FGU 2010/006	Gasanalytik zur frühzeitigen Branddetektion in Tunneln	2013
1450	VSS 2002/401	Kaltrecycling von Ausbausphal mit bituminösen Bindemitteln	2014

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1449	ASTRA 2010/024	E-Scooter - Sozial- und naturwissenschaftliche Beiträge zur Förderung leichter Elektrofahrzeuge in der Schweiz	2013
1448	SVI 2009/008	Anforderungen der Güterlogistik an die Netzinfrastruktur und die langfristige Netzentwicklung in der Schweiz. Forschungspaket UVEK/ASTRA "Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz", Teilprojekt C	2014
1447	SVI 2009/005	Informationstechnologien in der zukünftigen Gütertransportwirtschaft Forschungspaket UVEK/ASTRA "Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz", Teilprojekt E	2013
1446	VSS 2005/454	Forschungspaket Recycling von Ausbauphosphat in Heissmischgut: EP3: Stofffluss- und Nachhaltigkeitsbeurteilung	2013
1445	VSS 2009/301	Öffnung der Busstreifen für weitere Verkehrsteilnehmende	2013
1444	VSS 2007/306	Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit von Anlagen des leichten Zweirad- und des Fussgängerverkehrs	2013
1443	VSS 2007/305	Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit des strassengebundenen ÖV	2013
1442	SVI 2010/004	Messen des Nutzens von Massnahmen mit Auswirkungen auf den Langsamverkehr - Vorstudie	2013
1441_2	SVI 2009/010	Zielsystem im Güterverkehr. Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz - Teilprojekt G	2013
1441_1	SVI 2009/010	Effizienzsteigerungspotenziale in der Transportwirtschaft durch integrierte Bewirtschaftungsinstrumente aus Sicht der Infrastrukturbetreiber Synthese der Teilprojekte B3, C, D, E und F des Forschungspakets Güterverkehr anhand eines Zielsystems für den Güterverkehr	2013
1440	SVI 2009/006	Benchmarking-Ansätze im Verkehrswesen	2013
1439	SVI 2009/002	Konzept zur effizienten Erfassung und Analyse der Güterverkehrsdaten Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz von Verkehrsmitteln im Güterverkehr der Schweiz TP A	2013
1438_2	SVI 2009/011	Ortsbezogene Massnahmen zur Reduktion der Auswirkungen des Güterverkehrs - Teil 2. Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP H	2013
1438_1	SVI 2009/011	Ortsbezogene Massnahmen zur Reduktion der Auswirkungen des Güterverkehrs - Teil 1. Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP H	2013
1437	VSS 2008/203	Trottoirüberfahrten und punktuelle Querungen ohne Vortritt für den Langsamverkehr	2013
1436	VSS 2010/401	Auswirkungen verschiedener Recyclinganteile in ungebundenen Gemischen	2013
1435	FGU 2008/007_OBF	Schadstoff- und Rauchkurzschlüsse bei Strassentunneln	2013
1434	VSS 2006/503	Performance Oriented Requirements for Bituminous Mixtures	2013
1433	ASTRA 2010/001	Güterverkehr mit Lieferwagen: Entwicklungen und Massnahmen Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP B3	2013
1432	ASTRA 2007/011	Praxis-Kalibrierung der neuen mobilen Grossversuchsanlage MLS10 für beschleunigte Verkehrslastsimulation auf Strassenbelägen in der Schweiz	2013
1431	ASTRA 2011/015	TeVeNOx - Testing of SCR-Systems on HD-Vehicles	2013
1430	ASTRA 2009/004	Impact des conditions météorologiques extrêmes sur la chaussée	2013
1429	SVI 2009/009	Einschätzungen der Infrastrukturnutzer zur Weiterentwicklung des Regulativs Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP F	2013
1428	SVI 2010/005	Branchenspezifische Logistikkonzepte und Güterverkehrsaufkommen sowie deren Trends Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP B2	2013
1427	SVI 2006/002	Begegnungszonen - eine Werkschau mit Empfehlungen für die Realisierung	2013
1426	ASTRA 2010/025_OBF	Luftströmungsmessung in Strassentunneln	2013
1425	VSS 2005/401	Résistance à l'altération des granulats et des roches	2013

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1424	ASTRA 2006/007	Optimierung der Baustellenplanung an Autobahnen	2013
1423	ASTRA 2010/012	Forschungspaket: Lärmarme Beläge innerorts EP3: Betrieb und Unterhalt lärmarmen Beläge	2013
1422	ASTRA 2011/006_OBF	Fracture processes and in-situ fracture observations in Gipskeuper	2013
1421	VSS 2009/901	Experimenteller Nachweis des vorgeschlagenen Raum- und Topologiemodells für die VM-Anwendungen in der Schweiz (MDATrafo)	2013
1420	SVI 2008/003	Projektierungsfreiräume bei Strassen und Plätzen	2013
1419	VSS 2001/452	Stabilität der Polymere beim Heisseinbau von PmB-haltigen Strassenbelägen	2013
1418	VSS 2008/402	Anforderungen an hydraulische Eigenschaften von Geokunststoffen	2012
1417	FGU 2009/002	Heat Exchanger Anchors for Thermo-active Tunnels	2013
1416	FGU 2010/001	Sulfatwiderstand von Beton: verbessertes Verfahren basierend auf der Prüfung nach SIA 262/1, Anhang D	2013
1415	VSS 2010/A01	Wissenslücken im Infrastrukturmanagementprozess "Strasse" im Siedlungsgebiet	2013
1414	VSS 2010/201	Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausstattung	2013
1413	SVI 2009/003	Güterverkehrsintensive Branchen und Güterverkehrsströme in der Schweiz Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz Teilprojekt B1	2013
1412	ASTRA 2010/020	Werkzeug zur aktuellen Gangliniennorm	2013
1411	VSS 2009/902	Verkehrstelematik für die Unterstützung des Verkehrsmanagements in ausserordentlichen Lagen	2013
1410	VSS 2010/202_OBF	Reduktion von Unfallfolgen bei Bränden in Strassentunneln durch Abschnittsbildung	2013
1409	ASTRA 2010/017_OBF	Regelung der Luftströmung in Strassentunneln im Brandfall	2013
1408	VSS 2000/434	Viellissement thermique des enrobés bitumineux en laboratoire	2012
1407	ASTRA 2006/014	Fusion des indicateurs de sécurité routière : FUSAIN	2012
1406	ASTRA 2004/015	Amélioration du modèle de comportement individuel du Conducteur pour évaluer la sécurité d'un flux de trafic par simulation	2012
1405	ASTRA 2010/009	Potential von Photovoltaik an Schallschutzmassnahmen entlang der Nationalstrassen	2012
1404	VSS 2009/707	Validierung der Kosten-Nutzen-Bewertung von Fahrbahn-Erhaltungsmassnahmen	2012
1403	SVI 2007/018	Vernetzung von HLS- und HVS-Steuerungen	2012
1402	VSS 2008/403	Witterungsbeständigkeit und Durchdrückverhalten von Geokunststoffen	2012
1401	SVI 2006/003	Akzeptanz von Verkehrsmanagementmassnahmen-Vorstudie	2012
1400	VSS 2009/601	Begrünte Stützgitterböschungssysteme	2012
1399	VSS 2011/901	Erhöhung der Verkehrssicherheit durch Incentivierung	2012
1398	ASTRA 2010/019	Environmental Footprint of Heavy Vehicles Phase III: Comparison of Footprint and Heavy Vehicle Fee (LSVA) Criteria	2012
1397	FGU 2008/003_OBF	Brandschutz im Tunnel: Schutzziele und Brandbemessung Phase 1: Stand der Technik	2012
1396	VSS 1999/128	Einfluss des Umhüllungsgrades der Mineralstoffe auf die mechanischen Eigenschaften von Mischgut	2012
1395	FGU 2009/003	KarstALEA: Wegleitung zur Prognose von karstspezifischen Gefahren im Untertagbau	2012
1394	VSS 2010/102	Grundlagen Betriebskonzepte	2012
1393	VSS 2010/702	Aktualisierung SN 640 907, Kostengrundlage im Erhaltungsmanagement	2012
1392	ASTRA 2008/008_009	FEHRL Institutes WIM Initiative (Fiwi)	2012
1391	ASTRA 2011/003	Leitbild ITS-CH Landverkehr 2025/30	2012
1390	FGU 2008/004_OBF	Einfluss der Grundwasserströmung auf das Quellverhalten des Gipskeupers im Belchentunnel	2012
1389	FGU 2003/002	Long Term Behaviour of the Swiss National Road Tunnels	2012
1388	SVI 2007/022	Möglichkeiten und Grenzen von elektronischen Busspuren	2012
1387	VSS 2010/205_OBF	Ablage der Prozessdaten bei Tunnel-Prozessleitsystemen	2012

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1386	VSS 2006/204	Schallreflexionen an Kunstbauten im Strassenbereich	2012
1385	VSS 2004/703	Bases pour la révision des normes sur la mesure et l'évaluation de la planéité des chaussées	2012
1384	VSS 1999/249	Konzeptuelle Schnittstellen zwischen der Basisdatenbank und EMF-, EMK- und EMT-DB	2012
1383	FGU 2008/005	Einfluss der Grundwasserströmung auf das Quellverhalten des Gipskeupers im Chienbergtunnel	2012
1382	VSS 2001/504	Optimierung der statischen Eindringtiefe zur Beurteilung von harten Gussasphaltsorten	2012
1381	SVI 2004/055	Nutzen von Reisezeiteinsparungen im Personenverkehr	2012
1380	ASTRA 2007/009	Wirkungsweise und Potential von kombinierter Mobilität	2012
1379	VSS 2010/206_OBF	Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen bei Tunnel-Prozessleitsystemen	2012
1378	SVI 2004/053	Mehr Sicherheit dank Kernfahrbahnen?	2012
1377	VSS 2009/302	Verkehrssicherheitsbeurteilung bestehender Verkehrsanlagen (Road Safety Inspection)	2012
1376	ASTRA 2011/008_004	Erfahrungen im Schweizer Betonbrückenbau	2012
1375	VSS 2008/304	Dynamische Signalisierungen auf Hauptverkehrsstrassen	2012
1374	FGU 2004/003	Entwicklung eines zerstörungsfreien Prüfverfahrens für Schweissnähte von KDB	2012
1373	VSS 2008/204	Vereinheitlichung der Tunnelbeleuchtung	2012
1372	SVI 2011/001	Verkehrssicherheitsgewinne aus Erkenntnissen aus Datapooling und strukturierten Datenanalysen	2012
1371	ASTRA 2008/017	Potenzial von Fahrgemeinschaften	2011
1370	VSS 2008/404	Dauerhaftigkeit von Betonfahrbahnen aus Betongranulat	2011
1369	VSS 2003/204	Rétention et traitement des eaux de chaussée	2012
1368	FGU 2008/002	Soll sich der Mensch dem Tunnel anpassen oder der Tunnel dem Menschen?	2011
1367	VSS 2005/801	Grundlagen betreffend Projektierung, Bau und Nachhaltigkeit von Anschlussgleisen	2011
1366	VSS 2005/702	Überprüfung des Bewertungshintergrundes zur Beurteilung der Strassengriffigkeit	2010
1365	SVI 2004/014	Neue Erkenntnisse zum Mobilitätsverhalten dank Data Mining?	2011
1364	SVI 2009/004	Regulierung des Güterverkehrs Auswirkungen auf die Transportwirtschaft Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP D	2012
1363	VSS 2007/905	Verkehrsprognosen mit Online -Daten	2011
1362	SVI 2004/012	Aktivitätenorientierte Analyse des Neuverkehrs	2012
1361	SVI 2004/043	Innovative Ansätze der Parkraumbewirtschaftung	2012
1360	VSS 2010/203	Akustische Führung im Strassentunnel	2012
1359	SVI 2004/003	Wissens- und Technologientransfer im Verkehrsbereich	2012
1358	SVI 2004/079	Verkehrsanbindung von Freizeitanlagen	2012
1357	SVI 2007/007	Unaufmerksamkeit und Ablenkung: Was macht der Mensch am Steuer?	2012
1356	SVI 2007/014	Kooperation an Bahnhöfen und Haltestellen	2011
1355	FGU 2007/002	Prüfung des Sulfatwiderstandes von Beton nach SIA 262/1, Anhang D: Anwendbarkeit und Relevanz für die Praxis	2011
1354	VSS 2003/203	Anordnung, Gestaltung und Ausführung von Treppen, Rampen und Treppenwegen	2011
1353	VSS 2000/368	Grundlagen für den Fussverkehr	2011
1352	VSS 2008/302	Fussgängerstreifen (Grundlagen)	2011
1351	ASTRA 2009/001	Development of a best practice methodology for risk assessment in road tunnels	2011
1350	VSS 2007/904	IT-Security im Bereich Verkehrstelematik	2011
1349	VSS 2003/205	In-Situ-Abflussversuche zur Untersuchung der Entwässerung von Autobahnen	2011
1348	VSS 2008/801	Sicherheit bei Parallelführung und Zusammentreffen von Strassen mit der Schiene	2011
1347	VSS 2000/455	Leistungsfähigkeit von Parkieranlagen	2010
1346	ASTRA 2007/004	Quantifizierung von Leckagen in Abluftkanälen bei Strassentunneln mit konzentrierter Rauchabsaugung	2010

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1345	SVI 2004/039	Einsatzbereiche verschiedener Verkehrsmittel in Agglomerationen	2011
1344	VSS 2009/709	Initialprojekt für das Forschungspaket "Nutzensteigerung für die Anwender des SIS"	2011
1343	VSS 2009/903	Basistechnologien für die intermodale Nutzungserfassung im Personenverkehr	2011
1342	FGU 2005/003	Untersuchungen zur Frostkörperbildung und Frosthebung beim Gefrierverfahren	2010
1341	FGU 2007/005	Design aids for the planning of TBM drives in squeezing ground	2011
1340	SVI 2004/051	Aggressionen im Verkehr	2011
1339	SVI 2005/001	Widerstandsfunktionen für Innerorts-Strassenabschnitte ausserhalb des Einflussbereiches von Knoten	2010
1338	VSS 2006/902	Wirkungsmodelle für fahrzeugseitige Einrichtungen zur Steigerung der Verkehrssicherheit	2009
1337	ASTRA 2006/015	Development of urban network travel time estimation methodology	2011
1336	ASTRA 2007/006	SPIN-ALP: Scanning the Potential of Intermodal Transport on Alpine Corridors	2010
1335	VSS 2007/502	Stripping bei lärmindernden Deckschichten unter Überrollbeanspruchung im Labor-massstab	2011
1334	ASTRA 2009/009	Was treibt uns an? Antriebe und Treibstoffe für die Mobilität von Morgen	2011
1333	SVI 2007/001	Standards für die Mobilitätsversorgung im peripheren Raum	2011
1332	VSS 2006/905	Standardisierte Verkehrsdaten für das verkehrsträgerübergreifende Verkehrsmanagement	2011
1331	VSS 2005/501	Rückrechnung im Strassenbau	2011
1330	FGU 2008/006	Energiegewinnung aus städtischen Tunneln: Systemevaluation	2010
1329	SVI 2004/073	Alternativen zu Fussgängerstreifen in Tempo-30-Zonen	2010
1328	VSS 2005/302	Grundlagen zur Quantifizierung der Auswirkungen von Sicherheitsdefiziten	2011
1327	VSS 2006/601	Vorhersage von Frost und Nebel für Strassen	2010
1326	VSS 2006/207	Erfolgskontrolle Fahrzeugrückhaltesysteme	2011
1325	SVI 2000/557	Indices caractéristiques d'une cité-vélo. Méthode d'évaluation des politiques cyclables en 8 indices pour les petites et moyennes communes.	2010
1324	VSS 2004/702	Eigenheiten und Konsequenzen für die Erhaltung der Strassenverkehrsanlagen im überbauten Gebiet	2009
1323	VSS 2008/205	Ereignisdetektion im Strassentunnel	2011
1322	SVI 2005/007	Zeitwerte im Personenverkehr: Wahrnehmungs- und Distanzabhängigkeit	2008
1321	VSS 2008/501	Validation de l'oedomètre CRS sur des échantillons intacts	2010
1320	VSS 2007/303	Funktionale Anforderungen an Verkehrserfassungssysteme im Zusammenhang mit Lichtsignalanlagen	2010
1319	VSS 2000/467	Auswirkungen von Verkehrsberuhigungsmassnahmen auf die Lärmimmissionen	2010
1318	FGU 2006/001	Langzeitquellversuche an anhydritführenden Gesteinen	2010
1317	VSS 2000/469	Geometrisches Normalprofil für alle Fahrzeugtypen	2010
1316	VSS 2001/701	Objektorientierte Modellierung von Strasseninformationen	2010
1315	VSS 2006/904	Abstimmung zwischen individueller Verkehrsinformation und Verkehrsmanagement	2010
1314	VSS 2005/203	Datenbank für Verkehrsaufkommensraten	2008
1313	VSS 2001/201	Kosten-/Nutzenbetrachtung von Strassenentwässerungssystemen, Ökobilanzierung	2010
1312	SVI 2004/006	Der Verkehr aus Sicht der Kinder: Schulwege von Primarschulkindern in der Schweiz	2010
1311	VSS 2000/543	VIABILITE DES PROJETS ET DES INSTALLATIONS ANNEXES	2010
1310	ASTRA 2007/002	Beeinflussung der Luftströmung in Strassentunneln im Brandfall	2010
1309	VSS 2008/303	Verkehrsregelungssysteme - Modernisierung von Lichtsignalanlagen	2010
1308	VSS 2008/201	Hindernisfreier Verkehrsraum - Anforderungen aus Sicht von Menschen mit Behinderung	2010
1307	ASTRA 2006/002	Entwicklung optimaler Mischgüter und Auswahl geeigneter Bindemittel; D-A-CH - Initialprojekt	2008
1306	ASTRA 2008/002	Strassenglätte-Prognosesystem (SGPS)	2010
1305	VSS 2000/457	Verkehrserzeugung durch Parkierungsanlagen	2009

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1304	VSS 2004/716	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen	2008
1303	ASTRA 2009/010	Geschwindigkeiten in Steigungen und Gefällen; Überprüfung	2010
1302	VSS 1999/131	Zusammenhang zwischen Bindemittleigenschaften und Schadensbildern des Belages?	2010
1301	SVI 2007/006	Optimierung der Strassenverkehrsunfallstatistik durch Berücksichtigung von Daten aus dem Gesundheitswesen	2009
1300	VSS 2003/903	SATELROU Perspectives et applications des méthodes de navigation pour la télématique des transports routiers et pour le système d'information de la route	2010
1299	VSS 2008/502	Projet initial - Enrobés bitumineux à faibles impacts énergétiques et écologiques	2009
1298	ASTRA 2007/012	Griffigkeit auf winterlichen Fahrbahnen	2010
1297	VSS 2007/702	Einsatz von Asphaltbewehrungen (Asphalteinlagen) im Erhaltungsmanagement	2009
1296	ASTRA 2007/008	Swiss contribution to the Heavy-Duty Particle Measurement Programme (HD-PMP)	2010
1295	VSS 2005/305	Entwurfsgrundlagen für Lichtsignalanlagen und Leitfaden	2010
1294	VSS 2007/405	Wiederhol- und Vergleichspräzision der Druckfestigkeit von Gesteinskörnungen am Haufwerk	2010
1293	VSS 2005/402	Détermination de la présence et de l'efficacité de dope dans les bétons bitumineux	2010
1292	ASTRA 2006/004	Entwicklung eines Pflanzenöl-Blockheizkraftwerkes mit eigener Ölmühle	2010
1291	ASTRA 2009/005	Fahrmuster auf überlasteten Autobahnen Simultanes Berechnungsmodell für das Fahrverhalten auf Autobahnen als Grundlage für die Berechnung von Schadstoffemissionen und Fahrzeitgewinnen	2010
1290	VSS 1999/209	Conception et aménagement de passages inférieurs et supérieurs pour piétons et deux-roues légers	2008
1289	VSS 2005/505	Affinität von Gesteinskörnungen und Bitumen, nationale Umsetzung der EN	2010
1288	ASTRA 2006/020	Footprint II - Long Term Pavement Performance and Environmental Monitoring on A1	2010
1287	VSS 2008/301	Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit von komplexen ungesteuerten Knoten: Analytisches Schätzverfahren	2009
1286	VSS 2000/338	Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit auf Strassen ohne Richtungstrennung	2010
1285	VSS 2002/202	In-situ Messung der akustischen Leistungsfähigkeit von Schallschirmen	2009
1284	VSS 2004/203	Evacuation des eaux de chaussée par les bas-côtés	2010
1283	VSS 2000/339	Grundlagen für eine differenzierte Bemessung von Verkehrsanlagen	2008
1282	VSS 2004/715	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen: Zusatzkosten infolge Vor- und Aufschub von Erhaltungsmaßnahmen	2010
1281	SVI 2004/002	Systematische Wirkungsanalysen von kleinen und mittleren Verkehrsvorhaben	2009
1280	ASTRA 2004/016	Auswirkungen von fahrzeuginternen Informationssystemen auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit Verkehrspsychologischer Teilbericht	2010
1279	VSS 2005/301	Leistungsfähigkeit zweistreifiger Kreisel	2009
1278	ASTRA 2004/016	Auswirkungen von fahrzeuginternen Informationssystemen auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit - Verkehrstechnischer Teilbericht	2009
1277	SVI 2007/005	Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Strassenverkehr - Vorstudie	2010
1276	VSS 2006/201	Überprüfung der schweizerischen Ganglinien	2008
1275	ASTRA 2006/016	Dynamic Urban Origin - Destination Matrix - Estimation Methodology	2009
1274	SVI 2004/088	Einsatz von Simulationswerkzeugen in der Güterverkehrs- und Transportplanung	2009

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1273	ASTRA 2008/006	UNTERHALT 2000 - Massnahme M17, FORSCHUNG: Dauerhafte Materialien und Verfahren SYNTHESE - BERICHT zum Gesamtprojekt "Dauerhafte Beläge" mit den Einzelnen Forschungsprojekten: - ASTRA 200/419: Verhaltensbilanz der Beläge auf Nationalstrassen - ASTRA 2000/420: Dauerhafte Komponenten auf der Basis erfolgreicher Strecken - ASTRA 2000/421: Durabilité des enrobés - ASTRA 2000/422: Dauerhafte Beläge, Rundlaufversuch - ASTRA 2000/423: Griffigkeit der Beläge auf Autobahnen, Vergleich zwischen den Messergebnissen von SRM und SCRIM - ASTRA 2008/005: Vergleichsstrecken mit unterschiedlichen oberen Tragschichten auf einer Nationalstrasse	2008
1272	VSS 2007/304	Verkehrsregelungssysteme - behinderte und ältere Menschen an Lichtsignalanlagen	2010
1271	VSS 2004/201	Unterhalt von Lärmschirmen	2009
1270	VSS 2005/502	Interaktion Strasse Hangstabilität: Monitoring und Rückwärtsrechnung	2009
1269	VSS 2005/201	Evaluation von Fahrzeugrückhaltesystemen im Mittelstreifen von Autobahnen	2009
1268	ASTRA 2005/007	PM10-Emissionsfaktoren von Abriebspartikeln des Strassenverkehrs (APART)	2009
1267	VSS 2007/902	MDA in SVT Einsatz modellbasierter Datentransfernormen (INTERLIS) in der Strassenverkehrstelematik	2009
1266	VSS 2000/343	Unfall- und Unfallkostenraten im Strassenverkehr	2009
1265	VSS 2005/701	Zusammenhang zwischen dielektrischen Eigenschaften und Zustandsmerkmalen von bitumenhaltigen Fahrbahnbelägen (Pilotuntersuchung)	2009
1264	SVI 2004/004	Verkehrspolitische Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung	2009
1263	VSS 2001/503	Phénomène du dégel des sols gélifs dans les infrastructures des voies de communication et les pergélisols alpins	2006
1262	VSS 2003/503	Lärmverhalten von Deckschichten im Vergleich zu Gussasphalt mit strukturierter Oberfläche	2009
1261	ASTRA 2004/018	Pilotstudie zur Evaluation einer mobilen Grossversuchsanlage für beschleunigte Verkehrslastsimulation auf Strassenbelägen	2009
1260	FGU 2005/001	Testeinsatz der Methodik "Indirekte Vorauserkundung von wasserführenden Zonen mittels Temperaturdaten anhand der Messdaten des Lötschberg-Basistunnels	2009
1259	VSS 2004/710	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen - Synthesebericht	2008
1258	VSS 2005/802	Kaphaltestellen Anforderungen und Auswirkungen	2009
1257	SVI 2004/057	Wie Strassenraumbilder den Verkehr beeinflussen Der Durchfahrtswiderstand als Arbeitsinstrument bei der städtebaulichen Gestaltung von Strassenräumen	2009
1256	VSS 2006/903	Qualitätsanforderungen an die digitale Videobild-Bearbeitung zur Verkehrsüberwachung	2009
1255	VSS 2006/901	Neue Methoden zur Erkennung und Durchsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit	2009
1254	VSS 2006/502	Drains verticaux préfabriqués thermiques pour la consolidation in-situ des sols	2009
1253	VSS 2001/203	Rétention des polluants des eaux de chaussées selon le système "infiltrations sur les talus". Vérification in situ et optimisation	2009
1252	SVI 2003/001	Nettoverkehr von verkehrintensiven Einrichtungen (VE)	2009
1251	ASTRA 2002/405	Incidence des granulats arrondis ou partiellement arrondis sur les propriétés d'adhérence des bétons bitumineux	2008
1250	VSS 2005/202	Strassenabwasser Filterschacht	2007
1249	FGU 2003/004	Einflussfaktoren auf den Brandwiderstand von Betonkonstruktionen	2009
1248	VSS 2000/433	Dynamische Eindringtiefe zur Beurteilung von Gussasphalt	2008
1247	VSS 2000/348	Anforderungen an die strassenseitige Ausrüstung bei der Umwidmung von Standstreifen	2009

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1246	VSS 2004/713	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen: Bedeutung Oberflächenzustand und Tragfähigkeit sowie gegenseitige Beziehung für Gebrauchs- und Substanzwert	2009
1245	VSS 2004/701	Verfahren zur Bestimmung des Erhaltungsbedarfs in kommunalen Strassennetzen	2009
1244	VSS 2004/714	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen - Gesamtnutzen und Nutzen-Kosten-Verhältnis von standardisierten Erhaltungsmassnahmen	2008
1243	VSS 2000/463	Kosten des betrieblichen Unterhalts von Strassenanlagen	2008
1242	VSS 2005/451	Recycling von Ausbauasphalt in Heissmischgut	2007
1241	ASTRA 2001/052	Erhöhung der Aussagekraft des LCPC Spurbildungstests	2009
1240	ASTRA 2002/010	L'acceptabilité du péage de congestion : Résultats et analyse de l'enquête en Suisse	2009
1239	VSS 2000/450	Bemessungsgrundlagen für das Bewehren mit Geokunststoffen	2009
1238	VSS 2005/303	Verkehrssicherheit an Tagesbaustellen und bei Anschlüssen im Baustellenbereich von Hochleistungsstrassen	2008
1237	VSS 2007/903	Grundlagen für eCall in der Schweiz	2009
1236	ASTRA 2008/008_07	Analytische Gegenüberstellung der Strategie- und Tätigkeitsschwerpunkte ASTRA-AIPCR	2008
1235	VSS 2004/711	Forschungspaket Massnahmenplanung im EM von Fahrbahnen - Standardisierte Erhaltungsmassnahmen	2008
1234	VSS 2006/504	Expérimentation in situ du nouveau drainomètre européen	2008
1233	ASTRA 2000/420	Unterhalt 2000 Forschungsprojekt FP2 Dauerhafte Komponenten bitumenhaltiger Belagsschichten	2009
667	AGB 2008/004	Résistance au déversement des poutres métalliques de pont	2015
666	AGB 2012/015	Structural Identification for Condition Assessment of Swiss Bridges	2015
665	AGB 2011/001	Wirksamkeit und Prüfung der Nachbehandlungsmethoden von Beton	2014
664	AGB 2009/005	Charges de trafic actualisées pour les dalles de roulement en béton des ponts existants	2014
663	AGB 2003/014	Seismic Safety of Existing Bridges	2014
662	AGB 2008/001	Seismic Safety of Existing Bridges - Cyclic Inelastic Behaviour of Bridge Piers	2014
661	AGB 2010/002	Fatigue limit state of shear studs in steel-concrete composite road bridges	2014
660	AGB 2008/002	Indirekt gelagerte Betonbrücken - Sachstandsbericht	2014
659	AGB 2009/014	Suizidprävention bei Brücken: Follow-Up	2014
658	AGB 2006/015_OBF	Querkraftwiderstand vorgespannter Brücken mit ungenügender Querkraftbewehrung	2014
657	AGB 2003/012	Brücken in Holz: Möglichkeiten und Grenzen	2013
656	AGB 2009/015	Experimental verification of integral bridge abutments	2013
655	AGB 2007/004	Fatigue Life Assessment of Roadway Bridges Based on Actual Traffic Loads	2013
654	AGB 2005-008	Thermophysical and Thermomechanical Behavior of Cold-Curing Structural Adhesives in Bridge Construction	2013
653	AGB 2007/002	Poinçonnement des pontsdalles précontraints	2013
652	AGB 2009/006	Detektion von Betonstahlbrüchen mit der magnetischen Streufeldmethode	2013
651	AGB 2006/006_OBF	Instandsetzung und Monitoring von AAR-geschädigten Stützmauern und Brücken	2013
650	AGB 2005/010	Korrosionsbeständigkeit von nichtrostenden Betonstählen	2012
649	AGB 2008/012	Anforderungen an den Karbonatisierungswiderstand von Betonen	2012
648	AGB 2005/023 + AGB 2006/003	Validierung der AAR-Prüfungen für Neubau und Instandsetzung	2011
647	AGB 2004/010	Quality Control and Monitoring of electrically isolated post-tensioning tendons in bridges	2011
646	AGB 2005/018	Interactin sol-structure : ponts à culées intégrales	2010
645	AGB 2005/021	Grundlagen für die Verwendung von Recyclingbeton aus Betongranulat	2010
644	AGB 2005/004	Hochleistungsfähiger Faserfeinkornbeton zur Effizienzsteigerung bei der Erhaltung von Kunstbauten aus Stahlbeton	2010

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
643	AGB 2005/014	Akustische Überwachung einer stark geschädigten Spannbetonbrücke und Zustandserfassung beim Abbruch	2010
642	AGB 2002/006	Verbund von Spanngliedern	2009
641	AGB 2007/007	Empfehlungen zur Qualitätskontrolle von Beton mit Luftpermeabilitätsmessungen	2009
640	AGB 2003/011	Nouvelle méthode de vérification des ponts mixtes à âme pleine	2010
639	AGB 2008/003	RiskNow-Falling Rocks Excel-basiertes Werkzeug zur Risikermittlung bei Steinschlag-schutzgalerien	2010
638	AGB2003/003	Ursachen der Rissbildung in Stahlbetonbauwerken aus Hochleistungs-beton und neue Wege zu deren Vermeidung	2008
637	AGB 2005/009	Détermination de la présence de chlorures à l'aide du Géoradar	2009
636	AGB 2002/028	Dimensionnement et vérification des dalles de roulement de ponts routiers	2009
635	AGB 2004/002	Applicabilité de l'enrobé drainant sur les ouvrages d'art du réseau des routes nationales	2008
634	AGB 2002/007	Untersuchungen zur Potenzialfeldmessung an Stahlbetonbauten	2008
633	AGB 2002/014	Oberflächenschutzsysteme für Betontragwerke	2008
632	AGB 2008/201	Sicherheit des Verkehrssystem Strasse und dessen Kunstbauten Testregion - Methoden zur Risikobeurteilung Schlussbericht	2010
631	AGB 2000/555	Applications structurales du Béton Fibré à Ultra-hautes Performances aux ponts	2008
630	AGB 2002/016	Korrosionsinhibitoren für die Instandsetzung chloridverseuchter Stahlbetonbauten	2010
629	AGB 2003/001 + AGB 2005/019	Integrale Brücken - Sachstandsbericht	2008
628	AGB 2005/026	Massnahmen gegen chlorid-induzierte Korrosion und zur Erhöhung der Dauerhaftigkeit	2008
627	AGB 2002/002	Eigenschaften von normalbreiten und überbreiten Fahrbahnübergängen aus Polymerbitumen nach starker Verkehrsbelastung	2008
626	AGB 2005/110	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Baustellensicherheit bei Kunstbauten	2009
625	AGB 2005/109	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Effektivität und Effizienz von Massnahmen bei Kunstbauten	2009
624	AGB 2005/108	Sicherheit des Verkehrssystems / Strasse und dessen Kunstbauten / Risikobeurteilung für Kunstbauten	2010
623	AGB 2005/107	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Tragsicherheit der bestehenden Kunstbauten	2009
622	AGB 2005/106	Rechtliche Aspekte eines risiko- und effizienz-basierten Sicherheitskonzepts	2009
621	AGB 2005/105	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten Szenarien der Gefahrenentwicklung	2009
620	AGB 2005/104	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Effektivität und Effizienz von Massnahmen	2009
619	AGB 2005/103	Sicherheit des Verkehrssystems / Strasse und dessen Kunstbauten / Ermittlung des Netzrisikos	2010
618	AGB 2005/102	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Methodik zur vergleichenden Risikobeurteilung	2009
617	AGB 2005/100	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten Synthesebericht	2010
616	AGB 2002/020	Beurteilung von Risiken und Kriterien zur Festlegung akzeptierter Risiken in Folge aussergewöhnlicher Einwirkungen bei Kunstbauten	2009