



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

Forschungspaket SERFOR, Teil- projekt TP3: Handlungsbedarf Ausserortsstrassen

Paquet de recherche SERFOR
Sous-projet TP3 : Nécessité d'agir sur les routes
périphériques

Research package SERFOR
Sub-project TP3: Need for action on rural roads

EBP Schweiz AG
Christian Willi
Helgi Hafsteinsson
Bettina Zahnd

Beratungsstelle für Unfallverhütung, BFU
Dr. Markus Deublein
Gianantonio Scaramuzza

Fachhochschule Nordwestschweiz, FHNW
Prof. Dr. Katrin Fischer

**Forschungsprojekt VSS 2018/515 auf Antrag des Schweizerischen Ver-
bandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)**

Oktober 2022

1732

Der Inhalt dieses Berichtes 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

Forschungspaket SERFOR, Teil- projekt TP3: Handlungsbedarf Ausserortsstrassen

Paquet de recherche SERFOR
Sous-projet TP3 : Nécessité d'agir sur les routes
périphériques

Research package SERFOR
Sub-project TP3: Need for action on rural roads

EBP Schweiz AG
Christian Willi
Helgi Hafsteinsson
Bettina Zahnd

Beratungsstelle für Unfallverhütung, BFU
Dr. Markus Deublein
Gianantonio Scaramuzza

Fachhochschule Nordwestschweiz, FHNW
Prof. Dr. Katrin Fischer

**Forschungsprojekt VSS 2018/515 auf Antrag des Schweizerischen Ver-
bandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)**

Oktober 2022

1732

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Projektleitung

Christian Willi

Mitglieder

Markus Deublein

Katrin Fischer

Helgi Hafsteinsson

Gianantonio Scaramuzza

Bettina Zahnd

Federführende Fachorganisation

VSS, Fachkommission 5: Betrieb

Begleitkommission

Präsident

Wernher Brucks

Mitglieder

Lukas Bähler

Daniel Baumann

Mario Cavegn

Marion Doerfel

Sara Droz

Eric Duc

Benedikt Eberle

Patrick Eberling

Stephan Felber

Raphael Golay

Bernard Gogniat

Marina Groner

Oliver Jacobi

Christian Kamenik

Gerhard Schuwerk

Stevan Skeledzic

Sabine Würmli

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	11
Summary	15
1 Einleitung	19
1.1 Ausgangslage.....	19
1.2 Zielsetzung	19
1.3 Abgrenzung und Schnittstellen	20
1.4 Aufbau des Berichts	21
2 Grundlagen	23
2.1 Der «Faktor Mensch» im Strassenverkehr	23
2.1.1 Einleitung.....	23
2.1.2 Generell im Strassenverkehr relevante psychische Funktionen	23
2.1.3 Personengruppenspezifische relevante psychophysische Faktoren	24
2.2 Stand der Praxis.....	26
2.2.1 Normen.....	26
2.2.2 Umsetzung neuer Erkenntnisse in die Praxis	27
3 Übergeordnetes Vorgehen und Arbeitsschritte	29
4 Festlegung Design-Regeln	31
4.1 Einleitung.....	31
4.2 Methodik.....	31
4.3 Resultate	31
4.4 Fazit.....	32
5 Design-Regeln in bestehenden Normen	33
5.1 Einleitung.....	33
5.2 Methodik.....	33
5.3 Resultate	34
5.3.1 Stufe 1: Systematische Überprüfung bestehender Normen	34
5.3.2 Stufe 2: Fachgespräche mit Normierungsexpertinnen und -experten	35
5.4 Fazit.....	39
6 Identifikation von SERFOR-Ansätzen	41
6.1 Einleitung.....	41
6.2 Methodik.....	41
6.3 Resultate	41
6.4 Fazit.....	45
7 Überprüfung der praktischen Umsetzbarkeit und Relevanz der SERFOR-Ansätze.	47
7.1 Einleitung.....	47
7.2 Methodik.....	47
7.2.1 Praktische Umsetzbarkeit	47
7.2.2 Relevanz	48
7.3 Resultate	48
7.3.1 Beurteilung der SER- und FOR-Ansätze durch Experten.....	48
7.3.2 Begehungen der fünf Unfallhäufungsstellen im Ausserortsbereich im Kanton Zürich.....	50
7.3.3 Potenzialabschätzung zur Beurteilung der Relevanz	52
7.4 Fazit.....	53

8	Priorisierung der SERFOR-Ansätze nach Wirksamkeit und Innovation	55
8.1	Einleitung	55
8.2	Methodik.....	55
8.3	Resultate.....	56
8.3.1	SER-Ansätze	59
8.3.2	FOR-Ansätze	61
8.4	Fazit	61
9	Handlungsbedarf	63
9.1	Fokus Sensibilisierung	63
9.2	Fokus Standardisierung	64
9.3	Fokus Implementierung	65
9.4	Fokus Vertiefung	66
	Anhänge.....	69
	Glossar.....	115
	Literaturverzeichnis.....	117
	Abbildungsverzeichnis.....	121
	Tabellenverzeichnis.....	123
	Projektabschluss	125

Zusammenfassung

Bereits in den 90er Jahren wurden der Begriff und das Konzept von «selbsterklärenden Strassen» definiert (self-explaining roads = SER) und mit dem Begriff der «fehlerverzeihenden Strassen» (forgiving roads = FOR) ergänzt. Mit dem Forschungspaket SERFOR verfolgt das Bundesamt für Strassen mit vier Teilprojekten (TP) das Ziel, konkrete und praxistaugliche SERFOR-Ansätze zu erarbeiten sowie den Handlungsbedarf für die Schweiz aufzuzeigen, um Inner- und Ausserortsstrassen unter Berücksichtigung von aktuellen verkehrspsychologischen Erkenntnissen selbsterklärender und fehlerverzeihender zu gestalten.

Das Ziel des TP 3 «Handlungsbedarf Ausserortsstrassen» besteht einerseits darin, die SERFOR-Aspekte in bereits bestehenden Normen und Regelwerken zu identifizieren, stärker herauszustreichen und durch geeignete neue Ansätze zu ergänzen. Andererseits sollen Wege gefunden werden, bereits vorhandene und bekannte SERFOR-Ansätze, die bisher nur eingeschränkt umgesetzt wurden, stärker in der Planung und Projektierung von Strassenprojekten zu verankern.

Um Ausserortsstrassen selbsterklärender und fehlerverzeihender auszugestalten, bieten sich grundsätzlich zwei Möglichkeiten an: Über eine optimale Linienführung und einen optimalen Querschnitt im Rahmen der Projektierung von neu gebauten Strassen und über «korrigierende Ansätze» zur selbsterklärenderen und fehlerverzeihenderen Gestaltung von Bestandsstrassen. Optimale Querschnitte umfassen beispielsweise eine dem Geschwindigkeitslimit angepasste Ausgestaltung der Querschnittsbreite oder ein dem durchschnittlichen täglichen Verkehr angepasster Ausbaugrad. Sofern es die Rahmenbedingungen wie Platzverhältnisse, Wirtschaftlichkeit etc. zulassen, ist die Möglichkeit eines optimalen Querschnitts und einer optimalen Linienführung den korrigierenden Ansätzen vorzuziehen. Unter Berücksichtigung des umfangreich vorhandenen Bestandsnetzes in der Schweiz, fokussiert das vorliegende Teilprojekt jedoch, gestützt auf das Teilprojekt 1 «Humanfaktoren», auf korrigierende SERFOR-Ansätze. Dabei wird sowohl auf flächig wirkende Ansätze zur Standardisierung und selbsterklärenden Gestaltung des Strassenraums eingegangen sowie auf punktuell wirkende, ergänzende Ansätze wie Signalisationen.

Bei der sicheren Gestaltung des Strassen- bzw. Verkehrsraumes gibt es mehrere psychologische Aspekte, die relevant sind. Vereinfacht gesagt, sind jeweils die vier psychischen Funktionen bei den Verkehrsteilnehmenden – Wahrnehmen, Erkennen, Verstehen und Motivieren – involviert. SERFOR-Ansätze, die das Selbsterklärungspotenzial der Verkehrsraumgestaltung erhöhen sollen, sollten daher an diesen psychischen Funktionen orientiert sein und diese unterstützen. Dazu wurden im TP 3 sogenannte «Design-Regeln» erarbeitet, die die Ziele formulieren, denen die SERFOR-Ansätze dienen sollen. Die sechs basierend auf dem TP 1 erarbeiteten Design-Regeln lauten:

- Orientierung geben: Der Strassenraum und seine seitliche Umgebung sind mit Gestaltungselementen zu versehen, welche die korrekte Distanz- und/oder Geschwindigkeitswahrnehmung der Verkehrsteilnehmer fördern.
- Aufmerksamkeit lenken: Der Strassenraum ist mit salienten, d.h. auffälligen, dynamischen oder adaptiven Hinweisen zu versehen, um die Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmer auf kritische Bereiche zu lenken.
- Standardisierung fördern: Strassengestaltungselemente und Hinweise, die für ähnliche Strassensituationen den gleichen Informationswert vermitteln, sind einheitlich auszubilden.
- Konfliktgegner erkennen: Die Knotenbereiche sind so zu gestalten, dass potenzielle Konfliktgegner sich im Sichtfeld der anderen Verkehrsteilnehmer befinden (insbesondere bei Konfliktbereichen) und durch ausreichende Sichtweiten frühzeitig erkannt werden. Zusätzlich oder wenn beispielsweise aufgrund von baulichen Einschränkungen (Platzverhältnisse, Denkmal-, Bestandsschutz etc.) dies nicht möglich ist, sollen auffällige Elemente der Signalisierung, wie dynamische oder adaptive, die Blicklenkung der Verkehrsteilnehmer auf ihre potenziellen Konfliktgegner unterstützen.

- Prägnanz erhöhen: Die Schilder und Markierungen sind im Strassenraum so anzuordnen und die Signalisationsdichte ist möglichst so gering zu halten, dass eine optimale Erkennbarkeit und Wahrnehmbarkeit dieser sichergestellt ist.
- Passive Sicherheit erhöhen: Fahrzeuglenkende sind einerseits auf das Verlassen des idealen Fahrbereichs frühzeitig aufmerksam zu machen. Andererseits gilt es, den Strassenraum inklusive seiner seitlichen Umgebung so zu gestalten, dass im Falle eines Ereignisses die Unfallfolgen möglichst minimiert werden.

Während sich die ersten fünf genannten Design-Regeln an SER richten, bezieht sich die letztgenannte, «passive Sicherheit erhöhen», auf FOR.

Um zu beurteilen, wie gut diese Design-Regeln bereits in den bestehenden Normen und Regelwerken in der Schweiz, aber auch im Ausland, berücksichtigt oder gar verankert sind, wurde eine Überprüfung ausgewählter Normen sowie Fachgespräche mit einer anerkannten Schweizer Normierungsexpertin und zwei -anerkannten Schweizer Normierungsexperten durchgeführt. Dabei hat sich gezeigt, dass SERFOR häufig sehr allgemein in den Normen gehalten und offen formuliert ist. Der daraus resultierende Handlungsspielraum für Projektierende ist damit gross, was dem Ziel (der Design-Regel) einer möglichst hohen Standardisierung der Strassenraumgestaltung widerspricht. Weiter hat sich gezeigt, dass es für die Zukunft der Normierungstätigkeiten für einen sicheren Strassenverkehr in der Schweiz entscheidend ist, rechtzeitig die Chancen und Ansatzpunkte für eine zukünftig stärkere Berücksichtigung von Humanfaktoren und SERFOR-Ansätzen in den Normierungstätigkeiten und in der praktischen Sicherheitsarbeit zu erkennen.

Insgesamt wurden im TP 3 48 SERFOR-Ansätze basierend auf dem TP 1 «Humanfaktoren» und der Voranalyse «Self Explaining and Forgiving Roads (bfu 2016, [1]) und mittels Literaturanalyse identifiziert und dokumentiert. Von den 48 Ansätzen gelten 38 Ansätze als SER- und sechs als FOR-Ansätze. Vier weitere Ansätze können beiden Kategorien zugeordnet werden. Die Ansätze lassen sich gliedern in verschiedene Typen. Ansätze, die beim Querschnitt der Strasse ansetzen, die die Oberflächenbeschaffenheit der Strasse verändern, bei denen die Strasse mit Markierungen oder Signalen ausgestattet wird oder die den Strassenseitraum gestalten.

Die identifizierten Ansätze wurden durch sechs Experten bezüglich ihrer praktischen Umsetzbarkeit geprüft. Die Überprüfung ergab, dass 11 Massnahmen ohne Weiteres heute umsetzbar sind. Bei den übrigen 37 Ansätzen können jedoch Hürden aus juristischer, politischer oder finanzieller Sicht oder infolge von Akzeptanzproblemen bestehen. Um die praktische Umsetzbarkeit auch im Bestandsnetz zu prüfen, wurden fünf konkrete Unfallhäufungsstellen im Kanton Zürich begangen. Neben den einzelnen Unfallhäufungsstellen im Bestandsnetz wurden zur Abschätzung der Relevanz der SER- oder FOR-Ansätze auch die Unfalldaten der Jahre 2016 – 2020 in der Schweiz herangezogen. Die gemäss der Analyse des Unfallgeschehens relevantesten SER- und FOR-Ansätze sind diejenigen, die geeignet sind, um die häufigen Unfälle wie zum Beispiel Selbst- und Schleuderunfälle zu verhindern. Solche Ansätze weisen also ein hohes Potenzial auf, an vielen Stellen eingesetzt zu werden und dadurch viele Unfälle zu verhindern.

Die Priorisierung der identifizierten Ansätze nach erwarteter Wirksamkeit und nach Innovationscharakter des Ansatzes ergab letztlich 15 prioritäre SER- und fünf FOR-Ansätze, die weiterverfolgt wurden und in Faktenblättern aufgearbeitet sind. Die SER-Ansätze umfassen zum Beispiel:

- Ansätze zur Veränderung der Oberflächenbeschaffenheit wie Sinus-Schwellen, die auf Portalbereiche hinweisen sollen oder Rüttelstreifen quer zur Fahrbahn, um die Aufmerksamkeit zu steigern;
- Ansätze zur Ausstattung der Strasse mit Markierungen wie transversalen Markierungen entlang der Mittellinie oder Fahrbahn-Randlinien sowie eine geschwindigkeitsabhängige Einfärbung der Randlinien, um Orientierung zu geben;
- Ansätze zur Ausstattung der Strasse mit Signalisationen wie das Anbringen von Staudetektoren zur Lenkung der Aufmerksamkeit oder von Reflektorfolien an Verkehrsschildern, um die Prägnanz zu erhöhen;
- Ansätze zur Gestaltung des Strassenseitenraums mittels Bepflanzung (Hecken, Büsche) oder Leiteinrichtungen, um Orientierung zu geben oder das Anbringen von Elementen zur Reduktion der Sichtweiten, um die Aufmerksamkeit zu steigern.

Die FOR-Ansätze umfassen Ansätze wie das Anbringen von Rüttelstreifen in der Mitte der Fahrbahn oder zur äusseren Fahrbahnabgrenzung sowie z.B. das Entfernen von Bepflanzungen (insbesondere von Bäumen) im Seitenraum der Strasse.

Bei der Priorisierung der SERFOR-Ansätze hat sich gezeigt, dass die Wirkung der Ansätze je nach SER- oder FOR-Perspektive bei gewissen Ansätzen kontrovers zu beurteilen ist. Dies wird beispielsweise bei den Ansätzen, welche eine Bepflanzung des Strassenseitenraums bzw. dessen Entfernung vorsehen, anschaulich. Während Bepflanzungen im Sinne SER Orientierung geben und in Form von Hecken und Büschen erwünscht sein können, stellen sie aus Sicht FOR ein Risiko für die Fahrzeuglenkenden dar, wenn die Bepflanzung beispielsweise Bäume umfasst.

Weiter hat sich bei der Priorisierung gezeigt, dass eine hohe Selbsterklärung der Strasse insbesondere auch in den sogenannten Portalbereichen wichtig ist, also in den Übergangsbereichen zwischen verschiedenen homogenen Netzelementen wie zum Beispiel zwischen offenen Strecken und Tunnelstrecken oder im Übergang von Ausser- und Innerortsstrassen.

Auf Basis der erzielten Ergebnisse und Erkenntnisse in diesem Forschungsprojekt wurde der Handlungsbedarf abgeleitet. Aufgeteilt in vier verschiedene Gruppen enthält der Handlungsbedarf folgende Aspekte:

- Sensibilisierung: Politikerinnen und Politiker, Entscheidungsträgerinnen und -träger sowie Netzbetreibende, Behörden, Verbände und Fachgremien müssen für die zentralen Aspekte einer konsistenten Sicherheitsarbeit sensibilisiert werden.
- Standardisierung: Anstreben einer stärkeren Standardisierung durch eine möglichst schweizweite Vereinheitlichung von Prozessen und Massnahmenkonzepten sowie die Einarbeitung der SERFOR-Ansätze aus diesem Forschungspaket in die Normen und Richtlinien der Strassenraumgestaltung.
- Implementierung: Implementierung der SERFOR-Ansätze in die Sicherheitsarbeit und die Gestaltung des Strassenraumes basierend auf einer entsprechenden Wissensvermittlung an alle Anwendergruppen der Normen und Empfehlungen.
- Vertiefung: Schliessen weiterhin bestehender Forschungslücken beispielsweise im Hinblick auf die konkrete Implementierung einzelner SERFOR-Ansätze und deren potenziellen Wirksamkeiten.

Résumé

Dès les années 1990, la notion et le concept de «routes lisibles» ont été définis (self-explaining roads = SER) et complétés par le concept de «routes tolérant les erreurs» (forgiving roads = FOR). Avec le paquet de recherche SERFOR l'Office fédéral des routes (OFROU) poursuit avec quatre sous-projets (TP) l'objectif d'élaborer des approches SERFOR concrètes et applicables, et de présenter les mesures auxquelles la Suisse doit s'astreindre en la matière. Compte tenu des connaissances actuelles en matière de psychologie du trafic, les routes en localité et hors localité doivent être aménagées de manière plus lisible et mieux tolérer les erreurs.

L'objectif du TP3 «Nécessité d'agir sur les routes hors localité» vise d'une part à identifier les aspects liés au SERFOR dans les normes et réglementations existantes, à les mettre davantage en évidence et à les compléter par de nouvelles approches appropriées. D'autre part, il s'agit de trouver les moyens d'ancrer davantage dans la conception et l'étude des projets routiers les approches du SERFOR existantes et connues qui n'ont jusqu'ici été mises en œuvre que de manière limitée.

Afin de rendre les routes hors localité plus lisibles et tolérantes envers les erreurs, il existe en principe deux possibilités: sur les nouvelles routes, une section transversale optimale, et sur les routes existantes, une «approche correctrice» visant un aménagement plus lisible et plus tolérant des erreurs. Une section optimale comprend par exemple une structure de la largeur de la section adaptée à la limite de vitesse ou un degré d'aménagement adapté au trafic journalier moyen. Dans la mesure où le cadre d'orientation tel que l'espace disponible ou l'efficacité, etc. le permet, il faut privilégier la section transversale optimale à l'approche correctrice. Compte tenu du réseau routier existant en Suisse, le présent sous-projet, s'appuyant sur le sous-projet 1 «Facteurs humains», privilégie cependant les approches SERFOR correctrices. Il y détaille aussi bien l'approche de surface, visant à standardiser et aménager l'espace routier pour le rendre plus lisible que l'approche complémentaire ponctuelle comme la signalisation.

Plusieurs aspects psychologiques jouent un rôle important dans la sécurité de l'aménagement d'un espace routier ou d'un espace de circulation. Pour le dire en peu de mots, les quatre fonctions psychiques de l'usager de la route impliquées sont: percevoir, reconnaître, comprendre et motiver. Les approches du SERFOR visant à améliorer le potentiel d'auto-explication de l'aménagement de l'espace routier devraient donc s'appuyer sur ces fonctions psychiques et les renforcer. À cette fin, le TP3 propose les «règles de conception» suivantes:

- Avertir: l'espace routier et ses abords latéraux doivent être dotés d'éléments d'aménagement permettant à l'usager de la route de percevoir correctement la distance et/ou la vitesse.
- Attirer l'attention: les zones critiques de l'espace routier doivent être munies d'indications voyantes, dynamiques ou adaptatives pour attirer l'attention de l'usager de la route.
- Promouvoir la standardisation: les éléments d'aménagement de l'espace routier comme les indications applicables aux situations routières similaires doivent être uniformisés.
- Identifier les usagers en conflit: les zones de carrefour doivent être aménagées de manière à ce que les usagers de la route en conflit potentiel qui se trouvent dans le champ de vision d'autres usagers de la route (en particulier dans les zones de conflit) puissent être identifiés assez tôt, avec une distance de visibilité suffisante. En plus ou lorsque ces aménagements sont impossibles en raison de restrictions liées à la construction (espace disponible, protection des monuments ou de la situation acquise, etc.), des éléments voyants (dynamiques ou adaptatifs) doivent par ailleurs aider à repérer les usagers en conflit potentiel.
- Augmenter la prégnance: les panneaux et les marquages sont disposés dans l'espace routier de manière à ce que la signalisation soit la moins dense possible afin d'assurer une visibilité et une perceptibilité optimales.
- Augmenter la sécurité passive: d'une part, il convient d'attirer suffisamment tôt l'attention des conducteurs de véhicules sur le fait que ceux-ci quittent la zone de circulation

idéale. D'autre part, il s'agit d'aménager l'espace routier et ses bords latéraux de manière à limiter au maximum les conséquences en cas d'accident.

Alors que les cinq premières règles de conception sont du domaine SER, la dernière, «augmenter la sécurité passive», est du domaine FOR.

Afin d'évaluer dans quelle mesure ces règles de conception sont déjà respectées, voire ancrées dans les normes et réglementations en Suisse et à l'étranger, une experte suisse en normalisation reconnue et deux experts suisses en normalisation reconnus ont passé une sélection de normes sous la loupe et mené des discussions techniques. Il en ressort que dans les normes, le SERFOR est souvent formulé en termes très généraux et ouverts. Il y a donc une marge de manœuvre importante, ce qui va à l'encontre de l'objectif visant une standardisation aussi élevée que possible de l'aménagement de l'espace routier. Pour garantir la sécurité routière en Suisse, il sera par ailleurs décisif à l'avenir d'identifier à temps les opportunités et les approches permettant de mieux tenir compte des facteurs humains et du SERFOR dans les activités de normalisation et les travaux pratiques de sécurisation.

Au total, 48 approches SERFOR ont été identifiées et documentées dans le TP3, à la fois sur la base du TP1 «Facteurs humains», sur l'analyse préliminaire «Self Explaining and Forgiving Roads» (BPA 2016, [1]) et par le biais d'une analyse bibliographique. Sur ces 48 approches, 38 sont considérées comme des approches SER et six comme des approches FOR. Les quatre approches restantes peuvent être classées dans les deux catégories selon leur type: celles qui se basent sur la section transversale de la route; celles qui modifient le revêtement de surface de la route; celles qui équipent la route de marquages ou de signalisations; et enfin celles qui aménagent l'espace routier latéral.

Toutes ces approches ont été évaluées par six experts afin de déterminer leur faisabilité dans la pratique. Il s'est avéré que onze mesures sont aujourd'hui faciles à mettre en œuvre. Les 37 autres mesures peuvent se heurter à des obstacles juridiques, politiques et financiers ainsi qu'à des problèmes d'acceptation. Pour tester la faisabilité dans la pratique sur le réseau existant, cinq endroits concrets à concentration d'accidents ont été inspectés dans le canton de Zurich. Par ailleurs, la pertinence d'une approche SER ou FOR a été évaluée sur la base des données d'accidents en Suisse au cours de la période 2016-2020. Selon l'analyse de l'accidentalité, les approches SER et FOR les plus appropriées sont celles permettant de prévenir les accidents fréquents, tels que les pertes de maîtrise et les dérapages. De telles approches pourraient donc être utilisées à de nombreux endroits pour prévenir un bon nombre d'accidents.

La priorisation des approches en fonction de l'efficacité escomptée et du caractère innovant a finalement abouti à 15 approches prioritaires SER et cinq FOR, suivies et traitées dans des fiches d'information. Les approches SER comprennent, par exemple:

- les approches visant à modifier le revêtement de la surface, comme des seuils sinusoïdaux indiquant des zones dites «portail» ou des bandes sonores transversales sur la chaussée, afin d'attirer l'attention;
- les approches visant à équiper la route de marquages transversaux, ou de marquages le long de la ligne médiane ou sur les bords de la chaussée, ainsi qu'à colorer les lignes de bord en fonction de la vitesse, afin d'avertir l'utilisateur;
- les approches visant à équiper la route de signalisation comme l'installation de détecteurs d'embouteillage pour avertir l'utilisateur ou de films réfléchissants sur les panneaux de signalisation afin d'en améliorer la prégnance;
- les approches visant à aménager l'espace latéral de la chaussée par des plantations (haies, buissons) ou des dispositifs de balisage afin d'orienter ou de mettre en place des éléments permettant de réduire la distance de visibilité afin d'accroître l'attention.

Les approches FOR incluent notamment la mise en place de bandes sonores au milieu de la chaussée ou sur les bords pour la délimiter, ainsi que la suppression de plantations (surtout des arbres) sur l'espace latéral de la route.

La priorisation des approches du SERFOR a montré que leur impact est parfois débattu, selon que le point de vue est SER ou FOR. Cela apparaît clairement, par exemple, dans les approches qui visent à planter de la végétation le long de l'espace routier latéral de la route ou au contraire à la supprimer. Alors que dans l'optique SER, une plantation, sous forme de haies ou de buissons, peut servir à s'orienter, selon le point de vue FOR, elle

représente un risque pour les conducteurs de véhicules si elle contient par exemple des arbres.

En outre, la priorisation a montré qu'une bonne lisibilité de la route est en particulier importante dans les zones dites «portail», c'est-à-dire entre différents éléments homogènes du réseau, comme par exemple entre les tronçons routiers ouverts et les tunnels ou entre les routes hors localité et en localité.

Les résultats obtenus et les connaissances acquises dans le cadre du présent projet de recherche ont confirmé qu'il faut agir. Il est divisé en quatre groupes et comprend les éléments suivants:

- Sensibiliser: informer la classe politique, celles et ceux qui décident et/ou exploitent les réseaux, les autorités, les associations et les comités d'experts de la nécessité d'un travail de sécurisation cohérent.
- Standardiser: viser une standardisation accrue en harmonisant si possible les processus et les concepts de mesures au niveau national et en intégrant les approches SERFOR issues de ce paquet de recherche dans les normes et directives de l'aménagement de l'espace routier.
- Mettre en œuvre: implémenter les approches du SERFOR dans le travail de sécurisation et l'aménagement de l'espace routier sur la base d'une transmission des connaissances ciblée à tous les groupes d'utilisateurs des normes et réglementations.

Approfondir: combler les lacunes qui subsistent dans la recherche, par exemple la mise en œuvre concrète des différentes approches SERFOR et leur efficacité potentielle.

Summary

The term and the concept of “self-explaining roads” (SER) was defined in the 1990s and expanded with the concept of “forgiving roads” (FOR). With the SERFOR research package, the Federal Roads Office FEDRO aims to develop concrete and practice-oriented SERFOR approaches in four sub-projects (SP), and to demonstrate the need for action in Switzerland. Incorporating the latest findings in traffic psychology, the objective is to make urban and rural roads more self-explaining and more forgiving.

The aim of SP 3 “Need for action on rural roads” is firstly to identify SERFOR aspects in existing standards and regulations, to further highlight them and to enhance them with suitable new approaches. Secondly, to find ways to better incorporate existing and familiar SERFOR approaches, which to date have only been implemented to a limited extent, into the planning and design of road projects.

There are essentially two options for making roads in rural areas more self-explaining and forgiving: optimal alignment of the road and optimal cross-sections when planning new road projects, and “remedial approaches” to make the design of existing roads more self-explaining and forgiving. Optimal cross-sections include, for instance, a cross-section width design that is adapted to the speed limit or a level of development that is adapted to the average daily traffic volume. Provided that the general conditions such as spatial factors, economic viability, etc. permit, the optimal alignment of the road and optimal cross-section should be favoured over remedial approaches. However, taking into account the existing road network in Switzerland, this sub-project focuses on remedial SERFOR approaches, based on sub-project 1 “Human factors”. This addresses both broad-based standardisation approaches and self-explaining road design as well as approaches with a selective, complementary effect, such as signage.

Several psychological aspects are relevant when designing a safe road and traffic environment. In simple terms, this involves the four mental functions of road users – perception, cognition, comprehension and motivation. SERFOR approaches which aim to increase the self-explaining potential of traffic environment design should therefore be oriented towards and support these mental functions. To this end, so-called “design rules” were developed in SP 3:

- Provide orientation: The road environment and roadside surroundings should be equipped with design elements that encourage a correct perception of distance and/or speed by road users.
- Attract attention: The road environment should be equipped with salient, i.e. conspicuous, dynamic or adaptive cues to draw the attention of road users to critical areas.
- Promote standardisation: Road design elements and cues that apply to similar road situations should have a uniform design.
- Detect conflict opponents: Intersection areas should be designed in such a way as to ensure that potential conflict opponents are within the range of vision of other road users (especially in conflict areas) and can be detected at an early stage through adequate visibility. In addition, or if this is not possible, e.g. due to structural constraints (spatial conditions, heritage or other protection measures, etc.), conspicuous elements – dynamic or adaptive – should support the direction of sight to potential conflict opponents.
- Improve clarity: Signs and markings should be positioned in the road environment and signage density kept as low as possible so as to ensure optimum visibility and perceptibility.
- Increase passive safety: On the one hand, drivers must be made aware as early as possible that they are leaving the ideal route. On the other hand, the road environment, including the roadside surroundings, must be designed in such a way as to minimise the consequences in the event of an accident.

While the first five design rules address SER, the last, “increase passive safety”, relates to FOR.

In order to assess how well these design rules have already been taken into account or even embedded into the existing standards and regulations in Switzerland and abroad,

selected standards were reviewed and technical discussions held with three recognised Swiss standardisation experts. This has shown that SERFOR is often couched in broad and unspecific terms in the standards. The resulting room for manoeuvre is therefore wide, which contradicts the aim of achieving the highest possible level of standardisation in road design. It has also become apparent that an early identification of the opportunities and approaches to include human factors and SERFOR approaches in standardisation activities and practical safety work are crucial for the future of safe road traffic in Switzerland.

Overall, 48 SERFOR approaches were identified and documented in SP 3 – based on SP 1 “Human factors” and the preliminary analysis “Self-Explaining and Forgiving Roads” (BFU 2016, [1]), as well as by conducting a literature analysis. Of the 48 approaches, 38 are categorised as SER and six as FOR approaches. Four further approaches can be assigned to both categories. The approaches can be divided into different types: approaches that focus on the road cross-section, approaches that change the texture of the road surface, approaches that add road markings or signaling and approaches that involve roadside landscaping.

The identified approaches were evaluated by six experts in terms of their practical feasibility. This showed that 11 measures could easily be implemented today. However, the other 37 approaches may face legal, political and financial challenges as well as acceptance issues. Five specific accident black spots in Canton Zurich were visited in order to determine the practical feasibility of implementation in the existing road network. Accident data for the years 2016–2020 in Switzerland was also used to assess the relevance of the SER or FOR approaches. According to the accident occurrence analysis, the most relevant SER and FOR approaches are those which can prevent common accidents such as single-vehicle accidents and skidding accidents. Therefore, these approaches can potentially be used in numerous locations and prevent many accidents.

Prioritising the identified approaches by expected effectiveness and innovation characteristics ultimately resulted in 15 priority SER and five FOR approaches, which were further pursued and summarised in factsheets. The SER approaches, for instance, include:

- Approaches to change the texture of the road surface, such as curved, height-bridging pavers to draw attention to portal zones or rumble strips across the direction of travel to increase alertness
- Approaches to equip the road with transversal markings or markings along the centre line or carriageway edge lines, as well as speed-dependent edge line colouring to provide orientation
- Approaches to equip the road with signage, such as installing congestion detectors to focus attention or reflective sheeting on road signs to improve clarity
- Approaches to landscape the roadside area by means of planting vegetation (hedges, bushes) or installing traffic management systems to provide orientation, or installing elements to reduce sight distances and thus boost alertness

FOR approaches include installing rumble strips in the middle of the carriageway or for outer carriageway demarcation, as well as e.g. removing plantings (especially trees) from the roadside area.

When prioritising the SERFOR approaches, it became apparent that their impact can be viewed controversially in some cases, depending on whether they are looked at from a SER or a FOR perspective. This becomes particularly clear with approaches that involve adding or removing roadside planting. Whereas plantings from a SER perspective provide orientation and may be desirable in the shape of hedges and bushes, from a FOR perspective, they constitute a risk to drivers if the planting includes e.g. trees.

Furthermore, the prioritisation has shown that sound self-explaining road characteristics are also particularly important in so-called portal zones, i.e. areas bridging different homogeneous network elements, such as between open road and tunnel sections or the transition from rural to urban roads.

A need for action was identified based on the outcomes and findings of this research project. Structured into four groups, it includes the following aspects:

- Raising awareness: Politicians, decision-makers and network operators, authorities, associations and specialist bodies must be made aware of the key aspects of consistent safety work.
- Standardisation: Strive to increase standardisation by creating, where possible, nationwide uniform processes and action plans, and to incorporate the SERFOR approaches from this research package into the standards and guidelines for road design.
- Implementation: Implement the SERFOR approaches in safety work and road design based on the appropriate knowledge transfer of the standards and recommendations to all user groups.
- Consolidation: Close existing gaps in the research, e.g. with a view to the concrete implementation of individual SERFOR approaches and their potential impacts.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Bereits in den 90er Jahren wurden der Begriff und das Konzept von «selbsterklärenden Strassen» definiert (self-explaining roads = SER) und mit dem Begriff der «fehlerverzeihenden Strassen» (forgiving roads = FOR) ergänzt.

Das Ziel der SER-Philosophie besteht darin, dass Verkehrsteilnehmende anhand des Erscheinungsbilds der Strasse und des Strassenraums sofort und intuitiv erkennen, auf welcher Strassenklasse sie sich befinden und mit welcher Strassenführung sowie zulässigen Höchstgeschwindigkeit sie sich zu bewegen haben. Fehlerverzeihende Strassen zeichnen sich hingegen weniger in der Vermeidung von Unfällen aus, sondern durch eine Unterbrechung des Prozesses eines Unfallablaufs an der frühestmöglichen Stufe der Schadensentstehung. Dadurch können schwere Unfallfolgen vermieden oder gemindert werden (bfu 2016 [1]).

In verschiedenen Ländern bestehen diverse und unterschiedlich ausgereifte SER- und FOR-Konzepte. Bereits 1995 wurde das Konzept der selbsterklärenden Strassen formuliert (Theeuwes und Godthelp, 1995 [2]), das darauf aufbaut, dass sicheres Verhalten im Strassenverkehr eng an die korrekte Schema- und Skriptaktivierung geknüpft ist und dadurch die Erwartungen des Strassennutzers beeinflusst wird. Im EU-Projekt RISER (RISER-Consortium, 2006 [3]) wurde dann im Ergebnis eine umfangreiche Übersicht von Best-Practice-Massnahmenansätzen zum Thema der «Forgiving Roads» erstellt. In Europa wurde das Prinzip SERFOR zuerst in Dänemark und den Niederlanden für eine praktische Umsetzung auf die nationalen Bedürfnisse angepasst (Rijkswaterstaat Zeeland, 2010 [4]; Schermers et al. [5], 2014) und im Rahmen von verschiedenen Europäischen Forschungsprojekten (RIPCORD-ISE-REST [6], RANKERS [7], ERASER [8]) auf wissenschaftlicher Ebene weiterentwickelt. In den USA wurden im Rahmen des National Cooperative Highway Research Program «Human Factors Guidelines for Road Systems» erarbeitet (Campbell, 2012 [9]). Diese führen die für den Strassenentwurf relevanten Humanfaktoren auf und geben konkrete Hinweise, wie diese berücksichtigt werden können. Zudem läuft in der Schweiz aktuell ein Forschungsprojekt zu verhaltensökonomischen Ansätzen zugunsten der Verkehrssicherheit (ASTRA, MFZ 20-00-A1) [10]. Schnittstellen und bereits bestehende Erkenntnisse aus diesem Projekt werden berücksichtigt.

Unter Berücksichtigung von aktuellen verkehrspsychologischen Erkenntnissen sollen die Konzepte nun als Grundlage für eine konsistente Gestaltung sowohl der Innerorts- als auch Ausserortsstrassen in der Schweiz herangezogen werden.

In diesem Kontext lancierte das Bundesamt für Strassen das Forschungspaket SERFOR mit drei Teilprojekten (TP). Im Rahmen der Forschung zu den Humanfaktoren (TP 1) wurden Projektierungsprinzipien für die verschiedenen Netzabschnitte der inner- und ausserörtlichen Strasseninfrastruktur (z. B. Knoten oder Querungsstellen für Fussgänger) entwickelt. Diese Projektierungsprinzipien sind die Grundlage für die zu erarbeitenden Design-Regeln. Die Design-Regeln dienen in den subsequenten Teilprojekten (TP2 und TP3) als Grundlage für das Aufzeigen des Handlungsbedarfs für die Strasseninfrastruktur in der Schweiz sowie die Erarbeitung des Handlungsbedarfs und konkreter, praxistauglicher SERFOR-Ansätze.

1.2 Zielsetzung

Das Ziel von TP 3 (Handlungsbedarf Ausserortsstrassen) besteht insbesondere darin, die SERFOR-Aspekte in bereits bestehenden Normen und Regelwerken zu identifizieren, stärker herauszustreichen und durch geeignete neue Ansätze zu ergänzen. Zudem sollen Wege gefunden werden, bereits vorhandene und bekannte SERFOR-Ansätze, die bisher nur eingeschränkt umgesetzt wurden, stärker in der Planung und Projektierung von Strassenprojekten zu verankern. Aus dieser Zielsetzung leiten sich die folgenden Teilziele ab:

- Eine Übersicht der SERFOR-Ansätze ist auf Grundlage von aus dem TP 1 abgeleiteten Design-Regeln erstellt.
- Die SERFOR-Ansätze sind hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit in der Schweiz sowie ihrer mutmasslichen Wirkung und ihres Innovationsgehalts beurteilt; dies unter Mitberücksichtigung der Bedeutung der Ansätze für den Fuss- und Radverkehr sowie unter Berücksichtigung der voranschreitenden Automatisierung der Mobilität.
- Die aus Sicht SERFOR relevanten Regelungen im Schweizer Normenwerk sind geprüft, Handlungsbedarf und -empfehlungen sind aufgezeigt.

1.3 Abgrenzung und Schnittstellen

In TP 1 wurden die Grundlagen für TP 3 erarbeitet. Die Forschung zu den Humanfaktoren resultierte in Projektierungsprinzipien, welche die Basis für die Design-Regeln im TP 3 bilden. Der Zwischenbericht zu TP 1 enthält zudem grob skizzierte SERFOR-Ansätze, welche – sofern sie für Ausserortsstrassen geeignet sind – in die Zusammenstellung von SERFOR-Ansätzen aufgenommen und damit in der weiteren Betrachtung bewertet werden.

Unter SERFOR-Ansätze werden Massnahmen verstanden, welche umgesetzt werden können, um Strassen selbsterklärend(er) und oder fehlerverzeihend(er) zu machen. Die im vorliegenden Bericht aufgezeigten Ansätze berücksichtigen sowohl bereits in der Schweiz weit verbreitete Massnahmen als auch Massnahmen, die heute in der Schweiz noch keine Anwendung finden oder deren Umsetzung heute in der Schweiz noch nicht zulässig ist.

Um Ausserortsstrassen selbsterklärender und fehlerverzeihender auszugestalten, bieten sich grundsätzlich zwei Möglichkeiten an: über eine optimale Linienführung und einen optimalen Querschnitt im Rahmen der Projektierung von neu gebauten Strassen und über «korrigierende Ansätze» bei Bestandsstrassen. Optimale Querschnitte umfassen beispielsweise eine dem Geschwindigkeitslimit angepasste Ausgestaltung der Querschnittsbreite oder ein dem durchschnittlichen täglichen Verkehr angepasster Ausbaugrad. Sofern es die Rahmenbedingungen wie Platzverhältnisse, Wirtschaftlichkeit etc. zulassen, ist die Möglichkeit eines optimalen Querschnitts sowie einer optimalen Linienführung den korrigierenden Ansätzen vorzuziehen. Unter Berücksichtigung des umfangreich vorhandenen Bestandsnetzes in der Schweiz, wird gestützt auf TP 1 im vorliegenden Projekt jedoch auf die Korrekturmassnahmen bzw. -ansätze fokussiert. Bei den Korrekturmassnahmen bzw. -ansätzen wird dabei auf flächig wirkende Ansätze zur Standardisierung und selbsterklärenden Gestaltung des Strassenraums eingegangen sowie auf punktuell wirkende ergänzende Ansätze wie Signalisationen.

SERFOR-Ansätze für Innerortsstrassen werden im Rahmen des Teilprojekts TP 2 innerorts untersucht und sind somit im TP 3 ausgeschlossen. Die Schnittstellen von ausserorts zu innerorts Bereichen werden als Übergänge zwischen einheitlichen und homogenen Netzelementen mitberücksichtigt.

Auf Autobahnen und Autostrassen sind die klare Gestaltung des Strassenraumes und die Erkennbarkeit der Strassenkategorie in der Schweiz bereits weitgehend vorhanden. Aus diesem Grund beschränken sich die SERFOR-Arbeiten im Rahmen von TP 3 auf Ausserortsstrassen ohne Autobahnen und Autostrassen. Bezüglich den Verkehrsteilnehmenden liegt der Fokus zudem auf den Motorfahrzeugen, weil diese auf Ausserortsstrassen das dominierende Verkehrsmittel darstellen und der Langsamverkehr im Gegensatz zu Innerortsstrassen eine deutlich geringere Rolle einnimmt.

Die fahrzeugseitigen Entwicklungen im Kontext des automatisierten Fahrens werden langfristig einen entscheidenden Einfluss auf die Gestaltung des Strassenraums in der Schweiz haben. Neue sensor- und kommunikationsbasierte Fahrzeugsysteme werden z. B. durch Fahrzeug-Infrastruktur-Kommunikationsschnittstellen die Fahrzeugnutzenden zusätzlich dabei unterstützen, sich regelkonform und sicher im Strassenverkehr zu bewegen. Der Strassenraum kann dann auch über eine Nutzung der Fahrzeugtechnologie und die Vernetzung von Fahrzeugen selbsterklärender gestaltet werden. Bis die Fahrzeugflotte in der Schweiz allerdings vollständig mit solchen automatisierenden Systemen ausgestattet sein wird, werden noch viele Jahre vergehen. Bis dahin muss die Strasseninfrastruktur auch für konventionelle Fahrzeuge und ihre Nutzenden «analog» selbsterklärend gestaltet sein. Deshalb werden im Rahmen dieses Forschungsprojekts die Aspekte einer zunehmenden

Automatisierung des Strassenverkehrs zwar mitgedacht, aber nicht explizit in der Identifizierung und Bewertung der SERFOR-Ansätze berücksichtigt. Das Thema der Fahrzeugautomatisierung erhält erst zu einem späteren Zeitpunkt seine volle Relevanz, aber bereits heute und noch längere Zeit besteht Handlungsbedarf für selbsterklärende Strassen.

1.4 Aufbau des Berichts

Der Bericht ist in neun Hauptkapitel gegliedert.

Das Kapitel 1 leitet ins Forschungsthema ein, nennt die Zielsetzungen des Forschungsprojektes, nimmt eine Abgrenzung vor und zeigt die Schnittstellen zum TP 2 «Innerortsstrassen» auf. Die wichtigsten und für TP 3 relevantesten Erkenntnisse aus TP 1 sind in Kapitel 1 zusammengefasst und eingeordnet. Das Kapitel 2 geht zudem auf den «Faktor Mensch» im Strassenverkehr und die Grundlagen zum Projekt ein. Das Kapitel 3 beschreibt das Vorgehen zur Identifikation der SERFOR-Ansätze und führt Handlungsempfehlungen auf.

Die Kapitel 4 bis 1 dokumentieren die Hauptarbeitsschritte im TP3. Diese fünf Kapitel sind nach derselben Struktur aufgebaut und bestehen aus den Unterkapiteln «Einleitung», «Methodik», «Resultate» und «Fazit». Diese Struktur entspricht nicht der gewohnten Struktur mit einem «Methodik-Kapitel», einem «Resultate-Kapitel» etc. und orientiert sich stattdessen an den durchgeführten Arbeitsschritten. Dadurch sollen die Informationen für die Leserinnen und Leser stärker gebündelt und damit die Nachvollziehbarkeit erhöht und der Überblick vereinfacht werden.

Das Kapitel 9 beschreibt den basierend auf den Kapiteln 4 bis 1 abgeleiteten Handlungsbedarf.

2 Grundlagen

2.1 Der «Faktor Mensch» im Strassenverkehr

2.1.1 Einleitung

Der Strassenverkehr kann als (mehr oder weniger komplexer) sozio-technischer Raum betrachtet werden, in dem verschiedene soziale Teilsysteme (Menschen, die als Fussgängerinnen und Fussgänger oder als Fahrzeuglenkende am Strassenverkehr teilnehmen) mit technischen Teilsystemen (Fahrzeuge, Infrastruktur, Signalisationen usw.) interagieren. Ziel der SERFOR-Philosophie ist es, dieses sozio-technische System so zu gestalten, dass die Akteure darin gesund bleiben und das Gesamtsystem möglichst sicher und zuverlässig funktioniert. Um dies zu realisieren, ist eine möglichst selbsterklärende und fehlerverzeihende Gestaltung des Verkehrsraumes anzustreben. Dies war bzw. ist Ziel des hier durchgeführten Teilprojektes.

In diesem Kapitel sollen noch einmal kurz einige Grundlagen zu den psychophysischen Faktoren aus TP 1 aufgegriffen und rekapituliert werden, die relevant für die im TP 3 ausgearbeiteten Massnahmenvorschläge sind. Dabei werden zunächst einige allgemeine, d.h. interindividuell invariante psychische Grundfunktionen beschrieben (Abschnitt 2.1.2), die für alle Verkehrsteilnehmenden eine Rolle spielen. In Abschnitt 2.1.3 werden dann einige personengruppenspezifische psychophysische Faktoren in ihrer Bedeutung für die Gestaltung des Verkehrsraumes diskutiert.

2.1.2 Generell im Strassenverkehr relevante psychische Funktionen

Egal, in welcher Funktion eine Person am Strassenverkehr teilnimmt, d.h. ob als Autolenkende, Motorradfahrende, Zufussgehende usw., gibt es mehrere psychologische Aspekte, die bei einer sicheren Gestaltung des Verkehrsraumes relevant sind. Vereinfacht gesagt, sind jeweils vier psychische Funktionen bei den Verkehrsteilnehmenden involviert (*Abbildung 1*).

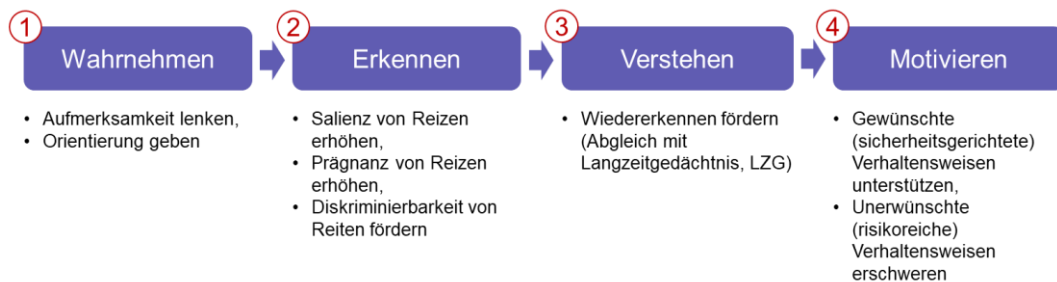


Abbildung 1: Im Strassenverkehr relevante psychische Funktionen und ihre Gestaltungsimplikationen.

1. Wahrnehmen: Die am Strassenverkehr Beteiligten müssen in der Lage sein, externe Reize (z.B. Signale, Strassenführung, Wetterbedingungen usw.) sowie interne Reize (z.B. Müdigkeit, Unwohlsein o.ä.) zunächst einmal wahrzunehmen. Für die Ausarbeitung von Gestaltungsvorschlägen muss dabei geprüft werden, inwiefern
 - die verschiedenen Wahrnehmungskanäle (optisch, akustisch, taktil, multimodal etc.) jeweils geeignet sind zur (Gefahren-)Signalisation,
 - sich bestimmte Signalparameter (Frequenz, Farbe, Tonhöhe, Lautstärke, statisch vs. dynamisch usw.) zur (Gefahren-)Signalisation eignen und
 - ein Information overload („Überinformation“, zu viele Information in einer Zeiteinheit) vermieden werden kann.

Bei der Gestaltung ausserdem zu berücksichtigen sind bestimmte Habituations-, d.h. Gewöhnungseffekte, die eintreten können, wenn Verkehrsteilnehmenden häufig mit einer bestimmten Signalisation konfrontiert sind. Hier kann sich die Signalwirkung mit der Zeit abschwächen. Grundsätzlich können Modalitätswechsel oder multimodale Signale einer solchen Habituation mindestens teilweise entgegenwirken.

2. Erkennen: Die am Strassenverkehr Beteiligten müssen die äusseren und inneren Reize als für sie relevant erkennen. Hier spielen die Saliens der Signalisation, d.h. die Diskriminierbarkeit von anderen Signalen, sowie die Interaktion mit anderen Parametern (z.B. bauliche Gegebenheiten, Beleuchtungsverhältnisse, Lärmpegel, Witterungsbedingungen usw.) eine Rolle, die bei der Gestaltung des Verkehrsraumes berücksichtigt werden müssen.
3. Verstehen: Die am Strassenverkehr Beteiligten müssen z.B. Markierungen, Signalisationen usw. in ihrer Bedeutung und ihren Implikationen verstehen. Gerade dieser Aspekt ist für die Selbsterklärung der Strassengestaltung relevant, geht es doch hier darum, dass die Gestaltungselemente direkt anknüpfen an das Vorwissen der Personen und ein unmittelbares Wiedererkennen und damit Verstehen ermöglichen. Darüber hinaus sollte eine Gestaltung möglichst so selbsterklärend und eindeutig sein, dass sie auch Personen ohne spezifisches (oder mit anderem) Vorwissen, wie z.B. Personen aus anderen Kulturkreisen, eine schnelle Orientierung im Strassenverkehr ermöglicht.
4. Motivieren. Die am Strassenverkehr Beteiligten müssen gewillt und motiviert sein, den Signalisationen, Markierungen, Hinweisreizen auch in ihrem Verhalten zu folgen (z.B. eine vorgeschriebene Geschwindigkeitsbegrenzung auch einzuhalten). Die Gestaltung des Verkehrsraumes sollte daher so erfolgen, dass gewünschte (sicherheitsgerichtete) Verhaltensweisen der Verkehrsteilnehmenden gefördert und unerwünschte (risikoreiches) Verhaltensweisen möglichst erschwert werden. Bei allen Gestaltungsvorschlägen sind darüber hinaus auch immer deren «Risiken und Nebenwirkungen» (z.B. unbeabsichtigte Förderung eines risikoreichen Verhaltens, Reaktanz usw.) sowie die Wirkungen auf die Eigenverantwortung der Personen abzuschätzen.

Diese sehr allgemeinen Faktoren gelten für alle Verkehrsteilnehmenden und sind nicht spezifisch für bestimmte Personengruppen, wie sie weiter unten in Abschnitt 2.1.3 differenziert werden.

Massnahmen, die das Selbsterklärungspotenzial der Verkehrsraumgestaltung erhöhen sollen, sollten daher an diesen psychischen Funktionen orientiert sein und diese unterstützen. Dazu wurden im TP 3 einige sogenannte «Design-Regeln» erarbeitet, die die Ziele formulieren, denen die späteren SERFOR-Ansätze dienen sollen (vgl. Kapitel 4).

2.1.3 Personengruppenspezifische relevante psychophysische Faktoren

Neben diesen generell relevanten psychischen Funktionen wie im Kapitel 2.1.2 beschrieben, die für alle Beteiligten im Strassenverkehr bedeutsam sind, unterscheiden sich verschiedene Personengruppen jedoch auch in ihren physischen und psychischen Voraussetzungen, ihren Verhaltensweisen und ihren Motivationen.

So zeigen ältere Menschen oft Einschränkungen der optischen oder akustischen Wahrnehmung, Kinder haben eine noch unzureichende Fähigkeit der Gefahrenabschätzung, und Menschen, die unter dem Einfluss von Alkohol oder Drogen stehen, sind in ihrer gesamten Psychomotorik oft beeinträchtigt. Daraus resultieren unterschiedliche Gefährdungen, die durch eine möglichst gute Gestaltung des Verkehrsraumes so weit wie möglich aufgefangen werden sollten. In *Tabelle 1* sind – beispielhaft und ohne Anspruch auf Vollständigkeit – einige Personengruppen mit ihren jeweiligen psychophysischen Spezifika und deren mögliche Auswirkungen im Strassenverkehr aufgeführt.

Tabelle 1: Einige spezifische Personengruppen im Strassenverkehr

Personengruppe	Spezifika der psychophysischen Voraussetzungen und des Verhaltens	Auswirkungen
Ältere Menschen oder Personen mit Handicap (seh- oder hörbehinderte Personen)	– ähnlich wie bei den jüngeren Erwachsenen – häufig eingeschränkte Wahrnehmungs- und motorische Fähigkeiten – nutzen zunehmend (schnelle) E-Bikes – verhalten sich häufig eher defensiv und vorsichtig	– langsamere Reaktionen auf äussere Signale – als Fussgänger potenziell längere Aufenthaltsdauer in Gefahrenbereichen – grössere Sturzgefahr
Personen unter Alkohol- oder Drogeneinfluss (als Fussgängerinnen und Fussgänger)	– häufig eingeschränkte Wahrnehmungs- und motorische Fähigkeiten – keine Standsicherheit, torkeln – eingeschränkter Realitätsbezug – eingeschränkte Urteilsfähigkeit, Allmachtsgefühle – sind häufiger nachts unterwegs (Wahrnehmung ist im Dunkeln so wieso schon erschwert)	– Unaufmerksamkeit – Unzugänglichkeit für Warnsignale – langsamere Reaktionen auf äussere Signale – grössere Sturzgefahr – mehr Risikoverhalten, weil eingeschränkte oder fehlende Selbstkontrolle
Jugendliche – alleine – kleinere Gruppen – Schulklassen – Vereine o.ä.	– sind abgelenkt: hören Musik, telefonieren – benutzen Inlineskates, Kickboards, E-Roller... – nutzen häufig schnelle E-Bikes – sitzen, klettern: Abschränkungen, Geländer... – provozieren (v.a. unter Alkohol) – haben oft eine eingeschränkte Risikowahrnehmung und eine verzerrte Risikobewertung («unrealistischer Optimismus», Selbstüberschätzung) – Jugendliche verhalten sich allein eher wie Erwachsene und in Gruppen eher wie Kinder	– Unaufmerksamkeit für optische und akustische Warnsignale – Reaktanz gegenüber Warnsystemen – Verlust der Selbstkontrolle bei grossen Gruppen / Schulklassen – Mutproben in Gruppen
Kinder – alleine – in Begleitung Erwachsener – kleinere Gruppen – Schulklassen	– können Geschwindigkeiten und Distanzen noch nicht realistisch einschätzen – können ihre eigenen Fähigkeiten noch nicht realistisch einschätzen – spielen Fangen, Ball, rennen – sind abgelenkt: hören Musik, telefonieren – benutzen Inlineskates, Kickboards, E-Roller... – sitzen, klettern: Abschränkungen, Geländer... – bewegen sich rasch und unvorhersehbar	– Unaufmerksamkeit für optische und akustische Warnsignale und gegenüber Zurechtweisungen durch Erwachsene (vertieft ins Spiel) – können sich leicht auffangen, wenn sie stolpern (ausser sehr kleine Kinder) – Verlust der Selbstkontrolle bei grossen Gruppen / Schulklassen – Mutproben in Gruppen

Bezüglich der Konsequenzen für die Design-Regeln und SERFOR-Ansätze, die sich aus diesen unterschiedlichen Gefährdungen der verschiedenen Personengruppen ergeben, gilt es festzuhalten, dass grundsätzlich eine Gestaltung des Verkehrsraumes möglichst viele Verkehrsteilnehmenden möglichst optimal schützen sollte. Deshalb ist es wichtig, diese Gestaltung so vorzunehmen, dass sie zunächst den allgemeinen psychischen Funktionen, wie sie in Abschnitt 2.1.2 dargestellt sind, Rechnung trägt. Eine gute Berücksichtigung dieser Funktionen schützt alle Verkehrsteilnehmenden.

Orts- und situationsspezifisch sind jedoch auch die spezifischen Personengruppen mit ihren spezifischen Bedürfnissen und Anforderungen an die Verkehrsraumgestaltung zu berücksichtigen. D.h. z.B., dass eine Gestaltung von Innerortsstrassen in der Nähe von Kinderbetreuungseinrichtungen oder Schulen den spezifischen Aspekten der Nutzergruppe «Kinder im Strassenverkehr» Rechnung tragen sollte. Darüber hinaus müssen im Sinne des Teilhabegesetzes die Interessen von Menschen mit psychophysischen Einschränkungen berücksichtigt und ihre Gefährdungen möglichst minimiert werden. Dies ist insbesondere bei der Gestaltung von Gefahrensignalisationen zu berücksichtigen.

Hier wird immer ein Abwägungsprozess nötig sein. Da, wo – innerorts oder ausserorts – sehr vulnerable Personengruppen häufig anzutreffen und zu schützen sind (z.B. Kinder an Schulen oder bei Einrichtungen für Personen mit körperlichen Einschränkungen), sollten deren Interessen und spezifische Gestaltungsanforderungen berücksichtigt werden.

Im vorliegenden Teilprojekt werden dennoch diese spezifischen Nutzergruppen nicht separat betrachtet, da es hier um die Erarbeitung allgemeiner Gestaltungsvorschläge ging, die so grundsätzlich sind, dass sie möglichst vielen Verkehrsteilnehmenden gerecht werden können – und damit auch die spezifischen Personengruppen schützen. Dennoch sollte – orts- und situationsspezifisch – geprüft werden, ob allfällige zusätzliche spezifische Gestaltungsmöglichkeiten realisierbar sind, um zusätzlich an einzelnen Orten spezifische vulnerable Personengruppen besonders zu schützen.

2.2 Stand der Praxis

2.2.1 Normen

Für die Normen im Strassenverkehr ist der VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute) zuständig. Er ist thematisch in sechs Fachkommissionen aufgeteilt in welchen operativ mehrere NFK's (Normierungs- und Forschungskommissionen) die eigentlichen Normen erarbeiten und à jour halten. Jede NFK hat einen bestimmten Namen (z.B.: «NFK 2.3 Strassenraumgestaltung und Ortsbildschutz») und besteht jeweils aus dem Präsidenten sowie ca. sechs bis zwölf Mitgliedern. Sie arbeiten alle im Milizsystem, d.h. dass die Leute in den NFK's eigentlich an anderen Orten ihr Geld verdienen. Eine NFK ist verantwortlich für eine bestimmte Anzahl Normen, welche das Thema der NFK abdecken. Viele Mitglieder der NFK's stammen aus Ingenieurbüros. Aber auch kommunale und kantonale Behörden sind je nach Thema der zu behandelnden Normen in den NFK's dabei. Weiter arbeiten Leute aus verschiedenen Organisationen in den NFK's wie z.B. vom ASTRA, der BFU, dem behindertengerechten Bauen usw.. Die NFK's organisieren sich selbständig und treffen sich je nach Auslastung zwei bis ca. zehn Mal jährlich. Viele NFK's organisieren sich zudem in sogenannten Arbeitsgruppen. Dabei werden zwei bis vier Mitglieder der NFK mit der Ausarbeitung einer Norm beauftragt. Diese wird dann nach der Fertigstellung im Entwurf den übrigen Mitgliedern der NFK vorgestellt und mit ihren Ideen abgeglichen. Wenn die gesamte NFK mit dem Entwurf der Norm einverstanden ist, wird die Norm in der zuständigen Fachkommission vorgestellt und die Genehmigung für die breite Vernehmlassung abgeholt. Für die Vernehmlassung muss die Norm in deutscher und französischer Sprache vorliegen.

Die allermeisten Normen im Strassenverkehr stammen vom VSS. Es gibt ganz wenige Themen, welche ausnahmsweise von anderen Institutionen stammen. So kommen z.B. die Tunnelnormen vom SIA und die Normen für die Beleuchtung von der SLG. Die vorgelagerten Forschungsarbeiten, welche zu einer Norm oder einer Normanpassung führen werden vom ASTRA und der SVI organisiert und betreut. In einem kleinen Umfang ist auch der VSS in Forschungsarbeiten tätig.

Grundsätzlich muss unterschieden werden, ob eine Norm zu einem neuen Thema geschrieben oder eine ältere Norm überarbeitet/ revidiert wird.

Der Bedarf für eine neue Norm zu einem neuen Thema, welches im Normenwerk noch nicht abgebildet ist, hat unterschiedliche Gründe:

- Es gibt noch keine Norm zum entsprechenden, altbekannten Thema (z.B. zur Ausgestaltung des Kreisel schmucks)
- Infolge neuer Angebote am Mobilitätsmarkt gibt es noch keine Norm (z.B. Wie sollen Parkfelder mit elektrischen Ladestationen markiert werden?)
- Praxisanwender – dies sind oftmals die Städte – gestalten den Strassenraum ohne eine Normenbasis aber aufgrund ihres besten Wissens und Gewissens (z.B. grossflächige, farbige Markierungen, welche dann zu der FGSO – Norm VSS 40 214 geführt hat)

Diese Randbedingungen können dazu führen, dass eine NFK aktiv wird und eine entsprechende Norm schreibt.

Die NFK hat zudem die Aufgabe darauf zu schauen, dass ihre Normen aktuell gehalten bleiben. Eine Norm sollte alle ca. zehn Jahre betreffend ihrer Aktualität überprüft und revidiert werden. Die Vorgabe der Geschäftsstelle des VSS lautet sogar, dass die Normen alle 5 Jahre aktualisiert werden sollen. Diese Forderung können die in Milizarbeit organisierten NFK's jedoch in der Praxis nicht erfüllen.

Wenn eine neue Norm erarbeitet wird, sammelt die NFK das aktuelle Wissen zur Thematik. Das können Forschungsarbeiten oder ähnliche Normen aus dem Ausland sein. Es kann aber auch sein, dass in den Kantonen eine Umfrage gemacht wird. So werden u.a. die vorhandenen, bereits gebauten Anlagen gesammelt, gesichtet und bewertet. Falls diese Grundlagen noch nicht für das Schreiben der Norm ausreichen, kann es sein, dass die NFK selbst eine Forschung durchführt. Dies verlängert das Erscheinungsdatum der geplanten Norm erheblich. Um eine Norm über ein neues Thema zu schreiben, zieht die NFK oftmals auch eine ausgewiesene Fachperson bei. Mit der Stammbesetzung der NFK sowie der/den zugezogenen Fachperson/en und den gesammelten Grundlagen wird die Norm geschrieben.

Für den Ausserortsbereich gibt es keine eigentliche thematisch abgegrenzte NFK und dadurch zugeteilte VSS-Normen. Die relevanten VSS Normen für den Ausserortsbereich finden sich quer durch die Normenlandschaft. Die wichtigsten, relevanten Normen für den Ausserortsbereich sind im Literaturverzeichnis im Abschnitt Normen aufgelistet.

Neue Strassen ausserorts (Planung auf der «grünen Wiese») werden eher selten projektiert und danach realisiert. Falls es doch dazu kommt, handelt es sich insbesondere um Umfahrungsstrassen oder Erschliessungsstrassen. Häufiger kommt es vor, dass im Ausserortsbereich bestehende Strassenabschnitte oder Knotentypen umgebaut werden.

Im Fall der Planung einer neuen Strasse sind die Normen der Linienführung von entscheidender Wichtigkeit. Aber auch die Strassenbaunormen mit der Dimensionierung des Ober- und Unterbaus spielen in diesem Fall eine grosse Rolle.

2.2.2 Umsetzung neuer Erkenntnisse in die Praxis

Die Umsetzung neuer Normen in die Praxis funktioniert unterschiedlich gut. Sehr gut funktioniert die sofortige und umfassende Anwendung einer neuen Norm, wenn kurz nach Erscheinung auch mit kommunikativen Mittel verstärkt auf die neue Norm aufmerksam gemacht wird. Das wird jedoch nur in den seltensten Fällen so gemacht. Ein gutes Beispiel dazu ist die VSS 40 241 [39] Fussgängerstreifen. Kurz nach Erscheinen dieser neuen Norm Anfang 2016 hat der VSS eine Fachtagung zum Thema veranstaltet. Neben guten und schlechten Beispielen sowie den Überlegungen, welche zur neuen Norm geführt haben, wurde an der Fachtagung die Norm selbst erklärt und den Teilnehmern abgegeben. Die Fachtagung wurde aufgrund der hohen Besucherzahlen auch in der Romandie in französischer Sprache durchgeführt. Die Norm wurde auch in diversen Fachzeitschriften erwähnt, sodass sich die Behörden in der ganzen Schweiz schon kurz nach Erscheinen der Norm sehr gut an ihre Vorgaben halten.

Normalerweise findet aber keine Fachtagung statt, nachdem eine Norm erschienen ist. In der Zeitschrift «Strasse und Verkehr» des VSS erscheint am Schluss der Ausgabe eine kurze Gegenüberstellung der Neuen zur alten Norm. Wenn es sich um ein brisantes Thema handelt, kann es durchaus sein, dass in derselben Zeitschrift ein Leitartikel zur Norm erscheint – so geschehen zur Baustellenorm VSS 40 886 [21]. Auch diese Norm wird sehr gut in der Praxis umgesetzt. Dies hängt aber damit zusammen, dass sich ein Unternehmer keine Abweichungen zur Norm (temporäre Signalisation) erlauben kann, falls es zu einem Unfall kommt.

Warum werden dann Normen nicht beachtet, auch wenn man den richtigen Inhalt eigentlich kennt? Dies liegt vor allem daran, dass der Strasseneigentümer durch Randbedingungen in der Situation/Topographie «eingeklemmt» ist oder auch grosse Unkosten hätte, falls er die Standardwerte aus der geltenden Norm übernehmen würde. Dann wird in baulichen Fragen unter das Minimum gegangen und die Vorgaben der Norm verletzt. Wenn es um den Bau einer Anlage geht, hat der Strasseneigentümer weniger die Verantwortlichkeit bei einem Unfall zu fürchten, zumal man eine nicht normgerecht gebaute Situation auch mit einer entsprechenden Signalisation dem Verkehrsteilnehmer erkenntlich machen kann. So liegt dann die Verantwortung im Falle eines Unfalls schnell wieder beim Fahrzeuglenkenden. Zudem wird oft mit der «Verhältnismässigkeit» argumentiert. Sobald die Kosten für das Einhalten der Normvorgaben zu sehr steigen (z.B. indem man einen grösseren Landerwerb tätigen oder indem man zusätzliche Kunstbauten vorsehen muss) wird mit diesem Argument von den Normvorgaben abgewichen.

3 Übergeordnetes Vorgehen und Arbeitsschritte

Entsprechend Abbildung 2 gliedert sich das Vorgehen zur Bearbeitung der Fragestellung des Forschungsprojekts in fünf aufeinander aufbauende Arbeitsschritte. Entsprechend der Abgrenzung dieses Teilprojektes beziehen sich die nachfolgenden Erläuterungen immer ausschliesslich auf die infrastrukturelle Gestaltung von Ausserortsstrassen.

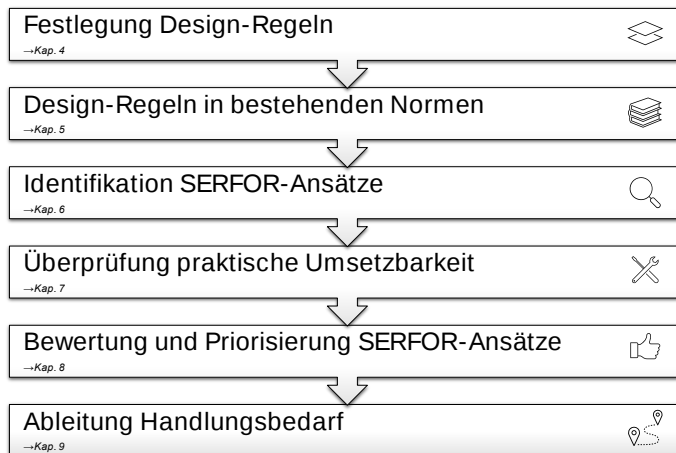


Abbildung 2: Vorgehen und Lösungsansatz

In einem ersten Schritt wurden auf Grundlage der Projektierungsprinzipien aus dem Teilprojekt 1 übergeordnete Design-Regeln für eine selbsterklärende und fehlerverzeihende Gestaltung der Strasseninfrastruktur abgeleitet (siehe Kap. 4).

Es wurde anschliessend anhand von Fachgesprächen mit Normierungsexperten geprüft, wie umfassend diese Design-Regeln bereits im Entstehungsprozess des schweizerischen Normenwerks für die Gestaltung des Strassenraums berücksichtigt wurden. Zudem fand ein Abgleich mit den aktuellen, für die sichere Gestaltung des Strassenraums wichtigsten Normen- und Regelwerken statt. Dies, um zu zeigen, in welchen Gestaltungsgrundlagen bereits heute bestimmte Design-Regeln zu finden sind und wo es ggf. noch Lücken bzw. Anpassungsbedarf gibt (siehe Kap. 5).

Zentrales Element des Vorgehens ist die Identifikation von SERFOR-(Massnahmen-) Ansätzen. In diesem Arbeitsschritt fanden vertiefte Überlegungen zu den einzelnen Design-Regeln statt, indem für jede dieser Regeln mögliche SERFOR-Ansätze identifiziert und hinsichtlich ihrer praktischen Umsetzbarkeit (Kap. 1) evaluiert wurden. Anhand einer methodischen Kombination aus Expertenwissen, Literaturrecherchen, Ortsbegehungen sowie Unfalldatenanalysen wurden wichtige Erkenntnisse für eine plausible Auswahl und Priorisierung der Best-Practice Massnahmenansätzen für die Schweiz gewonnen (Kap. 1).

Damit der Transfer der vorgängig ausgewählten SERFOR-Ansätze in die Praxis bzw. in den Alltag der Sicherheitsverantwortlichen gelingt, wurde der konkrete Handlungsbedarf für verschiedene Stakeholder/Blickwinkel beschrieben. Dabei ging es vor allem auch um strategisch-konzeptionelle Überlegung für eine umfassende und «intuitive» Integration der SERFOR-Philosophie in die alltäglichen Planungsarbeiten bei der Gestaltung der Strasseninfrastruktur (siehe Kap. 9). Die im Kapitel «Handlungsbedarf» ergänzend genannten Aspekte sollen zudem als Wegweiser auf dem Weg zu möglichst selbsterklärenden und fehlerverzeihenden Strassen in der Schweiz dienen. Sie beinhalten notwendige politische Weichenstellungen, praktische Schulungen sowie normative Anpassungen. Für letzteres braucht es punktuell noch weitere wissenschaftliche Abklärungen, die im weiteren Forschungsbedarf aufgezeigt werden (siehe Kap. 9).

Die einzelnen Arbeitsschritte werden in den nachfolgenden Kapiteln detailliert beschrieben.

4 Festlegung Design-Regeln

4.1 Einleitung

Das TP 1, Forschung Humanfaktoren, fasst die relevante Literatur zu den Humanfaktoren zusammen. Die inhaltlichen Grundlagen der Humanfaktoren werden aus Sicht der Psychologie aufgearbeitet mit dem Ziel, zu identifizieren, wo das Thema der Humanfaktoren in der Projektierung stärker berücksichtigt werden muss.

Basierend auf der Literatur zu den Anforderungen an Verkehrsteilnehmende im Strassenverkehr, zu Ursachen für Fehlverhalten im Strassenverkehr und zu weiteren Einflüssen auf das Fahrverhalten werden Projektierungsprinzipien formuliert. Die Projektierungsprinzipien skizzieren Grundzüge für SERFOR.

Für das vorliegende TP 3 stehen aus TP 1 die übergreifenden Projektierungsprinzipien und die Projektierungsprinzipien für Motorfahrzeuglenkende im Vordergrund. Die spezifischen Projektierungsprinzipien für Zufussgehende und für Velofahrende sind auf Ausserortsstrassen weniger relevant.

Insgesamt identifizierte das TP 1 rund 20 Projektierungsprinzipien, die die Grundlage zur Formulierung von Design-Regeln im TP 3 bildeten. Während die Projektierungsprinzipien aus TP 1 als ein generischer Beschrieb einer oder mehrerer Zielsetzungen selbsterklärender und fehlerverzeihender Strassen mit exemplarischen Umsetzungsbeispielen verstanden werden können, gehen die Design-Regeln einen Schritt weiter. Sie stellen einen konkreten Beschrieb einer Zielsetzung zur Umsetzung einer oder mehrerer Projektierungsprinzipien dar. Die Design Regeln bilden die Grundlage, um SERFOR-Ansätze abzuleiten und die Wirkung der Ansätze in einen engen Bezug zu den Humanfaktoren zu setzen.

4.2 Methodik

Zur Festlegung der Design-Regeln werden die Projektierungsprinzipien von drei Projektteam-Mitgliedern und zwei Experten der Begleitkommission individuell priorisiert. Bei der Priorisierung stehen folgende qualitativen Kriterien im Vordergrund:

- Relevanz für Ausserortsstrassen
- Relevanz für die Verkehrssicherheit
- Relevanz im Bestandsnetz aus praktischer Sicht

Bei der Bewertung wird zudem festgehalten, wenn einzelne Projektierungsprinzipien oder Aspekte daraus Überlappungen aus Sicht Humanfaktoren (vgl. Kapitel 1) aufweisen. Zur Festlegung der letztlich fürs TP 3 prioritären Projektierungsprinzipien werden die Einzelbewertungen zusammengeführt.

4.3 Resultate

Aus der Bewertung resultieren schliesslich sechs Design-Regeln, für die eine konkrete Beschreibung einer Zielsetzung zur Umsetzung einer oder mehrerer Projektierungsprinzipien verfasst wird. Diese sechs Design-Regeln sind:

- A) **Orientierung geben:** Der Strassenraum und seine seitliche Umgebung sind mit Gestaltungselementen zu versehen, welche die korrekte Distanz- und/oder Geschwindigkeitswahrnehmung der Verkehrsteilnehmer fördern.
- B) **Aufmerksamkeit lenken:** Der Strassenraum ist mit salienten, d.h. auffälligen, dynamischen oder adaptiven Hinweisen zu versehen, um die Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmer auf kritische Bereiche zu lenken.

- C) **Standardisierung fördern:** Strassengestaltungselemente und Hinweise, die für ähnliche Strassensituationen den gleichen Informationswert vermitteln, sind einheitlich auszubilden.
- D) **Konfliktgegner erkennen:** Die Knotenbereiche sind so zu gestalten, dass potenzielle Konfliktgegner sich im Sichtfeld der anderen Verkehrsteilnehmer befinden (insbesondere bei Konfliktbereichen) und durch ausreichende Sichtweiten frühzeitig erkannt werden. Zusätzlich oder wenn beispielsweise aufgrund von baulichen Einschränkungen (Platzverhältnisse, Denkmal-, Bestandsschutz etc.) dies nicht möglich ist, sollen auffällige Elemente der Signalisierung, wie dynamische oder adaptive, die Blicklenkung der Verkehrsteilnehmer auf ihre potenziellen Konfliktgegner unterstützen.
- E) **Prägnanz erhöhen:** Die Schilder und Markierungen sind im Strassenraum so anzuordnen und die Signalisationsdichte ist möglichst so gering zu halten, dass eine optimale Erkennbarkeit und Wahrnehmbarkeit dieser sichergestellt ist.
- F) **Passive Sicherheit erhöhen:** Fahrzeuglenkende sind einerseits auf das Verlassen des idealen Fahrbereichs frühzeitig aufmerksam zu machen. Andererseits gilt es, den Strassenraum inklusive seiner seitlichen Umgebung so zu gestalten, dass im Falle eines Ereignisses die Unfallfolgen möglichst minimiert werden.

Während sich die ersten fünf genannten Ansätze an SER richten, bezieht sich die letztgenannte Design-Regel, «passive Sicherheit erhöhen», auf FOR. Die Design-Regeln sind nicht immer vollkommen trennscharf. So zieht eine Erhöhung der Prägnanz oft auch eine Lenkung der Aufmerksamkeit nach sich und hilft, Orientierung zu geben. Dennoch adressieren die verschiedenen Regeln jeweils unterschiedliche Aspekte der relevanten Humanfaktoren.

Die sechs Design-Regeln sind in Faktenblättern definiert und beschrieben, die durch Begleitkommission vernehmlasst worden sind (vgl. Anhang V).

4.4 Fazit

Mit Bezug zu den psychischen Funktionen (vgl. Kapitel 2.1.2) kann festgehalten werden, dass die Design-Regeln «**Aufmerksamkeit lenken**» und «**Prägnanz erhöhen**» die psychischen Funktionen des Wahrnehmens und des Erkennens von relevanten Hinweisreizen und Signalen unterstützen. Das Projektierungsprinzip «Aufmerksamkeit lenken» unterstützt dabei vor allem, dass Verkehrsteilnehmende die relevanten Signale schnell erkennen und gegenüber irrelevanten Reizen priorisieren können. «Prägnanz erhöhen» bedeutet, die Gestaltung von Signalisationen so zu realisieren, dass die schnelle Erkennbarkeit der Bedeutung des Signals gewährleistet ist, also der Abgleich mit im Gedächtnis gespeicherten Mustern erleichtert wird. Ein prägnantes Signal wird somit in seiner Bedeutung schneller und fehlerfreier erkannt als ein wenig prägnantes und ermöglicht schneller ein angemessenes Reagieren.

Die Design-Regel «**Orientierung geben**» richtet sich über eine entsprechende Aufmerksamkeitslenkung sowohl auf die psychische Funktion des Wahrnehmens als auch die des Erkennens von relevanten Reizen. Die Design-Regel «**Konfliktgegner erkennen**» zielt ab auf eine Unterstützung der Wahrnehmung, des Erkennens, des Verstehens und auch der Verhaltensmotivation bei Konflikten im Verkehrsraum. Die Design-Regel «**Standardisierung fördern**» unterstützt wiederum das Erkennen, Verstehen und die Motivation, weil durch sie sicherheitsförderliche Verhaltensroutinen ausgebildet werden können, die dann automatisiert abgerufen werden können.

5 Design-Regeln in bestehenden Normen

5.1 Einleitung

In diesem Arbeitsschritt geht es darum, wie gut die im vorhergehenden Kapitel definierten Design-Regeln bereits in den bestehenden Normen und Regelwerken in der Schweiz, aber auch im Ausland berücksichtigt oder gar verankert sind. Insbesondere wurden die folgenden Fragestellungen untersucht:

- Wo werden in bestehenden nationalen und internationalen Normen bereits die Design-Regeln berücksichtigt?
- Um welche Normen und um welche Design-Regeln handelt es sich dabei?
- Welche konkreten SERFOR-Ansätze wurden in welcher Form in den untersuchten Normenwerken implementiert?
- Gab es konkrete Anlässe, aus denen diese Regelungen hervorgegangen sind?
- Wo bestehen Lücken oder Widersprüche zu den hier definierten Design-Regeln?
- Bei welchen Normen oder Regelwerken gibt es noch ein Verbesserungspotenzial hinsichtlich einer Implementierung von SERFOR-Ansätzen?
- Wo liegen allfällige Grenzen der Normierbarkeit von SERFOR-Ansätzen?

5.2 Methodik

Es wurde ein mehrstufiges Vorgehen zur Bearbeitung dieses Arbeitsschritts gewählt.

In einer ersten Stufe selektierte das Forschungsteam die ihm bekannten Schweizer Normen, die massgebend für die Strassenverkehrssicherheit sind und in denen ein Bezug zu den Design-Regeln und einer Gestaltung des Strassenraums nach SERFOR-Aspekten zu erwarten ist. Dabei werden auch die Normen zu den Infrastruktur-Sicherheitsinstrumenten bezüglich der Möglichkeit zur Erweiterung aus Sicht der Design-Regeln überprüft. Normenelemente, die diesen Bezug aufzeigen, werden markiert und dokumentiert. Es wird gezeigt, wo und in welcher Form der Aspekt der SERFOR bereits im aktuellen Normenwerk der Schweiz vorhanden ist.

Die Vorgehensschritte zur Überprüfung bestehender Normen waren:

- Erstellung einer Longlist mit SERFOR-relevanten VSS-Normen, wobei vor allem auch Projektierungsnormen, unter anderem zu Linienführung und Querschnitt berücksichtigt wurden
- Unabhängige individuelle Bewertung und Rating der Normen bezüglich ihrer SERFOR-Relevanz durch sieben Verkehrstechnik-Experten der BFU
- Ableitung einer Shortlist mit den zehn SERFOR-relevantesten VSS-Normen durch die BFU-Experten (vgl. Literaturverzeichnis)
- Screening und inhaltliche Bewertung dieser Normen hinsichtlich vorhandener SERFOR-Inhalte bzw. Aspekte der Humanfaktoren
- Zuordnung der SERFOR-Inhalte zu den Design-Regeln aus Kap. 4
- Zusätzliche Beschreibung normativer Defizite anhand einer übergeordneten Stellungnahme.

In der zweiten Stufe wurden Fachgespräche mit einer anerkannten Schweizer Normierungsexpertin und zwei anerkannten Schweizer Normierungsexperten geführt. Dadurch werden auch (chronologische) Hintergrundinformationen in Erfahrung gebracht, die nicht schriftlich in den Normenwerken oder ihren Begleitdokumentationen festgehalten sind. Welche Design-Regeln oder Humanfaktoren wurden in der geschichtlichen Entwicklung der Normen zur Gestaltung des Strassenraums in der Schweiz bewusst berücksichtigt, welche (bewusst) nicht und warum? Das ist die zentrale Frage dieser Gesprächsserie.

Es wurden die folgenden Normierungsexperten bzw. -expertinnen befragt:

- Prof. Marion Dörfel, Professur für Verkehrswesen an der FH Burgdorf, VSS

- Patrick Eberling, Leiter Verkehrstechnik an der Beratungsstelle für Unfallverhütung, BFU; langjähriges Mitglied VSS-Normierungskommissionen
- Christian Boss, Verkehrsingenieur und Inhaber Ingenieurbüro BOSS, Neuchâtel

Die Fachgespräche wurden von Markus Deublein online per Teams durchgeführt, aufgenommen und anschliessend transkribiert (siehe Anhang). Die Fachgespräche dauerten jeweils ca. 60 Minuten. Anhand eines inhaltlichen Leitfadens wurde sichergestellt, dass den Gesprächspartnerinnen und -partnern die gleichen Fragen gestellt wurden, das Gespräch strukturiert abgelaufen ist und möglichst zielgerichtet Antworten auf die relevanten Fragestellungen erhoben werden konnten.

Die durchgeführte internationale Befragung führte nicht zu weitergehenden Erkenntnissen.

5.3 Resultate

5.3.1 Stufe 1: Systematische Überprüfung bestehender Normen

Die Auswahl der unter Anbetracht der Design-Regeln und SERFOR-Aspekte relevantesten Normen durch Experten der BFU ergab die folgende Shortlist (Reihenfolge in aufsteigender Ordnung nach Normbezeichnung):

- VSS 40 100: Linienführung; Elemente der horizontalen Linienführung, 2019 [29]
- VSS 40 110: Linienführung; Elemente der vertikalen Linienführung, 2020 [30]
- VSS 40 140: Linienführung; Optische Anforderungen, 2019 [31]
- VSS 40 201: Geometrisches Normalprofil; Erarbeitung, 2019 [32]
- VSS 40 251: Knoten; Knotenelemente, 2019 [33]
- VSS 40 262: Knoten; Knoten in einer Ebene (ohne Kreisverkehr), 2020 [34]
- VSS 40 263: Knoten; Knoten mit Kreisverkehr, 2019 [35]
- VSS 40 273: Knoten; Sichtverhältnisse in Knoten in einer Ebene, 2019 [36]
- SN 640 822: Leiteinrichtungen; Art, Ausführung und Anordnung, 2022 [37]
- SN 640 862: Markierungen; Anwendungsbeispiele für Haupt- und Nebenstrassen, 2021 [38]

Die wichtigsten übergeordneten Erkenntnisse werden unter den folgenden Punkten zusammengefasst.

- In all den oben genannten Normen lassen sich bereits Aspekte der Humanfaktoren finden und einzelne Hinweise auf die Design-Regeln erkennen.
- In allen Normen gibt es aber auch noch Lücken, die durch eine konsequentere Berücksichtigung der Design-Regeln geschlossen werden könnten.
- Teilweise sind im VSS-Normenwerk noch sehr alte Normen enthalten, in denen «moderne» Ansätze auf Grundlage von Humanfaktoren noch wenig enthalten sind.
- Manche der Normen widmen sich einzig einer bestimmten Design-Regel, zum Beispiel VSS 40 273 [36] mit Design-Regel Konfliktgegner erkennen.
- Häufig sind die SERFOR-Aspekte sehr allgemein gehalten und offen formuliert. Die Projektierenden müssen dann selbst entscheiden, wie verkehrstechnische Elemente ergonomisch auszugestalten sind. Beispiele hierfür sind:
 - «Nach Möglichkeit sind Linienführung und Strassennetzgestaltung so zu wählen, dass ...»
 - «Müssen aus zwingenden Gründen diese Richtwerte überschritten werden, so sind ...»
- Daraus resultiert ein grosser Handlungsspielraum für Projektierende, was dem Ziel (der Design-Regel) einer möglichst hohen Standardisierung der Strassenraumgestaltung widerspricht.

In dieser Überprüfung wurde nicht verifiziert, ob die in den Normen angegebenen Vorgaben tatsächlich ergonomisch abgestützt sind. Es ging lediglich darum, aufzuzeigen, in welcher Art die jetzigen Normen dem SERFOR-Aspekt Rechnung tragen.

Möglicher Handlungsbedarf im Zusammenhang mit den bestehenden relevantesten Normen wird in folgenden Punkten gesehen:

- Unmissverständliche und konkrete Formulierungen in den VSS-Normen (Gewährleistung der Standardisierung). Missverständliche und abstrakte Formulierungen führen zu beliebiger Interpretation seitens der Projektierenden sowie zu infrastruktureller Variabilität.
- Normenkommissionen sollten interdisziplinär besetzt werden, um ergonomische Aspekte von vornherein in die Er- und Überarbeitung von Normen aufzunehmen. So kann auch fachlich, wie sprachlich ein umfassendes und intuitives Verständnis der Norm mit den berücksichtigten Humanfaktoren erzielt werden.

5.3.2 Stufe 2: Fachgespräche mit Normierungsexpertinnen und -experten

In nachfolgenden Abschnitten werden die wichtigsten Aussagen aus den Fachgesprächen mit den nationalen Normierungsexpertinnen und -experten zu drei Hauptfragestellungen zusammengefasst. Diese wurden aus den vollständigen Transkriptionen der Fachgespräche extrahiert (vgl. Anhang V). Zusammenfassungen zu den Fachgesprächen mit den Einzelpersonen befinden sich im Anhang. Aus den Fachgesprächen mit den drei genannten Personen lassen sich nachfolgenden Hauptaussagen zusammenfassen.

Zur Überprüfung des individuellen Verständnisses des Begriffs Humanfaktoren und für eine Einordnung der nachfolgenden Zusammenfassung der Antworten für den Leser dieses Berichts, wurden die Befragten zuerst zu ihrem **Verständnis von grundlegenden Humanfaktoren¹ und spezifischen Verhaltensweisen** im Kontext der Strassenverkehrssicherheit befragt.

- Unter dem Begriff **Humanfaktoren** können grundlegende physiologische, sensomotorische und kognitive Fähigkeiten und Grenzen des Menschen verstanden werden. Also diejenigen menschlichen Eigenschaften, die bei allen Menschen vorliegen und zu weiten Teilen unabhängig von Alter, Geschlecht und Herkunft, etc. sind. Diese Merkmale bestimmen weitgehend das Verhalten von Menschen im Strassenverkehr und müssen deshalb bei der Gestaltung des Strassenraums – im Interesse eines möglichst sicheren Verkehrsablaufs – berücksichtigt werden. Die Strassengestaltung muss selbsterklärend sein. Dabei gilt es, die Humanfaktoren ausreichend zu verstehen und in der Sicherheitsarbeit zu berücksichtigen, denn sie sind ein entscheidender Erfolgsfaktor für die Selektion, Planung, Implementierung und letztendlich Wirksamkeit von Massnahmen im Strassenverkehr.
- Anders verhält es sich mit spezifischen **Verhaltensweisen** im Strassenverkehr, die längerfristig durch Erfahrungen, erzieherische Massnahmen, aber auch durch gestalterische Ansätze geformt und beeinflusst werden können. Verhaltensweisen sind individuell ausgeprägt und äussern sich bei Verkehrsteilnehmenden auf unterschiedliche Weise.

Durch die Gestaltung der Infrastruktur unter Berücksichtigung der Humanfaktoren wird eine für die Verkehrssicherheit zuträgliche Verhaltensänderung angestrebt. Mit dem Ziel, sichere Strassen zu konzipieren, kann ein entscheidender Einfluss auf verschiedenen Ebenen der Verkehrssicherheit genommen werden: zum Beispiel durch Schaffung von längeren Reaktionszeitfenstern, grössere Sichtweiten, bessere Wahrnehmbarkeit von Elementen des Strassenraums oder erhöhtes Situationsbewusstsein. Dabei gilt es die Herausforderung zu berücksichtigen, dass Massnahmen auch auf die individuellen Bedürfnisse der einzelnen Menschen bzw. von Verkehrsteilnehmergruppen zugeschnitten sein müssen, um die beabsichtigte Wirkung zu erzielen. Folglich ist es wichtig, auch die Perspektiven der einzelnen Verkehrsteilnehmergruppen in der Normierungsarbeit zu angemessen zu berücksichtigen. Da durch verschiedenste Umstände und Einflüsse zwangsläufig Strassen

¹ Im Folgenden verwenden wir Humanfaktoren und Human Factors der Einfachheit als Synonyme.

nicht immer selbsterklärend sind, zudem viele der beobachteten Fahrfehler auf unangepasste Verhaltensweisen zurückzuführen sind (z. B. durch Alkohol, Regelmässigkeit, Ablenkung), sollte die Strassenumgebung auch möglichst fehlerverzeihend sein.

Als ausgewiesene und anerkannte Expertinnen und Experten der schweizerischen Normierungsgeschichte gibt die befragte Expertengruppe in den nachfolgenden Absätzen einen **geschichtlichen Einblick in die Berücksichtigung von Humanfaktoren** in den bestehenden, wichtigsten Normen der Strassenverkehrssicherheit:

- Die Berücksichtigung von physiologischen und psychologischen Fähigkeiten und Grenzen der Menschen hat eigentlich schon eine sehr lange Tradition. Bereits Mitte des letzten Jahrhunderts haben die Strassenbau-Normalien erste Vorgaben für eine sichere Trassierung von Strassen beinhaltet. Dazu zählen beispielsweise Vorgaben betreffend der Elementfolgen auf Ausserortsstrassen, damit sich ein für den Fahrer stetiges Bild des Fahrtraums ergibt, und daraus ein angemessenes Fahrverhalten resultiert.
- In den darauffolgenden Jahrzehnten bis heute sind Humanfaktoren in die Normierung und die Erarbeitung ihrer Grundlagen vielerorts eingeflossen. So berücksichtigen verschiedene Grenz- oder Richtwerte sowie Gestaltungsempfehlungen z. B. das begrenzte Aufnahme- und Verarbeitungsvermögen des Menschen, dessen Reaktionsfähigkeit (z.B. in Abhängigkeit von akustischen oder optischen Informationen), das Adaptionsvermögen der Augen, die Fähigkeiten und Grenzen in Bezug auf das Schätzen von Geschwindigkeiten und Distanzen oder in Bezug auf Orientierung und Erwartung.
- Die Berücksichtigung von Erkenntnissen zu Humanfaktoren bei der Erarbeitung von Normen im Strassenverkehrsbereich hat sich in den letzten zwei Jahrzehnten deutlich verändert. Etwa seit der Jahrtausendwende ist in den Normierungsgremien immer mehr die Erkenntnis gewachsen, dass nur ein gesamtheitlicher Blick auf die Strasse (sprich interdisziplinäre Ansätze unter Berücksichtigung aller Verkehrsteilnehmenden) eine konsistente und umfassende Sicherheitsbeurteilung und Massnahmenfindung ermöglicht. Die Verkehrsteilnehmergruppe des MIV ist jedoch in den aktuellen Normen nach wie vor die dominante Perspektive. Ein heute anerkanntes Grundprinzip bei der Erstellung von Normen- und Regelwerken in der Kommissionsarbeit ist allerdings, dass möglichst nur solche Massnahmen in die Normen integriert werden sollten, welche dafür sorgen, dass sich sämtliche Verkehrsteilnehmende intuitiv sicher im Strassenraum fortbewegen und dabei einem möglichst sicheren Verkehrsablauf folgen können.
- Es ist davon auszugehen, dass in zahlreichen schweizerischen Normen und Regeln des Strassenverkehrs bereits Aspekte der Humanfaktoren berücksichtigt sind, auch wenn dies nicht explizit dokumentiert ist. Denn der eigentliche Begriff der Humanfaktoren wird dabei nicht oder nur selten verwendet. Humanfaktoren sind bisher weniger aus einem systematischen, interdisziplinären und fachübergreifenden Ansatz, sondern überwiegend auf Grundlage von Erfahrungen aus früheren Massnahmenumsetzungen in den Fachdiskurs der Normierungsgremien eingeflossen.
- Es gibt eine Reihe von Elementen, die von dem Wissen aus der doch bereits jahrzehntelangen Human-Factors-Forschung profitiert haben, z. B. Anforderungen an die Sichtweite, an die Elementlängen oder -grössen der Linienführung, die Gestaltung von Baustellenbereichen, Kriterien für die Gestaltung, Platzierung und den Abstand von Signalen, Abmessungen von Strassenmarkierungen, Farbspezifikationen, Schriftarten und Symbole für Signale. Beispiele für den konkreten Zusammenhang zwischen Humanfaktoren und Normwerten, Grössen oder Gestaltungsgrundsätzen gibt es viele. Gleichzeitig ist aber nicht auszuschliessen, dass in der einen oder anderen Norm Nachhol- oder Optimierungsbedarf besteht.
- Die befragte Expertengruppe ist sich einig, dass Fachpersonen der Strassenverkehrssicherheit durch ihre Ausbildung oder ihr Studium zumindest eine Grundkenntnis der zentralen verkehrspsychologischen Zusammenhänge haben und somit auch die wichtigsten Prinzipien der Humanfaktoren kennen sollten. Durch neue Schulungsangebote an den Hochschulen hat es schon Fortschritte gegeben und die Gruppe der Verkehrssicherheitsexperten kommt nicht mehr nur aus dem klassischen Ingenieurbereich. Diese Entwicklung wird begrüsst und bildet den Grundstein für eine interdisziplinäre Herangehensweise zur Lösungsfindung in den Normierungskommissionen – auch im Hinblick auf eine konsistente Integration von Aspekten der Humanfaktoren. In den Normierungsgremien ist man zwar bestrebt, bei der Massnahmenfindung eine möglichst holistische/umfassende/gesamtperspektivische Herangehensweise zu wählen. Jedoch

werden die verschiedenen fachlichen Disziplinen in der Zusammensetzung der Gremien nur selten personell repräsentiert oder durch gezielte wissenschaftliche Studien explizit untermauert.

- In der heutigen Normierungsarbeit ist das Prinzip der Humanfaktoren absolut anerkannt und wird auch bereits punktuell integriert. Eine konsequente und konsistente Umsetzung ist jedoch aufgrund von mangelndem verkehrspsychologischem Wissen unter den Kommissionsmitgliedern derzeit noch schwierig. Verkehrspsychologische Aspekte im Sinne einer selbsterklärenden und fehlerverzeihenden Strassenraumgestaltung werden zwar bereits nach Möglichkeit in die Normen integriert, die fachlichen und zeitlichen Möglichkeiten sind allerdings zu eingeschränkt, auch und insbesondere durch das existierende Milizsystem der Kommissionen.
- Die Schweizer Strassenverkehrsnormen müssen alle fünf Jahre auf ihre Aktualität überprüft und ggf. revidiert werden. Dies erfordert umfangreiche Ressourcen und Mittel in den entsprechenden Kommissionen für vertiefende und weitreichende Überarbeitungen oder Neukonzeptionen. Vertiefende Voruntersuchungen – zum Beispiel zur Integration von Humanfaktoren in den normativen Fachkontext – sind dadurch häufig nur schwer realisierbar. Die Folge ist, dass in den Überarbeitungen der Normen zwar sehr gut Mängel behoben werden können, Lücken aber – beispielsweise für eine bessere Integration von Humanfaktoren – sich nur schwer schliessen lassen. So werden Aspekte der Humanfaktoren teilweise ausgelassen, obwohl eigentlich die Kenntnisse dazu unter den Mitgliedern vorhanden sind.

Für die Zukunft der Normierungstätigkeiten für einen sicheren Strassenverkehr in der Schweiz ist es entscheidend, rechtzeitig die **Chancen und Ansatzpunkte für eine zukünftig stärkere Berücksichtigung von Humanfaktoren** und SERFOR-Ansätzen in die Normierungstätigkeiten und praktische Sicherheitsarbeit zu erkennen. Die befragte Expertengruppe sieht folgende Ansatzpunkte:

- Die befragten Expertinnen und Experten sind sich einig, dass zunächst nicht die Identifikation von innovativen neuen Massnahmen zu den Humanfaktoren im Vordergrund der praktischen Verkehrssicherheitsarbeit stehen sollte, sondern die zielgerichtete Förderung einer konsequenten Umsetzung bereits bekannter Massnahmenansätze (auch zu den Humanfaktoren) aus Studien, Richtlinien und Normen.
- Die Anwenderinnen und Anwender der Normen müssen ausreichend Fachwissen vorweisen können, damit sie die Zusammenhänge kennen, den Ermessensspielraum bei der Nutzung der Normen adäquat einschätzen sowie die Auswirkungen und Konsequenzen bei einer Abweichung vom normativ vorgegebenen «Standardfall» abschätzen können. Denn die Funktion von Normen besteht darin, Informationen bereitzustellen, um Fachleute bei der Auswahl der geeigneten Kombination von Merkmalen, Abmessungen und Materialien für einen bestimmten Entwurf zu unterstützen. Sie legen nicht die konkreten Abmessungen für eine bestimmte örtliche Situation fest - dies liegt in der Verantwortung der Anwenderin oder des Anwenders. Der endgültige Entwurf ist die Summe aller während des Entwurfsprozesses getroffenen Entscheidungen.
- Da Normen keine Lehrbücher sind, braucht es andere Gefässe, die der Wissenserweiterung, des Verständnisses der Rolle des Menschen und der Interaktion mit dem Strassenraum dienen. Ein Ansatzpunkt wird in der Aus- und Weiterbildung von Fachleuten und den Anwenderinnen und Anwendern der Normen gesehen. Solch eine gezielte Qualifikation trägt dazu bei, die Fähigkeiten und Kompetenzen der Fachleute zu dieser Thematik weiterzuentwickeln.
- In einem weiteren Vorschlag wurde skizziert, dass ergänzend zu den bestehenden Fachbüchern, Vorlesungsunterlagen und Nachschlagewerken ein kompaktes Nachschlagewerk zu den Humanfaktoren und zu den Massnahmen für eine selbsterklärende und fehlerverzeihende Gestaltung des Strassenraums auch hilfreich sein könnte.
- Die im vorliegenden Forschungspaket identifizierten SERFOR-Ansätze sollten nach Möglichkeit in die bestehenden Normen integriert werden. Viele der vorhandenen Normen sind zwar bereits sehr gut, weisen aber noch Lücken bezüglich Humanfaktoren auf. Diese gilt es konsequent und systematisch zu schliessen. Dabei sollten sich die Normierungskommissionen auch stärker auf Erfahrungswerte aus dem Ausland abstützen. Man muss keinen eigenen Weg gehen, wenn woanders bereits wertvolle Erfahrungen vorliegen.

- Nutzende von Normen und Regelwerken sollten nicht nur in der Lage sein, explizite Vorgaben zur Berücksichtigung von Humanfaktoren und zur Nutzung von Massnahmen zur Verhaltensänderung aus den Normen fachlich umzusetzen. Sie sollten vielmehr auch das entsprechende verkehrspsychologische Hintergrundwissen besitzen, um in verkehrlichen Situationen, die vom normativen Standard abweichen, auch in der Lage zu sein, angemessene, alternative Lösungsansätze selbständig zu erarbeiten.
- Für die Zukunft braucht es weiterhin (oder gar eine verstärkte) Investition in die fachliche Ausbildung von möglichst interdisziplinären Strassenverkehrssicherheitsexperten. Dies sowohl durch eine konsequente Förderung der vorhandenen Bildungsangebote, aber auch durch deren Ausbau.
- Das Bewusstsein für die Humanfaktoren muss auch zukünftig in den Normierungsgremien kontinuierlich gepflegt werden. Dafür braucht es geeignete Kommunikationskanäle und Visualisierungsansätze, damit das erforderliche Verständnis generiert werden kann. Es ist wichtig, dass die Normen präzise und möglichst geschlossen formuliert werden – also der Interpretationsspielraum möglichst klein gehalten wird.
- Der Strassenverkehr der Zukunft wird sich u. a. durch die Digitalisierung des Strassenverkehrs und das Automatisierte Fahren, aber auch durch demographische Entwicklungen und neue Mobilitätsformen zu einem immer komplexer werdenden System entwickeln. Dies erfordert auch immer komplexere Normenwerke. Unter Fachleuten der Normierungskommissionen bestehen gewisse Zweifel, ob eine qualitativ hochwertige und wissenschaftliche fundierte Revision und Erarbeitung von Normen auch zukünftig noch auf Grundlage des bestehenden Milizsystems erzielt werden kann.
- Hinsichtlich eines zukünftigen Anpassungsbedarfs in den Normierungskommissionen bzw. der Normierungsarbeit ist die Sicht in der befragten Expertengruppe differenziert:
 - M. Doerfel hebt hervor, dass sich die Fachleute im Milizsystem stark engagieren. In den Kommissionen werden neue Normen erarbeitet oder bestehende Normen revidiert, auf der Grundlage von Forschungsprojekten, die von der Kommission initiiert werden. Sie sieht in den von ihr besuchten Normierungskommissionen im Hinblick auf deren Zusammensetzung keinen Handlungsbedarf. Es sind zum einen auch Praktiker, die die Normen anwenden, zum anderen ist ein Grundverständnis der zentralen Zusammenhänge bei den Mitgliedern ihrer Normierungskommissionen vorhanden. Sie ist allerdings der Ansicht, dass es insbesondere in den Forschungsprojekten wichtig ist, dass ausgewiesene Experten auf dem Gebiet der Humanfaktoren dabei sind, ob bei der Forschungsstelle oder in der Begleitkommission. Gerade die Erarbeitung der Normierungsgrundlagen erfordert einerseits Kenntnisse über die technischen und physikalischen Faktoren, andererseits aber auch ausreichende Kenntnisse der kognitiven und experimentellen Psychologie und ihrer Prinzipien des Lernens, des Gedächtnisses, der Wissensrepräsentation, der Wahrnehmung, der Informationsverarbeitung, usw.
Im Hinblick auf künftige Normenrevisionen empfiehlt M. Doerfel, vermehrt ein Auge darauf zu werfen, ob sich allenfalls bereits durch verbesserte Formulierungen oder kleinere Anpassungen das Verständnis der Humanfaktoren unter den Anwenderinnen und Anwendern verbessern lässt. Wenn nötig, wäre auch eine konsequenter Überprüfung und allfällige Einbettung fehlender Aspekte ein zu prüfender Ansatz.
 - Für P. Eberling ist es wichtig, dass punktuell bei besonders spezifischen oder komplexen Fragestellungen externe Spezialisten/Experten in die Normierungsgremien unterstützend beigezogen werden. Heute sind die Kommissionen zu 90-100% durch Ingenieure besetzt. Das macht bis zu einem gewissen Punkt auch Sinn. Unter Anbetracht einer zunehmenden Relevanz von Aspekten der Humanfaktoren für eine selbsterklärende und fehlerverzeihende Gestaltung des Strassenraums kann er sich aber auch eine regelmässige Einbindung von Verkehrspsychologen sehr gut vorstellen. Sinnvoll wäre es dabei, diese Person nicht nur temporär zu befragen, sondern in den ganzen Prozess einer Normentwicklung mit einzubeziehen. Die Person muss das erforderliche Verständnis auch aus Sicht der Planung und des Ingenieurwesens entwickeln – und das braucht Zeit und Erfahrung. P. Eberling sieht hier auch seitens der Normierungsgremien die erforderliche Offenheit. Er hält eine dauerhafte Aufnahme eines Verkehrspsychologen in den relevanten Normie-

rungskommissionen für sehr gut vorstellbar und verweist dabei auf die Normierungskommissionen in Deutschland, die in Bezug auf eine interdisziplinäre Besetzung der einzelnen Kommissionen bereits einen Schritt weiter seien.

- Wenn man in den Normen thematisch einen Schritt vorankommen möchte und auch Aspekte der Humanfaktoren konsequent implementieren möchte, dann muss laut C. Boss allen voran die Forderung gestellt werden, alle Verkehrsteilnehmenden gleichwertig in den jeweiligen Normen zu betrachten. Überall dort, wo sicherheitsrelevante Faktoren bestehen, müsse man diese formell qualifizieren, quantifizieren und auch kontrollierbar machen. Nur dann lassen sich konsistente, ergonomische Massnahmen und Normierungsinhalte ableiten. Er äussert zudem, dass er den Eindruck hat, dass die aktuellen Normen nicht immer korrekt verstanden werden. C. Boss geht davon aus, dass wesentliche Fortschritte in der Umsetzung der Normen erzielt werden könnten, wenn die Normen klarer und verständlicher formuliert werden würden. Es braucht somit nicht nur selbsterklärende Strassen, sondern die dafür entwickelten Normen müssen ebenfalls selbsterklärend sein. Seiner Ansicht nach sollten in den Forschungsausschreibungen des ASTRA den Aspekten der Humanfaktoren bereits ein höheres Gewicht zugeordnet werden. Dann fliessen diese erst in die theoretische Ableitung von Handlungsansätzen und schliesslich auch in die praktische Massnahmenfindung ein.

5.4 Fazit

Aus der systematischen Überprüfung bestehender Normen und den Fachgesprächen mit Normierungsexpertinnen und -experten hat sich gezeigt, dass SERFOR häufig sehr allgemein in den Normen gehalten und offen formuliert ist. Der daraus resultierende Handlungsspielraum für Projektierende ist gross, was dem Ziel (der Design-Regel) einer möglichst hohen Standardisierung der Strassenraumgestaltung widerspricht. Handlungsbedarf wird daher insbesondere hinsichtlich einer unmissverständlichen und konkreten Formulierung im Kontext der Design-Regeln in den VSS-Normen zur Gewährleistung der Standardisierung gesehen.

Weiter hat sich gezeigt, dass es entscheidend ist, rechtzeitig die Chancen und Ansatzpunkte für eine stärkere Berücksichtigung von Humanfaktoren und SERFOR-Ansätzen in die Normierungstätigkeiten und praktische Sicherheitsarbeit zu erkennen. Dabei waren sich die befragten Expertinnen und Experten zum Beispiel einig, dass zunächst nicht die Identifikation von innovativen neuen Massnahmen zu den Humanfaktoren im Vordergrund der praktischen Verkehrssicherheitsarbeit stehen sollte, sondern die zielgerichtete Förderung einer konsequenten Umsetzung bereits bekannter Massnahmenansätze (auch zu den Humanfaktoren) aus Studien, Richtlinien und Normen.

6 Identifikation von SERFOR-Ansätzen

6.1 Einleitung

Dieser Arbeitsschritt umfasst die Identifikation und Beschreibung der SERFOR-Ansätze zur Umsetzung der in Kapitel 5 beschriebenen Design-Regeln, wobei die nachfolgenden Kapitel die praktische Umsetzbarkeit der Ansätze thematisieren (Kapitel 6) sowie eine Priorisierung der Ansätze nach Wirksamkeit und Innovation (Kapitel 7) vornehmen.

6.2 Methodik

Im Rahmen einer Literaturanalyse werden auf Grundlage der Design-Regeln die nationalen und internationalen Erkenntnisse zu ausserörtlichen SERFOR-Ansätzen zusammengetragen und strukturiert dokumentiert. Ausgehend von den bestehenden Literaturhinweisen aus dem TP 1 sowie der Voranalyse SERFOR «Self Explaining and Forgiving Roads» der bfu (2016) wurde insbesondere mittels Desktop-Recherche nach weiterer Literatur recherchiert. Damit sich die zahlreich identifizierten SERFOR-Ansätze systematisch darstellen und einordnen lassen, werden die Ansätze in einer übersichtlichen Excel-Tabelle zusammengestellt (vgl. separates Excel-Dokument «SERFOR-Ansätze»). Die Tabelle gliedert sich in die nachfolgend beschriebenen Elemente, wobei die darin dokumentierten Angaben aus verschiedenen Arbeitsschritten des vorliegenden Forschungsprojekts stammen und nach und nach zusammengetragen und in der Tabelle dargestellt wurden:

- **Beschrieb:** Die SERFOR-Ansätze sind in der Tabelle beschrieben mittels eines Kurzbeschriebs und einem repräsentativen Bild aus der Literatur und lassen sich gruppieren in die Cluster «Oberflächenbeschaffenheit der Strasse», «Strassenausstattung – Markierungen», «Strassenausstattung – Signalisation», «Strassenseitenraumgestaltung» und, bei einem Ansatz, in «Querschnitt». Auch finden sich Hinweise zur Quellenliteratur.
- **Nummerierung:** Die Ansätze sind nummeriert. Die Nummerierung folgt keiner spezifischen Systematik. Die Zuordnung der Nummern zu den Ansätzen sowie eine kurze Beschreibung der Ansätze findet sich in Anhang IV. Im Bericht werden aus Platzgründen die Nummer und die Bezeichnung des Ansatzes oder nur die Nummer erwähnt.
- **Netzelemente:** Die Netzelemente bezeichnen, bei welchem Netzelement ein SERFOR-Ansatz zur Anwendung kommen könnte. Es wird differenziert zwischen den Elementen «Strecke (gerade)», «Knoten», «Querungsstelle» und «Tunnel».
- **Design-Regeln:** Es ist aus der Tabelle ersichtlich, zu welchen Design-Regeln ein SERFOR-Ansatz einen Beitrag leisten kann. Es werden die in Kapitel 5 aufgeführten Design-Regeln unterschieden.
- **Weitere Informationen:** Zu den Ansätzen sind zudem weitere Informationen in zusammenfassender Form entnehmbar, die die Ansätze charakterisieren. Dazu gehören Informationen zur Wirkung der Ansätze, zu (künftigen) Chancen und Risiken, zu Erkenntnissen aus der Unfallanalyse sowie zur rechtlichen Umsetzbarkeit der Ansätze in der Schweiz aus heutiger Sicht und zu Defiziten, die sich durch einen Ansatz vermeintlich beheben / reduzieren lässt.

6.3 Resultate

Insgesamt wurden 48 SERFOR-Ansätze identifiziert und dokumentiert. Von den 48 Ansätzen gelten 38 Ansätze als SER- und 6 als FOR-Ansätze und 4 Ansätze als SER und FOR. *Abbildung 3* zeigt für welche Netzelemente wie viele Ansätze zur Umsetzung von Design-Regeln zur Anwendung kommen können.

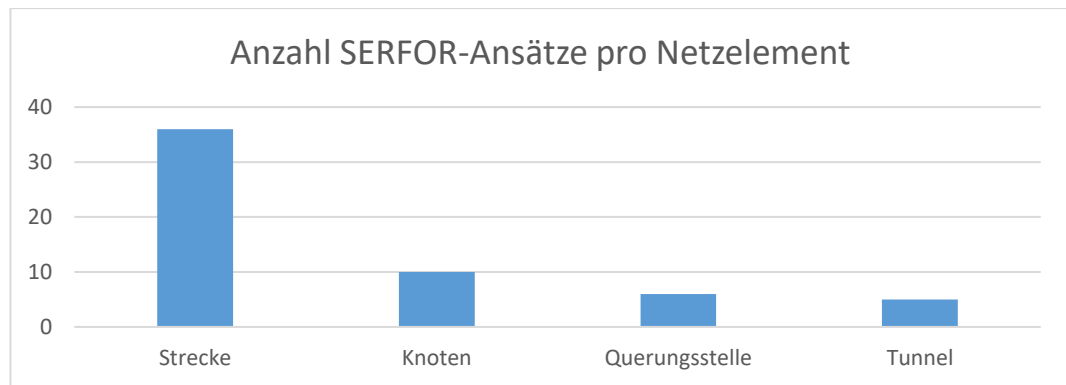


Abbildung 3: Anzahl SERFOR-Ansätze pro Netzelement, wobei ein Ansatz auch mehreren Netzelementen zugeordnet werden kann.

Grundsätzlich gilt es bei den SERFOR-Ansätzen zu unterscheiden zwischen flächig wirkenden Ansätzen, welche die Selbsterklärung der Strasse durch stärkere Standardisierung bewirken und punktuell wirkenden Ansätzen, die an spezifischen Orten zusätzlich ergriffen werden. Letztere dienen insbesondere der «Fehlerkompensation» von unklaren Situationen wie einer unklaren Linienführung.

Die SER-Ansätze lassen sich in folgende Massnahmentypen gliedern:

- **Querschnitt:** Diesem Massnahmentyp kann das Anbringen von Mittel-, Trenn- und Leitinseln zugeordnet werden.
- **Oberflächenbeschaffenheit der Strasse.** Die Veränderung der Oberflächenbeschaffenheit der Strasse zielt auf die folgenden Design-Regeln ab, wobei sich SERFOR-Ansätze für alle Netzelemente finden lassen:
 - Orientierung geben. Zur Umsetzung dieser Design-Regeln gehören beispielsweise Ansätze wie das Einbauen eines leuchtenden Belags (Glow in the Dark) oder das Anrauen des Belags, um ein geschwindigkeitsabhängiges Geräusch zu erzeugen oder aufgrund seiner Beschaffenheit den Komfort zu reduzieren und somit Orientierung zur Geschwindigkeit gibt. Ebenfalls hierzu zählen seitlich und oder mittig in Längsrichtung angebrachte Rüttelstreifen, die beim Überfahren ein hör- und spürbares Geräusch hervorrufen und damit eine Orientierung im Sinne einer Warnung geben. Rüttelstreifen können zusätzlich auch eine fehlerverzeihende Wirkung haben und somit als SER- und FOR-Ansätze bezeichnet werden.
 - Aufmerksamkeit lenken. Zur Steigerung der Aufmerksamkeit können beispielsweise transversale Rüttelstreifen, durch diese «punktuell» die Oberflächenbeschaffenheit verändert wird, angebracht werden. Ein weiterer Ansatz, der in der Schweiz bereits umgesetzt wurde, ist die sogenannte Kobi-Schwelle. Durch diese sinusförmige, lokale Schwelle wird der Komfort temporär durch Schaukeln des Fahrzeuges reduziert, was die Aufmerksamkeit des Fahrers weckt.
- **Strassenausstattung – Markierungen.** Bei diesem Massnahmentyp bestehen zahlreiche SERFOR-Ansätze in diversen Varianten. Sie zielen insbesondere darauf ab, eine bessere Orientierung zu geben. Je nach Ausgestaltung können durch einzelne Ansätze jedoch auch die Design-Regeln «Aufmerksamkeit lenken», «Konfliktgegner erkennen» oder «Prägnanz erhöhen» adressiert werden. Grundsätzlich kann differenziert werden zwischen quer zur Fahrbahn und längs angebrachten Markierungen.
 - Orientierung geben. Hierzu zählen beispielsweise geschwindigkeitssenkende, längs angebrachte Markierungen wie eine in 3D optisch ausgestaltete Mittellinie, eine differenzierte Ausgestaltung der Mittellinienmarkierungen in Länge und Abstand in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit oder das Anbringen von sogenannten Nebelpunkten in Nebelzonen. Ein weiterer Ansatz besteht in farbigen Geschwindigkeitsrandlinien. Je nach zu wählender Geschwindigkeit werden hier Randlinien zum Beispiel grün (80 km/h), gelb (gelb = 60 km/h) oder rot (<60 km/h) ausgestaltet. Um Überholmanöver zu unterbinden, ist beispielsweise ein möglicher Ansatz, dass entlang der Mittellinie zusätzlich farbige Mittelmarkierungen quer zur Fahrbahn angebracht werden. Durch diese zusätzlichen Quermarkierungen in der

Fahrbahnmitte soll das Überholen verhindert und zusätzlich die Fahrbahn verschmälert werden, um zusätzlich eine Geschwindigkeitsreduktion zu provozieren. Weitere, insbesondere geschwindigkeitsreduzierende Ansätze finden sich im Bereich von quer zur Fahrbahn angebrachten Markierungen. Hierzu zählen sogenannte Chevron Bodenmarkierungen, die dem Fahrenden das Gefühl geben, schneller zu fahren oder Optical Speed Bars, die vermeintlich ebenfalls ein besseres Geschwindigkeitsgefühl vermitteln und zusätzlich als Entfernungsmassstab dienen und die Fahrbahnbreite optisch einengen.

- Aufmerksamkeit lenken. Neben Orientierung geben können Optical Speed Bars auch zur Lenkung der Aufmerksamkeit angebracht werden, in dem sie beispielsweise vor Kreuzungsstellen oder Ein- und Ausfahrtsbereiche angebracht werden. Ein weiterer Ansatz, um die Aufmerksamkeit zu lenken, sind Bodenbeschriftungen wie «LANGSAM» etc. vor Kreuzungen und Kurven. Eine Erhöhung der Aufmerksamkeit und Reduktion der Geschwindigkeit kann beispielsweise auch durch die Reduktion von zwei Fahrbahnen mit Mittellinienmarkierung auf eine Fahrbahn ohne Markierung erreicht werden. Hier gilt es jedoch zu beachten, dass die Vortrittsverhältnisse nicht a priori geklärt sind.
- Konfliktgegner erkennen. Ein bereits bekannter Ansatz besteht hier in farblich ausgefüllten Velospuren am Strassenrand, die mehr Sicherheit für die Velofahrenden bietet, indem ihre zu erwartende Position für alle Verkehrsteilnehmer klarer wird.
- Prägnanz erhöhen. Der Ansatz «farbiger Geschwindigkeitsrandlinien», bei dem je nach zu wählender Geschwindigkeit die Randlinien zum Beispiel grün (80 km/h), gelb (gelb = 60 km/h) oder rot (<60 km/h) ausgestaltet werden, trägt auch zur Erhöhung der Prägnanz bei.
- **Strassenausstattung – Signalisation.** Auch bei diesem Massnahmentyp bestehen zahlreiche SERFOR-Ansätze in diversen Varianten, die verschiedene Design-Regeln adressieren. Die Ansätze stellen insbesondere punktuell wirkende Ansätze dar. Im Bereich der Signalisation kann im Allgemeinen zwischen leitenden und warnenden Signalen unterschieden werden.
 - Orientierung geben. Zur Umsetzung dieser Design-Regel bestehen Ansätze wie leuchtende / adaptive Chevron Signs oder Lane Light Markers, die den Strassenverlauf besser erkenntlich machen sollen und insbesondere in Kurven zu Anwendung kommen. Auch zur besseren Erkennbarkeit des Strassenverlaufs sollen richtungsangegebende Schilder mit Darstellung der tatsächlichen Verkehrsführung beitragen. Ein weiterer Ansatz sind sogenannte Vehicle activated Signs, die zum Beispiel zur Geschwindigkeitsreduktion vor Knoten angebracht werden können. Eine «standardisierte Baustellenführung» umfasst ein Set an verkehrstechnischen Standard-Massnahmen basierend auf einer Verkehrslenkungsphilosophie, um Baustellenbereiche selbsterklärender und insbesondere die Linienführung erkenntlicher zu machen. Dieser Ansatz trägt auch der Design-Regel «Standardisierung fördern» Rechnung.
 - Aufmerksamkeit lenken. Hierzu bestehen insbesondere punktuell wirkende Ansätze wie adaptive Warnhinweise, beispielsweise zur Kennzeichnung von Querungsstellen oder adaptive Stauwarnsysteme und Falschfahrwarnsysteme sowie sogenannte Animal activated Signs. Letztere stellen tieraktivierte Systeme dar, die auf der Radar- oder Infrarot-Erfassung von Tieren in der Nähe der Fahrbahn basieren und die Beleuchtung eines digitalen Strassenschildes auslösen.
 - Konfliktgegner erkennen. Nebst der Lenkung der Aufmerksamkeit verbessernd die Ansätze «Adaptive Warnhinweise» und «Animal activated Signs» auch das Erkennen von Konfliktgegnern.
 - Prägnanz erhöhen. Die bereits oben ausgeführten Ansätze «Adaptive Warnhinweise», «Vehicle activated Signs» und «leuchtende / adaptive Chevron Signs in Kurven» erhöhen zusätzlich die Prägnanz. Ein weiterer Ansatz zur Erhöhung der Prägnanz stellen retroreflektierende, leuchtende oder adaptive Verkehrsschilder dar die sowohl auf der Strecke sowie auch bei Knoten und Querungsstellen punktuell eingesetzt werden können. Ein bekannter Ansatz stellt hier retroreflektierende Schilder im «Diamond Grade» dar.

- **Strassenseitenraumgestaltung.** Die Ansätze des Typs «Strassenseitenraumgestaltung» können insbesondere zur Verbesserung der Orientierung und vereinzelt zur Lenkung der Aufmerksamkeit oder Erhöhung der Prägnanz eingesetzt werden, wobei sie für alle Netzelemente prinzipiell zur Anwendung kommen können.
 - Orientierung geben. Bepflanzungen oder Böschungen geben Orientierung und helfen beim frühen Erkennen von Strassenelementen und fördern das Bewusstsein für die gefahrene Geschwindigkeit. Auch die bekannten Leitelemente/-einrichtungen wie Leitpfosten etc. geben eine optische Führung und Orientierung zum folgenden Strassenverlauf. Auf langen Geraden (in besiedeltem Gebiet) besteht ein Ansatz zur besseren Orientierung darin, Lärmschutzwände mit unterschiedlicher Einfärbung und Grösse der Elemente auszugestalten. Um in Kurven die Linienführung optisch stärker betonen zu können, können farbige Kurvenelemente, zum Beispiel abwechselnd gelb – orange, eingesetzt werden. Auf Tunnelstrecken kann Orientierung beispielsweise durch kontrastreiche Tunnelwände gegeben werden.
 - Orientierung geben und Prägnanz erhöhen: Kurvenmarkierung für Motorradfahrerinnen und -fahrer. Dabei werden entlang der Mittelleitlinie Hilfsmarkierungen in Form von Kreisen oder Balken angebracht. Die Markierungen weisen den Motorradfahrer darauf hin, dass eine Kurvenfahrt zu nah an der Mittellinie die Gefahr mit sich bringt, mit dem Kopf und Oberkörper auf die Gegenfahrbahn zu geraten.
 - Orientierung geben und Aufmerksamkeit lenken. Kontrastreiche oder mit einem Muster versehene Tunnelwände geben nicht nur Orientierung, sondern lenken auch die Aufmerksamkeit, indem sie Fixpunkte kreieren. Zu hohe Sichtweiten auf offenen Strecken führt zu weniger Aufmerksamkeit und in Kreuzungsbereichen zu zu hohen Annäherungsgeschwindigkeiten. Der Ansatz «Sichthindernis vor dem Einbiegen (Sichtschutz)» reduziert die Sichtweiten und lenkt damit die Aufmerksamkeit.

Der Design-Regel «Standardisierung fördern» kann insbesondere durch flächig wirkende Ansätze Rechnung getragen werden. Hierzu zählen beispielsweise die oben bereits erwähnten Ansätze wie «farbige Randlinienmarkierungen», «Bankette» oder «geschwindigkeitsabhängige Länge und Abstand der Mittellinienmarkierung. Punktuell wirkende Massnahmen wie Signalisationen wirken dieser Design-Regel eher entgegen.

Die FOR-Ansätze dienen der Umsetzung der Design-Regel «Passive Sicherheit erhöhen» und lassen sich in dieselben Massnahmentypen wie die SER-Ansätze gliedern, wobei sie vorwiegend den folgenden drei Massnahmentypen zuzuordnen sind.

- **Querschnitt:** Ausserörtliche Kernfahrbahnen (visuelle Einengung der Fahrbahn), die im Sinne von SER einen Beitrag zur erhöhten Aufmerksamkeit und Reduktion der Geschwindigkeit leisten, weil nur noch eine zentrale Fahrbahn vorhanden ist, weisen durchs Vermeiden von Überholvorgängen auch eine FOR-Wirkung auf.
- **Oberflächenbeschaffenheit der Strasse.** Die bereits unter den SER-Ansätzen genannten längs zur Fahrbahn eingebaute «Rüttelstreifen / Rumble Strips» weisen auch eine fehlerverzeihende Wirkung auf, indem sie einen Hinweis geben, wenn die Fahrbahn / -spur verlassen wird.
- **Strassenseitenraumgestaltung.** Als fehlerverzeihender Ansatz gilt die Hindernisbefreiung wie beispielsweise das Entfernen von Bepflanzungen im Seitenraum. Weitere bereits bekannte Ansätze sind das Vorsehen von Fahrzeugrückhaltesystemen – zusätzlich ausgestaltet mit einem Unterfahrschutz für Motorradfahrende oder Anpralldämpfer. Die Sicherstellung eines günstigen Kollisionsverhaltens von Hindernissen stellt einen weiteren Ansatz dar. Beispiele hierfür sind flexible Leitpfosten oder sogenannte Biker-Mates. Biker-Mates stellen eine modulare, energieabsorbierende Struktur dar, die an Strassenlampen, Schildern etc. angebracht werden. Ebenfalls ein fehlerverzeihender Ansatz stellen befestigte Bankette dar, indem sie das Wiedererlangen der Kontrolle beim Abweichen von der Fahrbahn erleichtern.

Eine vollständige Liste der identifizierten SERFOR-Ansätze befindet sich in der Excel-Tabelle «SERFOR-Ansätze» (vgl. separates Dokument).

6.4 Fazit

Wie im Kapitel «Abgrenzung» (Kapitel 1.3) festgehalten, bieten sich grundsätzlich zwei Möglichkeiten an, um Ausserortsstrassen selbsterklärender und fehlerverzeihender auszugestalten: über eine optimale Linienführung und einen optimalen Querschnitt im Rahmen der Projektierung von neu gebauten Strassen und über «korrigierende Ansätze» bei Bestandsstrassen. Sofern es die Rahmenbedingungen wie Platzverhältnisse, Wirtschaftlichkeit etc. zulassen, ist die Möglichkeit eines optimalen Querschnitts sowie einer optimalen Linienführung den korrigierenden Ansätzen vorzuziehen. Unter Berücksichtigung des umfangreich vorhandenen Bestandsnetzes in der Schweiz, wird gestützt aufs TP 1 im vorliegenden TP 3 jedoch auf die Korrekturmassnahmen bzw. -ansätze fokussiert. Die identifizierten SERFOR-Ansätze beinhalten dabei flächig wirkende Ansätze, welche die Selbsterklärung der Strasse durch stärkere Standardisierung bewirken sowie punktuell wirkende Ansätze, die an spezifischen Orten zusätzlich ergriffen werden. Wie das Kapitel 1 zeigt, konnten deutlich mehr SER- als FOR-Ansätze identifiziert werden, wobei diese anzahlmässig wiederum am stärksten beim Netzelement «Strecke (gerade)» zu verorten sind.

7 Überprüfung der praktischen Umsetzbarkeit und Relevanz der SERFOR-Ansätze

7.1 Einleitung

Die in Kapitel 6.3 erarbeiteten SERFOR-Ansätze wurden in einem nächsten Schritt bezüglich praktischer Umsetzbarkeit in der Schweiz beurteilt. Zur Beurteilung der praktischen Umsetzbarkeit wurden Experten eingeladen, eine Einschätzung abzugeben, ob und falls ja welche Art von Schwierigkeiten sie sehen, die erarbeiteten Ansätze in der Schweiz umzusetzen.

Die praktische Umsetzbarkeit wurde zudem im Bestandsnetz überprüft. Dazu wurden Unfallschwerpunkte, deren Infrastrukturen den aktuellen Normen entsprechen, die aber trotzdem Unfallschwerpunkte sind, vor Ort besichtigt. Mitglieder des Projektteams und Experten erörterten, mit welchen der Ansätze aus Kapitel 6.3 die Unfallschwerpunkte selbsterklärender und fehlerverzeihender gestaltet werden könnten.

Zur Einschätzung der Relevanz der Ansätze wurde zudem eine Analyse des Unfallgeschehens durchgeführt. Erkenntnisse daraus sind in den Faktenblättern im Anhang IV aufgeführt.

7.2 Methodik

7.2.1 Praktische Umsetzbarkeit

Um die Umsetzbarkeit in der Schweiz zu prüfen, wurden sechs Experten gebeten, in einem schriftlichen Verfahren die Umsetzbarkeit jedes Ansatzes zu prüfen und zu kommentieren. Als Experten konnten folgende Personen gewonnen werden:

- Wernher Brucks, Dienstabteilung Verkehr, Stadt Zürich
- Benedikt Eberle, Tiefbauamt, Kanton Thurgau
- Patrick Eberling, Beratungsstelle für Unfallverhütung
- Christian Kamenik, Bundesamt für Strassen
- Hagen Schüller, PTV Transport Consult GmbH
- Stevan Skeledzic, Tiefbauamt, Kanton Zürich

Jeder Experte beurteilte jeden Ansatz bezüglich Umsetzbarkeit. Dazu wurde eine Exceltafel mit einer Übersicht aller Ansätze versandt. Die Experten wurden gebeten, die Frage «Sehen Sie bei der Umsetzung Schwierigkeiten? Falls ja, welche Art von Schwierigkeiten?» zu beantworten, indem sie eine der folgenden Antworten auswählten:

- nein
- ja, juristisch/regulativ
- ja, technisch
- ja, politisch/Akzeptanz
- ja, finanziell
- ja, andere

Weiter wurden die Experten gebeten, in einer zweiten Spalte einen Kommentar zu verfassen insbesondere bei nicht eindeutiger Bewertung oder zur Präzisierung der Bewertung bzw. bestehenden Schwierigkeiten bei der Umsetzung. Der Tiefgang der Antworten wurde damit gelenkt, dass eine zeitliche Vorgabe im Sinne einer Empfehlung gemacht wurde. Das Beurteilen der 48 SERFOR-Ansätze sollte, nachdem die Ansätze vorgängig den Expertinnen und Experten zugestellt wurden, mit einem Zeitaufwand von rund einer Stunde erledigt werden. Ergänzend zu den Einschätzungen der Expertinnen und Experten wurde

die Frage nach der juristischen Umsetzbarkeit durch einen Spezialisten des ASTRA beurteilt.

Die Expertinnen und Experten wurden weiter gebeten, aus ihrer Sicht fehlende SER- oder FOR-Ansätze in der Tabelle zu ergänzen.

Die Resultate dieser Einzelarbeiten wurden in einem virtuell durchgeführten Workshop vorgestellt und diskutiert. Dabei kristallisierten sich gewisse allgemein gültige Hürden bei der Umsetzung heraus. Das Ziel dieses Teils des Workshops war, die prioritäre Hürde bei der Umsetzung der SERFOR-Ansätze 6.3 pro Ansatz zu identifizieren.

Die praktische Umsetzbarkeit im Bestandsnetz wurde anhand von fünf konkreten Stellen, die vor Ort mit Experten diskutiert wurden, geprüft. Für diese Begehungen wurden die Unfallhäufungsstellen im Ausserortsbereich im Kanton Zürich als Grundlage verwendet. Vier Unfallschwerpunkte und ein Kreisel wurden aufgrund der Anzahl Unfälle und Aufgrund der örtlichen Situation (gerade Strecke, Art des Knoten, etc.) in der engeren Auswahl genauer untersucht. Dabei wurden die Unfälle an den fünf Unfallhäufungsstellen im Detail analysiert. Das Ziel war, Muster im Unfallgeschehen zu erkennen, um daraus abzuschätzen, ob SER- oder FOR-Ansätze einen positiven Einfluss auf das Unfallgeschehen haben könnten. An den Begehungen waren vom Projektteam Christian Willi, EBP, Markus Deublein, BFU, Katrin Fischer, FHNW und Bettina Zahnd, EBP anwesend. Als Experten begleiteten Patrick Eberling, bfu und Sandro Ineichen, Kapo Zürich.

7.2.2 Relevanz

Die Relevanz der einzelnen SER- oder FOR-Ansätze im Bestandsnetz wird basierend auf dem Unfallgeschehen in den Jahren 2016-2020 vorgenommen. Aufgrund der Häufigkeit der relevanten Unfälle pro SER- oder FOR-Ansatz wird eine Aussage zur Relevanz des Ansatzes auf Schweizer Strassen hergeleitet. So ist zum Beispiel wegen der Häufigkeit von Unfällen aufgrund von zu hoher Geschwindigkeit davon auszugehen, dass es viele Situationen im Bestandsnetz gibt, bei denen ein SER-Ansatz, welcher dazu führt, dass die Verkehrsteilnehmenden ihre Geschwindigkeit anpassen, angewandt werden könnte. Ein solcher SER-Ansatz wäre demnach für das Bestandsnetz relevant, weil er an vielen Stellen angewandt werden könnte, um Unfälle aufgrund von zu hoher Geschwindigkeit zu vermeiden. Durch die grosse Anzahl der Unfälle und der grossen Anzahl an Stellen, an denen solche Unfälle geschehen, hat dieser Ansatz also ein hohes Potential, an vielen Stellen seine Wirkung zu entfalten.

Für die Analyse des Unfallgeschehens stehen die polizeilich registrierten Unfälle ausserorts der Jahre 2016 bis 2020 zur Verfügung. Anhand der Unfallzahlen in diesen fünf Jahren wird die Anzahl relevanter Unfälle nach Hauptverursacher ausgewertet. Je nach SER- oder FOR-Ansatz werden die Unfälle gefiltert (z.B. nur Unfälle in Kurven oder im Bereich von Baustellen) und dann nach Unfallursache oder Unfallursachengruppe oder nach Unfalltyp oder Unfalltypengruppe oder einer Kombination von Ursachen und Typen ausgewertet. Die für die Abschätzung der Relevanz verwendeten Auswertekriterien werden pro SER- und FOR-Ansatz beschrieben.

7.3 Resultate

7.3.1 Beurteilung der SER- und FOR-Ansätze durch Experten

Die juristische Abklärung des Fachexperten des ASTRA ergab, dass 14 Ansätze nach heutiger Gesetzeslage unzulässig sind. Es betrifft insbesondere fotolumineszierende und leuchtende Markierungen oder Signale, optische 3D-Markierungen, zu breite Markierungen, geänderte Längen und Abstände von Markierungen oder Markierungen, die aktuell nicht vorgesehen sind. Weitere neun Ansätze wurden als «bedingt zulässig» beurteilt, da sie exakt in der beschriebenen Form nicht zulässig wären, die Schweizer Normen aber einen ähnlichen Ansatz vorsieht. In der Expertendiskussion im Workshop wurde die Zulässigkeit des Ansatzes nicht stark gewichtet, da davon ausgegangen wird, dass Normen angepasst werden können, wenn sich ein Ansatz als besonders wirksam erweist.

Von den 48 durch Experten beurteilten SERFOR-Ansätzen wurden elf als direkt umsetzbar beurteilt. Für die 37 verbleibenden Ansätze waren die Rückmeldungen uneinheitlich. Bei einzelnen Ansätzen sehen die Experten insbesondere politische oder finanzielle Hürden oder Akzeptanzprobleme. Alle Ansätze wurden diskutiert. Die wichtigsten Erkenntnisse aus der Diskussion sind:

- Die Experten sind sich einig, dass für mehrere SERFOR-Ansätze, die juristischen Voraussetzungen heute nicht gegeben sind, um diese umzusetzen. Die juristische Einschätzung des ASTRA zur Umsetzbarkeit der Ansätze sowie die Experteneinschätzungen geben einen guten Überblick, bei welchen Ansätzen dies der Fall ist. Insgesamt wurden 16 Ansätze in der aktuellen Gesetzeslage als nicht zulässig beurteilt, neun als bedingt zulässig und 23 Ansätze als zulässig. Bei der Beurteilung der Umsetzbarkeit soll die juristische Umsetzbarkeit vorderhand jedoch nicht zu stark gewichtet werden, da Normen angepasst werden können.
- Kaum umsetzbar innerhalb der kleinräumlichen Strukturen der Schweiz scheinen Ansätze, die Lärmbelastungen verursachen. Diese scheinen höchstens umsetzbar, wenn sich innerhalb von 500 bis 800 m keine Wohnhäuser befinden. Hierzu zählen Ansätze wie «Anrauhung des Belags (Nr. 3)» oder «transversale Rüttelstreifen (Nr. 5)».
- Markierungen, insbesondere linienhafte (und weniger punkthafte), sind im Vergleich kostengünstige Ansätze, auch wenn die Unterhaltskosten (Winter) nicht zu vernachlässigen sind.
- Zu unterscheiden gilt es zwischen flächig wirkenden Ansätzen, welche die Selbsterklärung der Strasse durch stärkere Standardisierung bewirken und punktuell wirkenden Ansätzen, die an spezifischen Orten zusätzlich ergriffen werden. Prioritär sind Ansätze, die flächig wirken und damit stärker die Standardisierung fördern. Punktuell wirkende Ansätze wie Schilder dienen der «Fehlerkompensation» von «unklarer» Linienführung und sollen nur gezielt bei Strassen im Bestand umgesetzt werden, wenn keine flächig wirkenden Ansätze möglich sind oder die spezifische Situation zusätzlich punktuell wirkende Ansätze erfordert.
- Ansätze, die das Landschaftsbild stark verändern, sind generell schwieriger umzusetzen. Dazu gehören insbesondere Ansätze der Strassenseitenraumgestaltung wie z.B. «Leiteinrichtungen» (Nr.32), insbesondere wenn hohe Leitpfosten vorgesehen sind, oder «Mittelleitschwellen mit Baken» (Nr. 46).

Zu den flächig wirkenden Ansätzen zählen beispielsweise:

- «Transversale Markierungen der Mittellinie / Überbreite Mittellinienmarkierung (Nr. 20 und 21)»: Hier dürfte Nr. 20 durch die mittigen Querbalken einen grösseren Effekt als Nr. 21 mit durchgehender Linie bzw. Fläche aufweisen.
- «Höchstgeschwindigkeitsabhängige Mittellinienmarkierung (Nr. 22)»: Die Umsetzungszeit wäre kurz- bis mittelfristig, weil Linien – und das gilt generell für Linien – häufig nachgezogen werden müssen. Auch wenn FahrerInnen diese nicht explizit wahrnehmen könnten, würde der Ansatz implizit zur Selbsterklärung beitragen und dadurch einen Effekt aufweisen.
- «farbige Geschwindigkeits-Randlinien (Nr. 41)»: wirksame Ansätze, die weiterverfolgt werden sollten.
- «Befestigte Bankette (Nr. 37)»: wirksame Ansätze, die weiterverfolgt werden sollten.
- «Nebelpunkte (Nr. 25)»: ein spannender und wirksamer Ansatz, wie das Beispiel der Autobahnen in Italien zeigt.

Zu den punktuell wirkenden Ansätzen gehören beispielsweise:

- «Optische Kurvenelemente (Nr. 40)»: potenziell wirksame Ansätze, die es punktuell zu prüfen gäbe.
- «Realitätsnahe Strassenschilder (Nr. 15)»: Der Kanton Aargau setzt beispielsweise konsequent solche als «Vorwegweiser» um, der Kanton Zürich nicht. Es scheint, dass Vorwegweiser das Verhalten beeinflussen können – dies wäre interessant, mal zu untersuchen.
- der «Staudetektor und -warner (Nr. 11)», der z.B. im Kanton Zürich auch bei Ausserortsstrassen und nicht nur bei Autobahnen interessant sein könnte.

7.3.2 Begehungen der fünf Unfallhäufungsstellen im Ausserortsbereich im Kanton Zürich

Die praktische Umsetzbarkeit identifizierter SERFOR-Ansätze wurde an fünf Unfallhäufungsstellen vor Ort geprüft. Dabei wurde auch beurteilt, welche SERFOR-Ansätze an der entsprechenden Stelle zur Anwendung kommen könnte. Es wurde jedoch nicht im Detail geprüft, ob die genannten SERFOR-Ansätze die Sicherheitsdefizite lokal tatsächlich beheben würden. Das Ziel der Begehungen war es, die Berücksichtigung der Design-Regeln und SERFOR-Ansätze an konkreten Beispielen greifbarer zu machen. Die fünf begangenen Unfallhäufungsstellen sind:

- Alte Winterthurerstrasse, Dietlikon
- Badener-Landstrasse, Will ZH
- Kreisel Oetwil an der Limmat
- Schlieren – Uitikon (zwei Unfallschwerpunkte)

Alte Winterthurerstrasse

Abbildung 4: Blickrichtung Bassersdorf
Loorenstrasse mit Stopp-Markierung
«Erlenholzstrasse».



An der Kreuzung alte Winterthurerstrasse – Erlenholzstrasse/Loorenstrasse wurden in den vergangenen drei Jahren 29 Unfälle registriert. Mehrheitlich kollidierten Personenwagen beim Abbiegen oder Einbiegen. Die Kreuzung ist nicht symmetrisch angeordnet, was die Komplexität erhöht. Das Verkehrsaufkommen auf der alten Winterthurerstrasse ist zu Stosszeiten sehr hoch. Eine Kuppe verdeckt die Sicht in Richtung Wallisellen. Ein Kreiselprojekt wurde aus Platzgründen abgelehnt. Die in den letzten Jahren getroffenen Massnahmen umfassen Inseln und eine Geschwindigkeitslimite von 60 km/h. Die Normen wurden bei der Breite der Inseln und bei der Grösse der Signalisation auf der Mittelinsel nicht eingehalten. Ergänzend zu den bereits umgesetzten Massnahmen könnte mit Randlinien die Orientierung optimiert werden (Design Regel A) Orientierung geben), Aufmerksamkeit besser gelenkt werden mit einer breiteren STOPP-Markierung (Design Regel B) Aufmerksamkeit lenken) und die Standardisierung gefördert werden, indem die Kreuzung symmetrisch angelegt wird oder die beiden einbiegenden Strassen deutlich versetzt werden (Design Regel C) Standardisierung fördern).

*Badener-Landstrasse, Wil ZH***Abbildung 5:** Sichtschutz entlang Rüdlingerstrasse

An der Kreuzung Badener-Landstrasse – Rüdlingerstrasse wurden in den Jahren 2018 – 2020 13 Unfälle registriert. Mehrheitlich waren Personenwagen und wenige Lastwagen involviert. Das Unfallgeschehen ist heterogen mit Kreuzungsunfällen und Auffahrunfällen als dominante Unfalltypen. Die Fahrzeuge auf der Badener-Landstrasse fahren mit hohen Geschwindigkeiten. Einbiegende Fahrzeuge schätzen eventuell die Geschwindigkeit zu tief ein. Von der Rüdlingerstrasse biegen zudem viele Lastwagen ein. Je nachdem, aus welcher Richtung man kommt, scheinen die Sichtweiten eher gering oder zu gut. Da der Knoten Unfallschwerpunkt Nr. 1 im Kanton Zürich war, wurde die Sichtweite, für die von der Rüdlingerstrasse herkommenden Fahrzeuge absichtlich verringert. Diese Massnahme führt dazu, dass die Signalisation «kein Vortritt» besser beachtet wurde und weniger Unfälle dieses Typs registriert wurden. Ein Kreisel wurde aus Kostengründen abgelehnt und ein Wiedereinführen des STOPP-Signals von Norden herkommend ist keine Option. Mögliche ergänzende Ansätze zu den bereits umgesetzten sind Randleitlinien auf der Badener Landstrasse (Design Regel A) Orientierung geben), Sichtweiten verbessern, indem Büsche entfernt werden, Transversale Rumble Strips oder transversale Markierungen (Design Regel D) Konfliktgegner erkennen).

*Kreisel bei Oetwil an der Limmat***Abbildung 6:** Veloeinfahrt

Der Kreisel wurde nicht aufgrund des Unfallgeschehens für die Begehung gewählt, sondern weil er zwar ausserorts liegt, an zwei der vier Ausfahrten jedoch nach einigen Metern die Gemeinde Oetwil an der Limmat beginnt. Der Kreisel kann somit als Übergang zwischen ausserorts und innerorts betrachtet werden und stellt somit ein Portal dar. Der Kreisel weist ein Gefälle auf, was gemäss VeSPA [11], [12] zu mehr Velounfällen führen kann. Die Norm ist bei der Signalisation und bei der Einfahrt des Veloweges in den Kreisel nicht eingehalten. Weitere SERFOR-Ansätze werden keine erkannt.

Zwei Unfallschwerpunkte Uitikonstrasse

Abbildung 7: Nördliche Kurve
Blickrichtung Schlieren/Nord



Auf der Uitikonstrasse zwischen Schlieren und Uitikon werden zwei Unfallschwerpunkte in zwei, aufeinanderfolgenden Kurven identifiziert. In beiden Kurven wurden in den Jahren 2018 – 2020 total 23 Unfälle registriert. Beteiligt waren vor allem Personenwagen, wenige Motorräder und Lieferwagen. Das Hauptmuster sind Selbst- und Schleuderunfälle. Die Hauptursache ist nicht angepasste Geschwindigkeit. Neben der Griffigkeit der Fahrbahn, die überprüft werden könnte und der Herausforderung im Herbst, wenn Laub auf der Fahrbahn liegt, könnten Leitpfosten verdichtet werden, allenfalls Leitlinien und Leitpfosten farblich abgehoben werden, die Leitlinien breiter gewählt werden oder die Kurvenpfeile optimiert werden (Design Regel A) Orientierung geben). Zusätzlich könnten Markierungen auf den kommenden Gefahrenabschnitt hinweisen oder transversale Rüttelstreifen angebracht werden (Design Regel B) Aufmerksamkeit lenken).

Die ausführlichen und detaillierten Beschreibungen der Begehungen sind in Anhang II aufgeführt.

7.3.3 Potenzialabschätzung zur Beurteilung der Relevanz

Neben den einzelnen Unfallhäufungsstellen im Bestandsnetz wurden zur Abschätzung der Relevanz der einzelnen SER- oder FOR-Ansätze die Unfalldaten der Jahre 2016 – 2020 in der Schweiz herangezogen. Die gemäss der Analyse des Unfallgeschehens relevantesten SER- und FOR-Ansätze sind diejenigen, die geeignet sind, die häufigen Selbst- und Schleuderunfälle und deren Auswirkungen beim Abkommen von der Fahrbahn (Anprall mit Hindernis ausserhalb der Fahrbahn) und allenfalls zusätzlich Frontalkollisionen zu verhindern. Aufgrund des Unfallgeschehens wird davon ausgegangen, dass diese Ansätze ein hohes Potential haben, an vielen Stellen eingesetzt zu werden und dadurch viele Unfälle zu verhindern oder die Unfallfolgen zu mindern.

Die Resultate der Unfallanalyse sind in den Faktenblättern im Anhang V unter «Relevanz» zu jedem der priorisierten SER- und FOR-Ansätze festgehalten. In einer Prozentzahl wird angegeben, bei welchem Anteil der Unfälle der SER- oder FOR-Ansatz relevant sein könnte. Dieses Potential wird abgeschätzt, indem die Unfälle auf Haupt- und Nebenstrassen nach zuvor bestimmten und in der Übersicht der SERFOR-Ansätze (vgl. separates Excel-Dokument «SERFOR-Ansätze») pro SER- oder FOR-Ansatz festgehaltenen Kriterien analysiert wurden. In einem erklärenden Satz werden die Filter- bzw. Auswertekriterien ausgeführt und der Anteil der relevanten Unfälle hergeleitet.

Eine hohe Relevanz weisen zum Beispiel folgende Ansätze auf:

- «Rüttelstreifen mittig» (Nr. 6)
- «Transversale Markierungen der Mittellinie» (Nr. 20)
- «Überbreite Mittellinienmarkierung» (Nr. 21)

Ebenfalls relevant für den Schweizer Strassenverkehr mit mittlerem Potential, Unfälle zu verhindern, sind:

- «Sinus-Schwellen («Kobi»-Schwelle)» (Nr. 4)

- «Rüttelstreifen zur äusseren Fahrbahnabgrenzung» (Nr. 7)
- «Transversale Markierungen der Fahrbahn-Randlinien» (Nr. 26)
- «Bepflanzung Seitenraum» (Nr. 30)
- «Entfernung Bepflanzung Seitenraum» (Nr. 31)
- «Leiteinrichtungen» (Nr. 32)
- «Befestigte Bankette» (Nr. 37)
- «Optische Kurvenelemente» (Nr. 40)
- «Farbige Geschwindigkeits-Randlinien» (Nr. 41)

Weniger relevant sind SERFOR-Ansätze, welche spezifisch auf ein Problem optimiert sind. An einem entsprechenden Unfallschwerpunkt, zum Beispiel ein Schwerpunkt mit einer Dominanz von Motorradunfällen, kann ein SER- oder FOR-Ansatz mit geringer Relevanz trotzdem eine hohe Wirksamkeit zeigen. Unfälle mit weniger Relevanz im Bestandsnetz sind zum Beispiel:

- «Mittel-, Trenn- und Leitinsel» (Nr. 1)
- «Staudetektor und -warner» (Nr. 11)
- «Reflektorfolien für Verkehrsschilder» (Nr. 13)
- «Standardisierung Baustellenführung» (Nr. 18)
- «Kernfahrbahn ausserorts» (Nr. 23)
- «Reduktion Sichtweiten» (Nr. 38)
- «Kurvenmarkierung für Motorradfahrer» (Nr. 44)
- «Rumble Strips / Rüttelstreifen quer vor engen Kurven (Motorradstrecken)» (Nr. 45).

7.4 Fazit

Die praktische Umsetzbarkeit der SERFOR-Ansätze wurde zum einen durch Experten bewertet und zum andern vor Ort überprüft.

Die Expertenbewertungen der Ansätze und die nachfolgende Diskussion dazu ergaben, dass die Ansätze zu einem grossen Teil umsetzbar sind oder mit Anpassungen der geltenden Regelwerke umsetzbar werden. Es werden keine Ansätze aufgrund der Bewertung der Umsetzbarkeit in der Schweiz durch die Experten für die weitere Diskussion ausgeschlossen.

Die Begehungen vor Ort zeigten auf, dass Unfallschwerpunkte, deren Infrastruktur nach aktueller Norm gestaltet ist, Potential aufweisen, mit SER- oder FOR-Ansätzen optimiert zu werden.

Die Relevanz der SERFOR-Ansätze wird basierend auf der Unfallstatistik der Ausserortsunfälle in den Jahren 2016 – 2020 abgeschätzt. Es zeigt sich, dass vor allem SERFOR-Ansätze, welche dazu geeignet sind, Schleuder- und Selbstunfälle zu verhindern, eine hohe Relevanz aufweisen, also ein grosses Potential haben, an vielen Orten eingesetzt zu werden und damit einen grossen Teil der Unfälle zu verhindern. Über die Wirksamkeit eines einzelnen SERFOR-Ansatzes sagt die Relevanz nichts aus.

8 Priorisierung der SERFOR-Ansätze nach Wirksamkeit und Innovation

8.1 Einleitung

Die aus Kapitel 6.3 für in der Schweiz umsetzbar erachteten SERFOR-Ansätze wurden im Rahmen eines Expertenworkshops hinsichtlich ihres Wirkungspotenzials und ihres Innovationscharakters diskutiert, bewertet und schliesslich priorisiert.

8.2 Methodik

Am 09. März 2021 wurde ein (aufgrund der Covid-Pandemie) virtueller Expertenworkshop durchgeführt. Die Teilnehmenden Experten waren:

- Wernher Brucks, Dienstabteilung Verkehr Zürich, Präsident Begleitkommission Forschungspaket SERFOR
- Benedikt Eberle, Stv. Kantonsingenieur Kanton Thurgau
- Patrick Eberling, Leiter Verkehrstechnik BFU
- Christian Kamenik, Leiter Analysen ASTRA
- Stevan Skeledzic, Leiter Fachstelle Sicherheit, Tiefbauamt Kanton Zürich
- Hagen Schüller, Teilprojektleiter SERFOR-TP1, PTV Transport Consult GmbH

Ausgehend von den Design-Regeln aus AS1 und basierend auf den Erfahrungen des Projektteams sowie einer ausführlichen Literaturrecherche wurden SER- und FOR-Ansätze für Ausserortsstrassen identifiziert und anschliessend zu 48 Massnahmenansätzen konsolidiert. Parallel dazu wurden diese Massnahmenansätze mit den im AS2 ausgewählten und aus Sicht SERFOR relevanten Schweizer Normen abgeglichen. Im Rahmen der Interviews wurde die Relevanz einzelner Massnahmen und vor allem die Möglichkeiten, diese in die Normierungsarbeiten in die Schweiz einfließen zu lassen, diskutiert.

Vorgängig zu dem hier beschriebenen Workshop wurde die Auslegeordnung der Massnahmenansätze hinsichtlich ihrer generellen Umsetzbarkeit in der Schweiz geprüft (siehe Kapitel 1).

Es wurde in zwei getrennten Gruppen auf der interaktiven Austauschplattform Miro² diskutiert, welche der SER- und FOR-Massnahmenansätze die innovativsten und mutmasslich wirksamsten sind – unabhängig von deren Umsetzbarkeit. Unter Wirksamkeit wurde dabei der Grad der erwarteten Wirkung eines Ansatzes verstanden, an einer bestimmten Stelle im Strassennetz die Anzahl Unfälle zu reduzieren und/oder die Unfallfolgen zu mindern.

Jeder Experte wählte die aus seiner Sicht wirksamsten und innovativsten Ansätze aus, um sie in einer Grafik mit x-Achse Wirksamkeit und y-Achse Innovation zu platzieren. Die Abstufung bei Innovation und Wirksamkeit wurde folglich nur für diejenigen SERFOR-Ansätze vorgenommen, die bereits als innovativ und wirksam gelten. Entsprechend bilden die X und Y-Achsen der Grafiken den positiven Teil der jeweiligen Achse ab. In der anschliessenden Diskussion wurden die Ersteinschätzungen der sechs Experten im Plenum anhand der zwei grafischen Darstellungen aus den Gruppenräumen diskutiert. Das Projektteam hat auf Basis der Experteneinschätzung und der anschliessenden Diskussion die Einschätzung der Experten zu einer grafischen Darstellung (Miro-Board) konsolidiert und die wichtigsten Erkenntnisse festgehalten.

2 Online-Tool zur Prozessunterstützung, www.miro.com.

8.3 Resultate

Die Resultate aus dem Priorisierungsworkshop der beiden Gruppen sind in Abbildung 8 und Abbildung 9 konsolidiert, grafisch dargestellt. Die Grafik zeigt die positiven Anteile der Achse Innovation und Wirksamkeit. Die Zahl auf den jeweiligen «Post-It»-Zettel bezieht sich auf die Nummer des SERFOR-Ansatzes. Die Teilnehmer der beiden Gruppen bewerteten die SERFOR-Ansätze durchaus unterschiedlich. Diese Unterschiede sind den unterschiedlichen Perspektiven der Teilnehmer geschuldet und durchaus erwünscht, sollten doch möglichst viele Sichtweisen und Aspekte bei der Bewertung der Ansätze berücksichtigt werden.

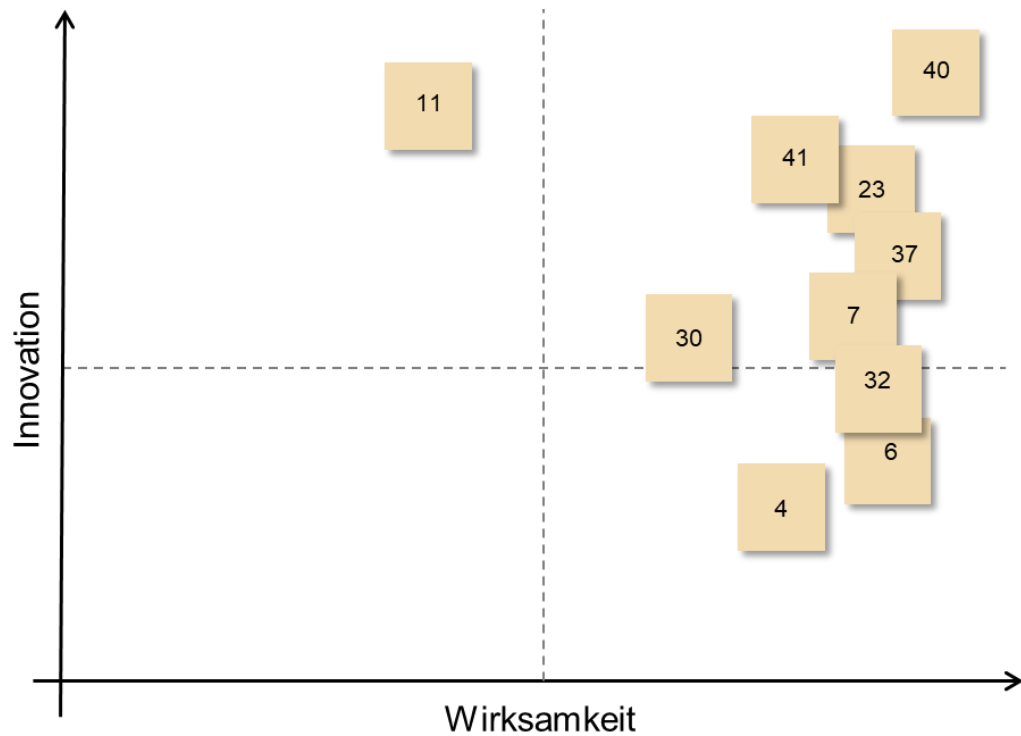


Abbildung 8: Ergebnis aus dem Priorisierungsworkshop, Gruppe 1.

Legende: 4 Sinus-Schwellen, 6 Rüttelstreifen mittig, 7 Rüttelstreifen zur äusseren Fahrbahnabgrenzung, 11 Staudetektor und -warner, 23 Kernfahrbahn ausserorts, 30 Bepflanzung Seitenraum, 32 Leiteinrichtungen, 37 Befestigte Bankette, 40 Optische Kurvenelemente, 41 Farbige Geschwindigkeitsrandlinien. Details siehe Anhang V.

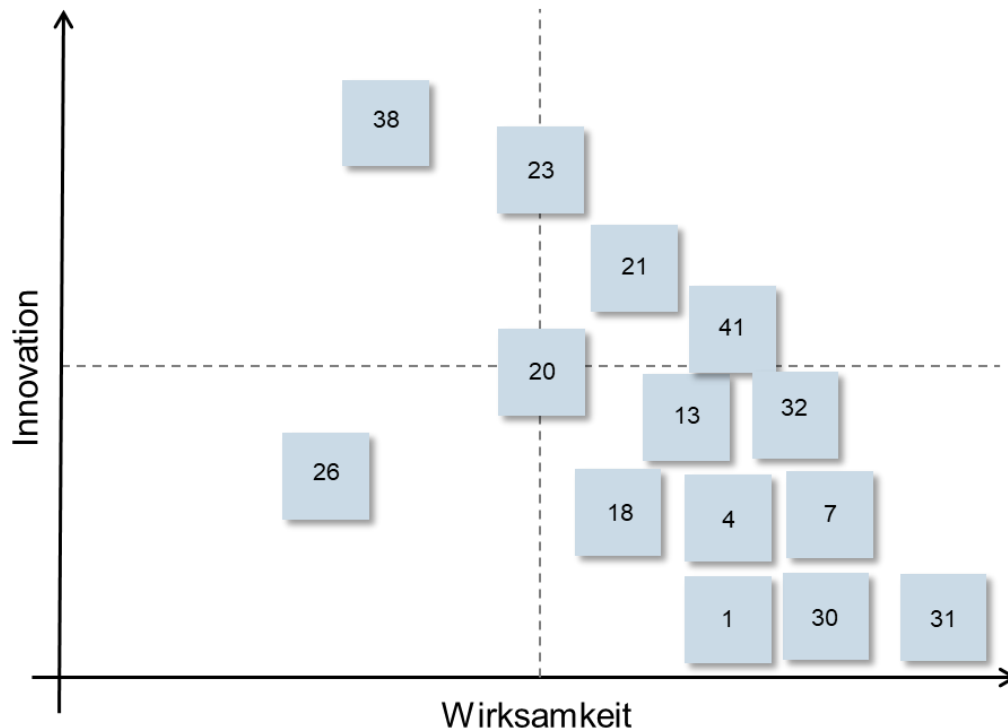


Abbildung 9: Ergebnis aus dem Priorisierungsworkshop, Gruppe 2.

Legende: 1 Mittel-, Trenn- und Leitinsel, 4 Sinus-Schwellen, 7 Rüttelstreifen zur äusseren Fahrbahnabgrenzung, 13 Reflektorfolien für Verkehrsschilder, 18 Standardisierung Baustellenführung, 20 Transversale Markierungen der Mittelleitlinie, 21 überbreite Mittelleitlinienmarkierung, 23 Kernfahrbahn ausserorts, 26 transversale Markierungen der Fahrbahn-Randlinien, 30 Bepflanzung Seitenraum, 31 Entfernung Bepflanzung Seitenraum, 32 Leiteinrichtungen, 38 Reduktion Sichtweiten, 41 Markierungen längs – Fahrbahnrand. Details siehe Anhang V.

Abbildung 10 zeigt die nach der Diskussion im Plenum mit allen sechs Experten durch das Projektteam erstellte, konsolidierte grafische Darstellung der Ergebnisse des Priorisierungsworkshops. Zusätzlich zu den 18 in den beiden Gruppen priorisierten Ansätze wurden in der Diskussion zwei Ansätze spezifisch für Motorradfahrer und Motorradfahrerinnen ergänzt (Kurvenmarkierung für Motorradfahrer und Motorradfahrerinnen (Nr. 44) und Rüttelstreifen quer vor engen Kurven (Nr. 45). Total wurden 20 SERFOR-Ansätze als innovativ und wirksam beurteilt.

In den Faktenblätter in Anhang V werden die Einschätzungen der Experten bezüglich Wirksamkeit und Innovation der SERFOR-Ansätze in Form je eines Tachos dargestellt. Da ausschliesslich wirksame und innovative SERFOR-Ansätze weiterverfolgt werden, zeigt die Tacho-Nadel in keinem Fall auf Rot. Orange bedeutet, dass die Wirksamkeit oder Innovation im untersten Viertel angesiedelt wurde, Dunkelgrün entsprechend, wenn die Wirksamkeit oder Innovation im obersten Viertel angesiedelt werden.

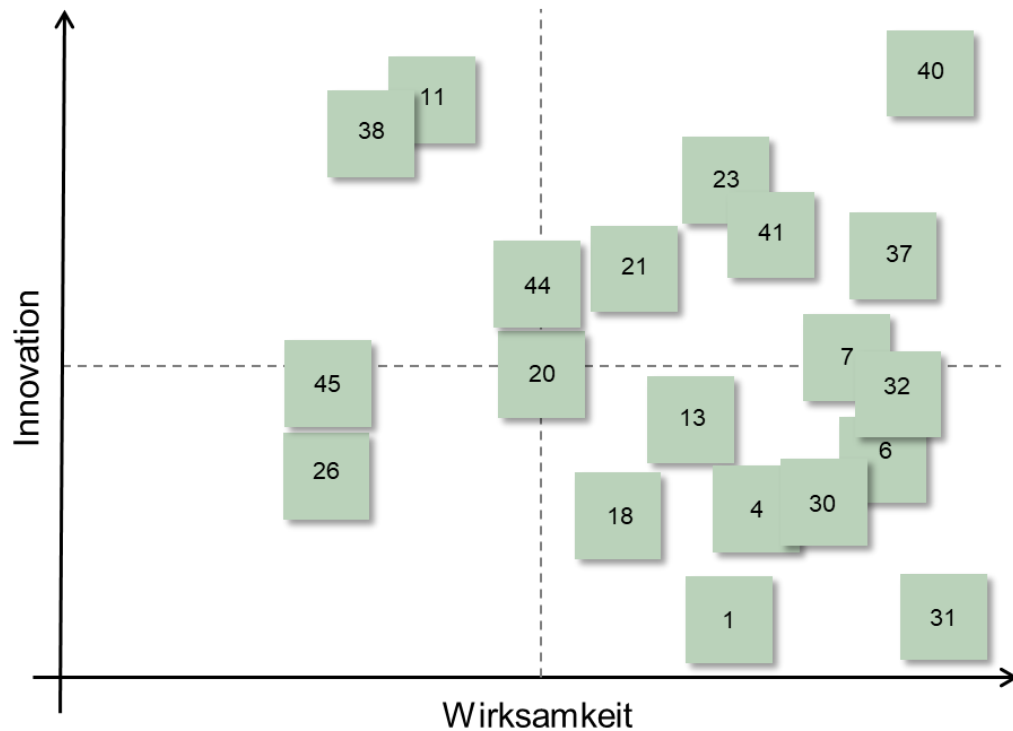


Abbildung 10: Durch das Projektteam konsolidiertes Ergebnis des Expertenworkshops. Die Zahlen beziehen sich auf die Nummer des SERFOR-Ansatzes.

Legende: 1 Mittel-, Trenn- und Leitinsel, 4 Sinus-Schwellen, 6 Rüttelstreifen mittig, 7 Rüttelstreifen zur äusseren Fahrbahnabgrenzung, 11 Staudetektor und -warner, 13 Reflektorfolien für Verkehrsschilder, 18 Standardisierung Baustellenführung, 20 Transversale Markierungen der Mittelleitlinie, 21 überbreite Mittellinienmarkierung, 23 Kernfahrbahn ausserorts, 26 transversale Markierungen der Fahrbahn-Randlinien, 30 Bepflanzung Seitenraum, 31 Entfernung Bepflanzung Seitenraum, 32 Leiteinrichtungen, 37 Befestigte Bankette, 38 Reduktion Sichtweiten, 40 Optische Kurvenelemente, 41 Markierungen längs – Fahrbahnrand, 44 Kurvenmarkierung für Motorradfahrer, 45 Rüttelstreifen quer vor engen Kurven. Details siehe Anhang V.

Auf einer übergeordneten Ebene wurden die folgenden Erkenntnisse gewonnen:

- Bei praktisch allen Massnahmen können mit der Zeit Gewöhnungseffekte entstehen, welche die Wirkung der Massnahmen im Verlauf der Zeit wieder reduzieren können. Das ist ein bekanntes Phänomen, das kaum zu lösen, bei der Abschätzung der Wirksamkeit einer Massnahme aber mitzubetrachten ist.
- Bei der Beurteilung «innovativ und wirksam» gilt es zwischen «Strassen im Bestand» und «Neubau» zu unterscheiden. Diese Differenzierung wird im weiteren Projektverlauf fortgesetzt und ist wichtig zur zeitlichen Einordnung von Massnahmenansätzen.
- Bei der Betrachtung von manchen Massnahmen scheint es eine gewisse negative Korrelation zwischen innovativ und wirksam zu geben: Je wirksamer die Massnahme, desto weniger innovativ wurde sie beurteilt. Die Erklärung dürfte darin liegen, dass wirksame Massnahmen sich nicht selten bereits etabliert haben und deswegen nicht mehr als innovativ gelten. Sekundär könnte eine weitere Erklärung sein, dass je innovativer eine Massnahme ist, deren Wirkung auch umso schwieriger abschätzbar ist.
- Von den insgesamt 48 diskutierten Massnahmen wurden 20 als besonders innovativ und/oder wirksam beurteilt.

- Einige der diskutierten Massnahmen lassen sich gut kombinieren. Dazu zählen beispielsweise die Reduktion von Fahrspuren von 2 auf 1 und wieder auf 2, Bankett mit Einfärbung, breite und ggf. farbige Randlinienmarkierungen und Rumble Strips.
- Andere Massnahmen können auch eine gegensätzliche Wirkung entfalten. Zum Beispiel kann man im Sinne eines SER-Ansatzes den Seitenraum einer Strasse bepflanzen, um ein differenzierteres Geschwindigkeitsgefühl zu vermitteln, aus Sicht eines FOR-Ansatzes wäre es hingegen empfehlenswert, Bepflanzungen im Seitenraum einer Strasse zu entfernen.
- In die Fahrbahn eingebaute Schutzinseln können ausserorts zu schweren Unfällen führen. Wenn solche Schutzinseln auf Ausserortsstrassen vorgesehen werden, müssten diese beleuchtet werden. Dies ist jedoch nicht immer möglich.
- Der Ansatz eines «schüttelnden Belags» weist Parallelen zur in der Schweiz bekannten sogenannten «Bigler-Welle» oder «Kobi-Schwelle» auf und wird oftmals an Eingangstoren von 30er-Zonen eingebaut.
- Ein wichtiger Ansatz ist die Standardisierung von Baustellenführungen. Dieser wird nun bereits seit gut einem Jahr in einer Norm (VSS 40 886 [21]) geregelt. Die Wirkung sollte sich in den nächsten Jahren zeigen.
- «Optical Speed Bars» werden grundsätzlich als wirksame Massnahme beurteilt, die auch ein gewisses Innovationspotential beinhaltet. Zu berücksichtigen gilt allerdings, dass insbesondere bei geübten Motorradfahrenden die Unfallrisiken steigen könnten, weil sie solche Markierungen als (späte) Bremspunkte nutzen.
- Gemäss Lippold (2009) ist die Wirksamkeit von Bepflanzungen zur Reduktion der Geschwindigkeit und als Folge davon des Unfallgeschehens eher gering. Die Expertengruppe des Workshops war sich hier uneinig. Gerade zur Verdeutlichung der Linienführung und Verbesserung der Orientierung könnte eine Bepflanzung des Strassenseitenraums eine wirksame Massnahme darstellen. Es bräuchte hierfür jedoch eine Richtlinie, um zu klären, wie, wo und welche Bepflanzung sinnvoll ist, um nicht den Aspekt der Fehlerverzeihung zu untergraben (siehe nächster Aufzählungspunkt).
- Die Hindernisbefreiung des Strassenseitenraums wird als eine der wohl wirksamsten Massnahmen eingeschätzt. Aufgrund der oftmals engen Platzverhältnisse (idealerweise bis 6m hindernisfrei neben der Fahrbahn) kann diese jedoch aufgrund eines möglichen Bestandsschutzes von Baumreihen/Alleen nicht immer angewendet werden.
- Der Massnahmenansatz der Leitelemente und -einrichtungen (z. B. Leitpfosten) ist aus Sicht der Expertengruppe sehr wichtig und dürfte gerade in Kombination mit Randlinien eine hohe Wirksamkeit aufweisen. Aktuell befindet sich die Norm VSS 40 822 [68] in der Vernehmlassung, um diese Massnahme in die Umsetzung zu bringen. Der Handlungsbedarf für diese Massnahme ist somit vorerst abgedeckt. Prüfwert wäre es allerdings, ob eine zusätzliche farbliche Gestaltung der Leitpfosten zu einer höheren Wirksamkeit führen könnte.

8.3.1 SER-Ansätze

Aus der beschriebenen Priorisierung folgen 16 SER-Ansätze:

Querschnitt:

- Mittel-, Trenn- und Leitinsel (Nr. 1): Mittelinsel: Inseln, die das Überqueren einer Strasse für Velofahrer und Fussgänger vereinfachen und Möglichkeiten für einen Zwischenstopp bieten sowie im Sinne der Standardisierung die Zufahrt ohne Vortritt verdeutlichen. Trenninsel: in Kreuzungsbereichen zur separierten Führung von Verkehrsströmen.
- Kernfahrbahn ausserorts (Nr. 23): Erhöhung der Aufmerksamkeit und Reduktion der Geschwindigkeit, weil nur noch eine zentrale Fahrbahn mit Randlinien als Ausweichmöglichkeit vorhanden ist (visuelle Einengung der Fahrbahn). Heute unüb-

lich im Ausserortsbereich (ausser aus Platzgründen). Innerorts werden Kernfahrbahnen gebaut, um vor allem Velofahrenden mehr Platz einzuräumen. Das ist hier nicht das Ziel.

Oberflächenbeschaffenheit:

- Sinus-Schwellen (Nr. 4): temporäre Komfortsenkung durch Schaukeln/Schütteln infolge sinusförmiger, lokaler Schwellen. Die Aufmerksamkeit des Fahrers soll erhöht werden.
- Rumble Strips: Rüttelstreifen quer vor engen Kurven (Motorradstrecken) (Nr. 45): Rüttelstreifen quer vor engen Kurven, hohe Wirksamkeit (SER) zur Prävention von Motorradunfällen auf beliebten und unfallträchtigen Motorradstrecken.

Strassenausstattung – Markierung:

- Transversale Markierungen der Mittellinie (Nr. 20): optische Verschmälerung der Fahrbahn durch zusätzliche Quermarkierungen in der Fahrbahnmitte. Soll vor allem Überholvorgänge vermeiden. Visuelles, akustisches und haptisches Feedback an den Fahrer bei Überholvorgängen oder Annähern an die Mittellinie.
- Überbreite Mittellinienmarkierung (Nr. 21): dauerhafte Einengung der Fahrbahnbreiten zur Vermeidung von Überholvorgängen und zur Reduktion der gefahrenen Geschwindigkeiten. Visuelle (z.T. hörbare) Untermuerung eines Überholverbots, u.U. Einfluss auf die Geschwindigkeit.
- Transversale Markierung der Fahrbahn-Randlinien (Nr. 26): Die Markierungen vermitteln ein besseres Geschwindigkeitsgefühl und verursachen eine Reduktion der Geschwindigkeiten. Zusätzlich können sie auch als Entfernungsmaßstab zu vorausfahrenden Fahrzeugen dienen. Zusätzlich auch optische Einengung der Fahrbahnbreite und dadurch Reduktion der Geschwindigkeit.
- Farbige Geschwindigkeits-Randlinien (Nr. 41): Je nach zu wählender Geschwindigkeit können Randlinien grün, gelb oder rot markiert werden. Grün = 80 km/h, gelb = 60 km/h, rot = langsamer als 60 km/h.
- Kurvenmarkierung für Motorradfahrer (Nr. 44): Bodenmarkierungen weisen den Motorradfahrer darauf hin, dass eine Kurvenfahrt zu nah an der Mittellinie die Gefahr mit sich bringt, mit dem Kopf und Oberkörper auf die Gegenfahrbahn zu kommen.

Strassenausstattung – Signalisation:

- Staudetektor und -warner (Nr. 11): Schild, das bei Stau automatisch aufleuchtet, gekoppelt mit System, welches Stau detektiert.
- Reflektorfolie für Verkehrsschilder (Nr. 13): verbesserte retroreflektierende Folien für bessere Sichtbarkeit der Signalisation. Nicht mehr Glasperlen auf Aluminiumträger, sondern «Diamond Grade». Sichtbarkeit bis 1500 Fuss.
- Standardisierung Baustellenführung (Nr. 18): Durch eine standardisierte Signalisation und Verkehrslenkungsphilosophie werden Baustellenbereiche selbsterklärender, d. h. vor allem die Linienführung wird leichter und besser erkennbar, sie ist überall einheitlicher und intuitiv.

Strassenseitenraumgestaltung:

- Bepflanzung Seitenraum (Nr. 30): Bepflanzungen geben Orientierung, helfen beim frühen Erkennen von Strassenelementen und fördern das Bewusstsein für die gefahrene Geschwindigkeit.
- Leiteinrichtungen (Pfosten, Katzenaugen, Randlinie, Leitpfeile etc.) (Nr. 32): Die Elemente geben eine klare, optische Führung / Orientierung zum folgenden Streckenverlauf.
- Reduktion Sichtweiten (Nr. 38): Eine zu hohe Sichtweite führt zu weniger Aufmerksamkeit und zu hoher Annäherungsgeschwindigkeiten bei Kreuzungen. Sichtschutz als Minderung der Sichtweite im Anfahrtsbereich, nicht bei der Kreuzung.
- Optische Kurvenelemente (Nr. 40): Optische Betonung der Linienführung und des Kurvenradius durch farbige oder auch schwarz-weiße Elemente.

Die priorisierten SER-Ansätze werden im Anhang V in Faktenblättern beschrieben.

8.3.2 FOR-Ansätze

Aus der beschriebenen Priorisierung folgen fünf FOR-Ansätze, wobei keine unter «Strassenausstattung – Markierung» und «Strassenausstattung – Signalisation» verortet sind:

Querschnitt:

- Kernfahrbahn ausserorts (Nr. 23): Nur noch eine zentrale Fahrbahn mit Randlinien als Ausweichmöglichkeit vorhanden (visuelle Einengung der Fahrbahn). Heute unüblich im Ausserortsbereich (ausser aus Platzgründen). Innerorts werden Kernfahrbahnen gebaut, um vor allem Velofahrenden mehr Platz einzuräumen. Das ist hier nicht das Ziel.

Oberflächenbeschaffenheit:

- Rumble Strips: Rüttelstreifen mittig (Nr. 6): Hör- und spürbare Warnung, meist eingedrückt in den Asphalt. Gibt es in dieser Form (also mittig) in der CH noch nicht. Nicht zu verwechseln mit «singender Linie», diese wäre nur durch Markierungen erzeugt.
- Rumble Strips: Rüttelstreifen zur äusseren Fahrbahnabgrenzung (Nr. 7): Hör- und spürbare Warnmarkierung, meist eingedrückt in den Asphalt.

Strassenseitenraumgestaltung:

- Entfernung Bepflanzung Seitenraum (Nr. 31): Z.B. Beseitigung von Bäumen, um die Sicherheitszone zu verbessern / vergrössern.
- Befestigte Bankette (Nr. 37): Befestigte Bankette für bessere Kontrolle über das Fahrzeug. Damit Geschwindigkeit nicht zu hoch gewählt wird, sollte beim Bankett eine andere Farbe gewählt werden. So wird die Wahrnehmung einer breiten Strasse verhindert.

Die priorisierten FOR-Ansätze werden im Anhang V in Faktenblättern beschrieben.

8.4 Fazit

Bei der Priorisierung der SERFOR-Ansätze hat sich gezeigt, dass die Wirkung der Ansätze je nach SER- oder FOR-Perspektive kontrovers zu beurteilen sind. Ein anschauliches Beispiel stellt zum Beispiel «Bepflanzung Seitenraum» dar. Während Bepflanzungen im Sinne SER Orientierung geben, stellen sie aus Sicht FOR einen unerwünschten Ansatz dar. Ein zweites Beispiel für einen kontroversen Ansatz stellt der «Sichtschutz» dar. Während das Ziel eines «Sichtschutzes» darin besteht, die Sichtweite zu reduzieren, um die Aufmerksamkeit des Fahrzeuglenkenden zu erhöhen und die Annäherungsgeschwindigkeit z.B. an eine Kreuzungsstelle zu reduzieren, kann bei falscher Platzierung des Sichtschutzes zu nahe an der Kreuzungsstelle die Sichtweite im Anfahrtsbereich unerwünscht stark mindern. Wichtig festzuhalten ist, dass immer in der entsprechenden Situation ein SERFOR-Ansatz bezüglich seiner Eignung zu beurteilen ist und – auch in der Kombination von möglichen Massnahmen – die Wirkungen und allfällig gegenläufigen Wirkungen und sich gegenseitig verstärkende Wirkungen der Ansätze situativ einzuschätzen sind. Dies gilt auch für Ansätze, die dasselbe Ziel verfolgen, jedoch auf unterschiedlichen Wegen. Ein Beispiel hierfür liefert der Vergleich des Ansatzes «Kernfahrbahn ausserorts (visuelle Einengung der Fahrbahn)» und «Überbreite Mittellinienmarkierungen». Beide Ansätze möchten die Geschwindigkeit reduzieren und Überholvorgänge vermeiden: einmal durch eine bauliche Verschmälerung (Kernfahrbahnen ausserorts) und einmal durch eine optische Verschmälerung der Fahrbahn («Überbreite Mittellinienmarkierungen»). Auch hier gilt es situativ und vor Ort die Einschätzung bezüglich des am besten geeigneten Ansatzes vorzunehmen.

Weiter hat sich gezeigt, dass eine hohe Selbsterklärung der Strasse insbesondere auch in den sogenannten Portalbereichen wichtig ist. Portalbereiche stellen dabei verschiedene Arten von Übergängen zwischen homogenen Netzelementen dar, wie beispielsweise der Übergang zwischen Ausser- und Innerortsstrassen, zwischen offenen Strecken und Brücken- oder Tunnelstrecken oder zwischen Strassenabschnitten im Flach- und Bergland. Bei solchen Übergängen gilt es insbesondere die Aufmerksamkeit der Fahrzeuglenkenden

auf das sich ändernde Geschwindigkeitslimit zu lenken. Ansätze, die hier je nach Netzelement zur Anwendung kommen können, sind beispielsweise «Kreisel», ein «schüttelnden Belag» oder die in der Schweiz bekannte sogenannte «Bigler-Welle» oder «Kobi-Schwelle», die oftmals an Eingangstoren von 30er-Zonen eingebaut wurde.

Ein weiterer Aspekt, der sich bei der Identifizierung der SERFOR-Ansätze gezeigt hat, ist die Frage der «Zukunftsfähigkeit» verschiedener Ansätze, beispielsweise mit Blick auf die Anforderungen an die Gestaltung des Strassenraums im Hinblick auf das automatisierte Fahren (vgl. auch Kapitel 9.4). Die erwähnte Excel-Tabelle enthält auch hierzu punktuelle Hinweise (vgl. separates Excel-Dokument «SERFOR-Ansätze»).

9 Handlungsbedarf

Aus der Gesamtsicht der in diesem Forschungsprojekt erzielten Ergebnisse und Erkenntnisse ergibt sich ein Handlungsbedarf unter verschiedenen Aspekten. Je nach Aspekt wird eine andere Zielgruppe adressiert und sind andere Entscheidungsträger für die Initiierung und Umsetzung des Handlungsbedarfs verantwortlich.

In nachfolgenden Kapiteln ist der Handlungsbedarf unter den Aspekten Sensibilisierung, Standardisierung, Implementierung und Vertiefung beschrieben. Die Kapitel sind in ihrer Reihenfolge entsprechend der politisch-praktischen Entscheidungshierarchie absteigend angeordnet. Das Kapitel Vertiefung deckt den weiteren Forschungsbedarf ab.

Alle hier beschriebenen Aspekte der Sensibilisierung, Standardisierung, Implementierung und Vertiefung sollten schlussendlich zu einer (Sicherheits-) **Kulturentwicklung** im Strassenverkehr beitragen, die die Humanfaktoren proaktiv, theoretisch begründet und - wo möglich - empirisch getestet und systematisch bei der Gestaltung von Infrastruktur, Normen und Vorgaben im Sinne eines Safe-System-Approaches berücksichtigt. In vielen Bereichen wird die Bedeutung der Humanfaktoren für die Formulierung von Normen, Regeln, Vorgaben sowie die Gestaltung von Infrastruktur bereits erkannt, aber ihre Berücksichtigung sollte auf allen politischen und gesellschaftlichen Ebenen durch die entsprechenden Entscheidungsträger noch systematischer und expliziter erfolgen. Diese Kulturentwicklung weiter zu befördern ist auch ein Anliegen der nachfolgend beschriebenen Handlungsfelder. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass solche Kulturentwicklungen auch ausreichend Zeit erfordern und stufenweise im Sinne von «Forschung → Umsetzungsplanung → Schulung → Umsetzung in der Praxis» angegangen werden sollten.

Die Entwicklungen im Kontext des automatisierten Fahrens werden auch die Gestaltungsanforderungen an die Infrastruktur verändern. Durch eine Vernetzung von Fahrzeugen untereinander, aber auch mit den Elementen der Strasseninfrastruktur werden neue Potenziale für eine selbsterklärende Gestaltung des Strassenraums entstehen. Die eher langfristigen Lebenszyklen von baulichen Infrastrukturmassnahmen widersprechen dabei den eher kurzfristigen Entwicklungszyklen in der Fahrzeugtechnologie. Als erforderlicher Teil der (Sicherheits-)Kulturentwicklung wird deshalb auch ein konsequentes Mitdenken der Entwicklungsperspektiven und Potenziale der Fahrzeugautomation auf übergeordneter Planungsebene erachtet. In der Entscheidungsfindung zur Durchführung und Gestaltung von Infrastrukturprojekten müssen wirtschaftliche Abwägungen getroffen werden, welche die kurzfristigen Entwicklungen der Fahrzeugtechnologie und die teils noch unwägbaren Anforderungsveränderungen an die Infrastruktur berücksichtigen.

9.1 Fokus Sensibilisierung

Adressaten: Politiker, Netzbetreiber, Behörden, Verbände, Fachgremien

Zeitraum: mittel-langfristig

Politikerinnen und Politiker, Entscheidungsträgerinnen und -träger sowie Netzbetreibende, Behörden, Verbände und Fachgremien müssen für die zentralen Aspekte einer integralen Sicherheitsarbeit sensibilisiert werden. Je höher die politische Ebene, auf der eine Sensibilisierung für die Aspekte der Humanfaktoren und SERFOR-Ansätze erzielt werden kann, umso grösser sind die Erfolgschancen für eine spätere Integration in die tägliche Sicherheitsarbeit und Berücksichtigung in der Planung sowie Projektierung. Ausgangspunkt für eine konsistente, holistische und zeitgemässe Sicherheitsarbeit im Strassenverkehr der Schweiz ist die Grundphilosophie des Safe-System-Approaches. Ihr zur Folge wird der Mensch als (1) fehleranfällig und (2) verletzlich akzeptiert. Das System Strasse muss entsprechend dieser Prämissen für alle Verkehrsteilnehmenden möglichst sicher konzipiert werden. Dies anhand von adäquaten Massnahmen für selbsterklärende und fehlerverzeihende Strassen, die den in dieser Forschungsarbeit identifizierten Design-Regeln entsprechen und auf angemessene Art und Weise Humanfaktoren berücksichtigen. Eine selbsterklärende Strassenraumgestaltung führt zu intuitiv richtigen und seitens Verkehrssicherheit gewünschten Verhaltensweisen. Missverständnisse werden vermieden, Unfälle aufgrund unangemessener Verhaltensweisen möglichst verhindert. Kommt es doch noch zu einem

Unfall, dann sorgen die fehlerverzeihenden Attribute der Strassenraum- und -umgebungsgestaltung dafür, dass die Unfallfolgen für alle Verkehrsteilnehmenden möglichst gering sind. Erst durch eine gezielte Einbettung des Safe-System-Approaches und der SERFOR-Ansätze in die strategische Entscheidungsfindung auf politischer Ebene kann eine zielgerichtete Umsetzung in der operativen Sicherheitsarbeit in der Schweiz gelingen.

Konkreter Handlungsbedarf besteht in folgenden Punkten:

- **Förderung des Verständnisses für die Humanfaktoren und deren Wirkungsweise:** Mindestens so wichtig wie die Einhaltung der Normen und damit ggf. einzelner dort beschriebener SERFOR-Aspekte ist ein besseres fachliches Verständnis der Humanfaktoren und ihrer Wirkungsweisen. Besonders bei Abweichungen von der Norm, im Falle von aussergewöhnlichen Verkehrssituationen, garantiert solch ein vertieftes Verständnis eine konsequente Berücksichtigung der hier erarbeiteten Design-Regeln in der Planung sowie eine Auswahl und Implementierung geeigneter SERFOR-Ansätze. Das betrifft bspw. eine Auseinandersetzung damit, wie sich die eigene Planung auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmenden auswirkt.
- **Sensibilisierung Entscheidungsträger:** Damit die SERFOR-Ansätze überhaupt ihren Weg aus diesem Forschungsbericht auf das Strassennetz der Schweiz finden können, muss das Thema politisch ausreichend abgestützt und die Massnahmenansätze von den entsprechenden kommunalen, kantonalen und nationalen Entscheidungsträgern mitgetragen werden. Daher sollte auf politischer Ebene die Relevanz der Humanfaktoren und das Potenzial von SERFOR-Lösungsansätzen kommuniziert und beworben werden. Nur so können die relevanten Entscheidungsträger von der Notwendigkeit und vom Mehrwert dieser Ansätze überzeugt werden.
- **Sensibilisierung Fachleute:** Auch die Sicherheitsbeauftragten/-verantwortlichen und alle weiteren Beteiligten im Verkehrswesen bis hin zu den Strassenmeistern sollten adressiert werden. Hierzu ist zu überlegen, welche Gefässe für eine solche Sensibilisierung genutzt werden könnten.
- **Spezifische Auslegeordnung konkreter SERFOR-Massnahmen:** Eine spezifische Auslegeordnung konkreter SERFOR-Massnahmen, idealerweise mit einer Abschätzung von Bewertungsparametern wie Kosten, Umsetzbarkeit, Akzeptanz, Wirkungspotenzial, sollte zur Sensibilisierung entwickelt werden bzw. in bestehende Anwendungsinstrumente wie z. B. MEVASI integriert werden.
- **Sensibilisierung Safe-System-Approach:** Zusätzlich zur Sensibilisierung bezüglich SERFOR, sollte das Thema des Safe-System-Approaches im Allgemeinen den Entscheidungsträgern als weltweit angestrebter bester Stand der Praxis erklärt und dessen Berücksichtigung als Gold Standard und Grundphilosophie in sämtlichen Planungsprozessen der Strassenraumgestaltung verankert werden. Dies unter anderem mit dem Ziel, dass Sicherheitsprogramme künftig noch stärker auf Top-Massnahmen ausgerichtet werden, mit denen man möglichst viele Personen erreicht und möglichst schwerwiegende Unfallfolgen verhindert. Mit diesem Ansatz ist die Hebelwirkung in Bezug auf eine Reduktion der Unfallhäufigkeiten am grössten zu erwarten.

9.2 Fokus Standardisierung

Adressaten: Normierungskommissionen, Fachausschüsse, Behörden, Verbände

Zeithorizont: mittelfristig

Die Überprüfung der aus Sicht einer sicheren Strassenraumgestaltung wichtigsten bestehenden Normen hat gezeigt, dass die Standardisierung von Sicherheitsbeurteilungen und von Gestaltungselementen im Strassenraum ein wesentliches Element für den selbsterklärenden Charakter des schweizerischen Strassennetzes ist. Je einheitlicher die Strassenraumgestaltung über die Perimeter von Verantwortlichkeiten und einzelnen Regionen hinaus ist und je kompatibler sie zu den beschriebenen Humanfaktoren realisiert werden kann, umso einfacher erkennbar und intuitiv verständlicher ist sie. Dadurch wird der Weg zum gewünschten Verhalten der Verkehrsteilnehmenden geebnet. Standardisierung bedeutet

dabei nicht nur eine möglichst schweizweite Vereinheitlichung von Prozessen und Massnahmenkonzepten, sondern auch eine Einarbeitung der SERFOR-Ansätze aus diesem Forschungspaket in die Normen und Richtlinien der Strassenraumgestaltung. Durch eine normative Regelung wird die Umsetzung der hier empfohlenen Massnahmen standardisiert.

Konkreter Handlungsbedarf besteht in folgenden Punkten:

- **Überprüfung und Anpassung bestehender und zukünftiger Normen:** Die Humanfaktoren als relevante Grundlagentheorie für Gestaltungskriterien sowie die SERFOR-Ansätze als konkrete Implementierungsschritte sollten stärker in den entsprechenden Normen verankert werden. Dafür braucht es eine ganz konkrete, vertiefende Überprüfung bestehender Normen in den Normierungskommissionen. Dabei steht die Fragestellung im Vordergrund, wie die hier vorgeschlagenen SERFOR-Ansätze in die Normierung einfließen und ob die Aspekte der Design-Regeln bereits gut oder zukünftig noch besser eingebettet werden können. Letztlich sollte eine konsequente und praxistaugliche normative Berücksichtigung der Humanfaktoren möglichst frühzeitig im Prozess der Normierungsarbeiten angestrebt werden. Denn eine frühzeitige Adressierung ist effektiver und kostengünstiger als nachträgliche summativ Korrekturen bestehender Systeme. Die konkrete und stärker explizite Berücksichtigung der SERFOR-Ansätze und Design-Regeln in den Normen ist herausfordernd. Infolge der zahlreichen und unterschiedlichen Normierungsgremien bedarf es dazu einen festgelegten, strukturierten Prozess.
- **Anpassung rechtlicher Rahmenbedingungen:** Bestehende Normen sollten entsprechend der Erkenntnisse aus der vorliegenden Forschungsarbeit angepasst werden. Damit dies möglich ist und auch künftig SERFOR-Ansätze Eingang in die Normen finden können, muss der rechtliche Rahmen für derzeit aus rechtlicher Sicht (noch) nicht umsetzbare Massnahmen geschaffen werden.
- **Präzisierung der Normeninhalte:** Bei der Aktualisierung von Normen soll durch genauere Formulierungen auch auf die Verringerung des Handlungsspielraums für Projektierende bei der Anwendung der Normen geachtet werden, um damit eine stärkere Standardisierung bei der Anwendung der Normen zu fördern. Je höher die Standardisierung, desto selbsterklärender der Strassenraumgestaltung.
- **Interdisziplinäre Besetzung der Normierungskommissionen:** Die Normierungskommissionen sollten personell möglichst interdisziplinär strukturiert werden, damit auch Aspekte der Humanfaktoren in der Überarbeitung und Weiterentwicklung von Normen von vornherein angemessen berücksichtigt werden. Die Aspekte der Humanfaktoren sollten zum «täglichen Brot» in den Normierungskommissionen werden. Expertinnen und Experten aus dem Fachbereich der Verkehrspsychologie sollten Teil der relevanten Gremien werden, deren Aufgabe es ist, einen selbsterklärenden Strassenraum zu standardisieren.

9.3 Fokus Implementierung

Adressaten: Beratungsstellen, Ingenieurbüros, Planer, Strassenbetreiber, Sicherheitsbeauftragte, Sicherheitsverantwortliche

Zeithorizont: kurz- bis mittelfristig

Die besten Massnahmenideen nützen nichts, wenn sie nie oder nicht ausreichend gut in die Sicherheitsarbeit bzw. die Gestaltung des Strassenraums implementiert werden. Es gibt bereits zahlreiche, in verschiedenen Forschungsprojekten diskutierte und identifizierte Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit, die es jedoch nie zu einer praktischen Akzeptanz gebracht haben (vgl. auch Erkenntnisse aus VeSPA [11], [12]). Um dies zu verhindern, braucht es ein durchgängiges Verständnis der zugrundeliegenden Massnahmenidee, Wirkungserwartung und des Implementierungsprozesses. Nur wenn es gelingt, den Zweck, den sinnvollen Anwendungsbereich und die potenzielle Wirkungserwartung von einzelnen Massnahmen oder normativer Vorgaben an die Anwender zu vermitteln, werden die Massnahmen in der Praxis auch akzeptiert, regelmässig angewandt und adäquat umgesetzt. Insbesondere dann, wenn in der realen Verkehrssituation eine Abwei-

chung zur normativ angenommenen Situation vorliegt. Durch eine entsprechende Wissensvermittlung an alle Anwendergruppen der Normen und Empfehlungen kann dieser Anspruch realisiert werden.

Konkreter Handlungsbedarf besteht in folgenden Punkten:

- **Entwicklung von Bildungsangeboten:** Nicht nur die Strassen sollten für die Verkehrsteilnehmenden, sondern auch die zugrundeliegenden Normen für die Planenden selbsterklärend sein. Zusätzlich kann aber durch eine gezielte Entwicklung und Organisation von Kurs- und Schulungsangeboten zur Anwendung der relevanten Normen der zweckmässige Transfer der SERFOR-Ansätze in die Praxis sichergestellt werden. Es wird empfohlen, entsprechende Bildungsangebote oder -produkte zu schaffen, welche die fachlichen Hintergründe zu den Design-Regeln und Humanfaktoren vermitteln, damit die SERFOR-Ansätze verstanden werden und ein Wissenstransfer auch auf normativ nicht abgedeckte Verkehrssituationen stattfinden kann.
- **Nutzung der Faktenblätter zur Bestandsüberprüfung:** Sicherheitsverantwortliche sollten entweder für ihr gesamtes Strassennetz oder zumindest für auffällige, unfallträchtige Einzelstellen die Faktenblätter verwenden, die in diesem Forschungsprojekt erarbeitet wurden. Sie unterstützen dabei, durch einen Abgleich mit den Design-Regeln mögliche Defizite aus Sicht der Humanfaktoren aufzudecken und geben Empfehlungen für mögliche SERFOR-Ansätze.
- **Sammlung von Referenzmassnahmen:** Es wird empfohlen, dass die Anwendung von SERFOR-Ansätzen durch die verantwortlichen Personen umfassend dokumentiert wird. Die so entstehenden «Show-Cases» sollten in einen regelmässigen Austausch unter den Sicherheitsverantwortlichen einfließen (z. B. jährliche SiBe-Tagung des ASTRA) und Eingang in MEVASI finden (vgl. Kapitel 9.4). Durch diesen Erfahrungsaustausch und aus dem Diskurs mit Kolleginnen und Kollegen womöglich resultierender Weiterentwicklungen der Ansätze wird neben dem eigentlichen, lokalen Sicherheitsgewinn auch ein schweizweiter, allgemeiner Mehrwert für die Verkehrssicherheit generiert.
- **Einbettung in bestehende ISSI-Anwendungen:** themenspezifisches RSI: Auch ausserhalb von Unfallschwerpunkten bedarf es der Beurteilung auf SERFOR-Ansätze. So kann beispielsweise zur Überprüfung des Bestandsnetzes im Rahmen einer Road Safety Inspection (RSI) die Checkliste erweitert werden, um Defizite in Bezug auf die Design-Regeln und Humanfaktoren aufzudecken.
- **Konsequente Massnahmenevaluation:** Durch ein kontinuierliches Monitoring und eine standardisierte Wirksamkeitskontrolle der implementierten SERFOR-Ansätze sollten die notwendigen Datengrundlagen geschaffen werden, um Auswertungen zur Wirksamkeit von Einzelmassnahmen, aber auf einer Metaebene auch von Gruppen gleichartiger Massnahmen vornehmen zu können. Daraus liessen sich gemittelte Kennzahlen für Wirkungs- und Kostenabschätzungen ableiten (vgl. MEVASI). Eine konsequente Massnahmenevaluation schafft auch die Grundlage für eine Weiterentwicklungen oder Anpassung der Umsetzungspraxis. Nicht zuletzt dient diese Art der Erfolgskontrolle auch einer Rechtfertigung des vollzogenen Mitteleinsatzes.

9.4 Fokus Vertiefung

Adressaten: ASTRA-FoKo, ASTRA AG MFG, Forschungseinrichtungen

Zeithorizont: mittelfristig

Mit den vorliegenden Ergebnissen dieses Forschungspakets ist der Forschungsbedarf im Thema möglicher SERFOR-Ansätze noch nicht vollständig abgedeckt. Es besteht weiterer Forschungsbedarf insbesondere im Hinblick auf die konkrete Implementierung einzelner Massnahmen und deren potenziellen Wirksamkeiten. Diese Aspekte konnten im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit nicht mit abgedeckt werden, sind jedoch elementar, wenn es um die Entscheidungsfindung bei der Massnahmenauswahl in der Praxis geht. Für zahlreiche der hier diskutierten Massnahmenansätze liegen in der Literatur entweder

keine (oder zu wenige) Quellen vor, um die Wirksamkeit solcher Massnahmen rein theoretisch zu quantifizieren. Andererseits ist die Übertragbarkeit von Studien anderer Länder auf die landesspezifischen Verkehrsbedingungen in der Schweiz nicht gegeben. Daraus resultiert ein weiterer Forschungsbedarf für die Schweiz.

Konkreter Forschungs- und Vertiefungsbedarf besteht in folgenden Punkten:

- **Statistische Analyse und Abschätzung von Wirksamkeiten:** Durch eine präzise Datenerhebung bei der Planung, Umsetzung und Beobachtung des lokalen Unfallgeschehens sowie von Umgebungsparametern (z.B. Verkehrsmengen, Strassensituation, etc.) können anhand vertiefender statistischer Analysen die allgemeinen Wirksamkeiten von Gruppen gleicher Massnahmen abgeschätzt werden (siehe VSS-Forschungsprojekt «Statistische Analyse von Unfallzahlen» [13]).
- **Durchführung von Pilotstudien:** Für einzelne, besonders innovative SERFOR-Ansätze, zu denen es in der nationalen und internationalen Fachliteratur keine oder nur sehr eingeschränkte Informationen gibt, sollten spezifische Pilotstudien durchgeführt werden. Zum Beispiel mittels moderner Beobachtungsmethoden (Fahrzeugsensor-basiert und/oder mittels Videobeobachtung) kann der Einfluss der Massnahme auf das Verkehrsverhalten ermittelt werden. Dadurch lassen sich wertvolle Erkenntnisse für eine spätere Umsetzungsempfehlung ableiten. Bei der Durchführung von Pilotstudien kann auch überprüft werden, welche SERFOR-Ansätze sich sinnvoll kombinieren lassen.
- **Erweiterung und Nutzung von MEVASI:** Es wird eine Erweiterung und Nutzung der MEVASI-Datenbank der BFU empfohlen, a) für eine strukturierte Dokumentation umgesetzter SERFOR-Massnahmen und b) einer anschliessenden Wirkungsanalyse durch eine Verknüpfung der Massnahmendaten mit dem durch das ASTRA dokumentierten Unfallgeschehen. Dies wurde bereits für 27 Massnahmentypen durch die BFU durchgeführt und wird im Laufe 2022 publiziert. SERFOR-Ansätze können – falls noch nicht in der vorhandenen Liste an Massnahmentypen – durch eine Erweiterung der Massnahmenliste integriert werden.
- **Regelmässiger Blick über die Grenzen:** Im Rahmen dieses Forschungsprojekt wurde der aktuelle internationale Stand der Forschung und Praxis recherchiert. Dabei wurde festgestellt, dass sich das Thema SERFOR aktuell europaweit sehr dynamisch weiterentwickelt und in verschiedenen Ländern, Gremien und Fachausschüssen diskutiert sowie dessen praktische Implementierung vorangetrieben wird (siehe auch z.B. Datenbank BAYSIS [14] oder MaKaU [15]). Hier wird ein fortwährender, regelmässiger Blick in die Entwicklungen und Ergebnisse dieser Referenzen empfohlen.

Anhänge

I	Design-Regeln: Factsheets	71
II	Fachgespräche mit Normierungsexpertinnen und -experten	77
III	Begehungen Unfallhäufungsstellen im Ausserortsbereich im Kanton Zürich	83
III.1	Begehung Alte Winterthurerstrasse	83
III.2	Begehung Badener Landstrasse	85
III.3	Begehung Kreisel bei Oetwil an der Limmat	87
III.4	Begehung Schlieren – Uitikon	89
IV	SER- und FOR-Ansätze	91
V	Priorisierte SER- und FOR-Ansätze: Faktenblätter	95

I Design-Regeln: Factsheets

Design Regel: A) Orientierung geben	
Definition	
Der Strassenraum und seine seitliche Umgebung sind mit Gestaltungselementen zu versehen, welche die korrekte <i>Distanz-</i> und/oder <i>Geschwindigkeitswahrnehmung</i> der Verkehrsteilnehmer fördern.	
Beschreibung	
Es sind Referenzpunkte und Tiefenhinweisreize den Verkehrsteilnehmenden anzubieten, die bei der Abschätzung der Geschwindigkeit (der eigenen und derjenigen anderer Verkehrsteilnehmenden) und Abständen sowie beispielsweise auch bei Dunkelheit als Orientierungshilfen dienen. Dies kann z. B. in Form von Leitpfosten, punktuellen Markierungen und Bäumen in bestimmten Abständen erfolgen. Zielkonflikte können sich beispielsweise mit der passiven Sicherheit ergeben (Bäume stellen z.B. feste Hindernisse im Seitenraum dar) [in Anlehnung an TP1 «Humanfaktoren»].	
Hintergrund	
Bei «Orientierung geben» geht es primär darum, den Verkehrsteilnehmenden einen Überblick zu verschaffen. Dies beinhaltet nicht nur die Aspekte wie Abstände und Geschwindigkeit, sondern auch andere Verkehrsteilnehmer, Vortrittsverhältnisse etc. Die Operationalisierung kann ebenfalls auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen (z.B. über Linienführung, Querschnitte, Umgebungsausstattung, Strassenraumgestaltung etc.). In erster Linie werden die beiden Aspekte <i>Tiefenhinweisreize</i> und <i>Abschätzung von Geschwindigkeiten</i> angesprochen. Im Allgemeinen können diese den psychologischen Prinzipien <i>Distanzwahrnehmung</i> resp. <i>Geschwindigkeitswahrnehmung</i> zugeordnet werden. Im Kontext dieser psychologischen Prinzipien wird im TP1 auf diverse Massnahmen verwiesen. Aus dem Fächer der Massnahmen geht hervor, dass verschiedene Elemente der Gestaltung/Ausstattung im Fokus der Betrachtungen stehen. Bezüglich der Distanzwahrnehmung gelten Grundsätze wie möglichst adaptiv, nicht peripher (Information im Blickfeld der Verkehrsteilnehmenden) und einheitliche Gestaltung. Bezüglich der Geschwindigkeitswahrnehmung gelten Grundsätze wie möglichst adaptiv, periphere Anordnung und nicht monoton. Die Design-Regel weist einen Bezug zu folgenden Projektierungsprinzipien gemäss TP1 auf: • «Orientierung geben» • «Konfliktgegner Erkennen», • «Zuweisung von Querschnittsbereichen verdeutlichen», • «Vereinheitlichung und Standardisierung flächendeckend umsetzen», • «Aufmerksamkeit fördern», • «Motorfahrzeuglenkende: Aktivierung», • «Adaptivität verkehrstechnischer Einrichtungen erhöhen»	

Design Regel: B) Aufmerksamkeit lenken

Definition	
Der Strassenraum ist mit salienten, d.h. auffälligen, dynamischen oder adaptiven Hinweisen zu versehen, um die <i>Aufmerksamkeit</i> der Verkehrsteilnehmer auf kritische Bereiche zu lenken.	
Beschreibung	
Wesentlicher Bestandteil von selbsterklärenden Strassen sollte es sein, eine optimale Aufmerksamkeitslenkung aller Verkehrsteilnehmenden zu erreichen. Als entscheidend wird dabei erachtet, dass der Fokus der Projektierung und Planung insbesondere auf diejenigen kritischen Bereiche gelenkt wird, die sich in der Vergangenheit als problembehaftet aus Sicht der Verkehrssicherheit erwiesen haben. Eine entsprechende Auswahl sollte daher auf Grundlage von Unfall- und/oder Konfliktbeobachtungen erfolgen. Typische Beispiele dafür sind die Linienführung vor engen Kurven (Geschwindigkeitsdiagramm: keine engen Kurvenradien nach langer Geradeausstrecke oder nach einer Kurve mit grossem Radius), Hinweise an Radfahrende für mehr Abstand zu parkierten Fahrzeugen (Dooring-Unfälle aufgrund sich plötzlich öffnender Fahrzeurtüren) oder spezielle Signalisation für Zufussgehende an kritischen Gleisquerungen [in Anlehnung an TP1 «Humanfaktoren»].	
Hintergrund	
Damit Personen und Objekte bewusst wahrgenommen werden, bedarf es Aufmerksamkeit. Bei der Aufmerksamkeit handelt es sich um eine psychologische Basisressource, die als selektive Aufmerksamkeit, Arousal oder Daueraufmerksamkeit (= Vigilanz) differenziert betrachtet werden kann. Selektive Aufmerksamkeit meint die Filterung relevanter und Unterdrückung irrelevanter Information, Arousal beschreibt die Wachheit im Gegensatz zur Ermüdung und Vigilanz beschreibt die Daueraufmerksamkeit, die insbesondere durch repetitive Reize oder Reizarmut beeinträchtigt werden kann (Monotonieerleben). Die Aufmerksamkeitslenkung erfolgt entweder top-down (persönlichkeitsgesteuert) durch Einflussfaktoren wie Erfahrungen und Erwartungen oder bottom-up (reizgesteuert) durch Faktoren wie Salienz und Prägnanz. Die Aufmerksamkeitslenkung im Verkehrskontext erfolgt zum grossen Teil bottom-up. Die Salienz stellt die primäre Stellschraube der Aufmerksamkeitslenkung dar. Im TP1 wird auf diverse Möglichkeiten und Massnahmen zur Aufmerksamkeitsförderung durch Salienzerhöhung verwiesen: vor allem Bewegungen, starke Kontraständerungen, Licht und auffällige Farben ziehen die Aufmerksamkeit auf sich. Da die Aufmerksamkeit limitiert ist und sich nicht ohne Nachteile auf viele Reizquellen verteilen lässt, stellt die Adaptivität einen wichtigen Grundsatz dar (keine «Verschwendung» der Aufmerksamkeit). Gleichzeitig sind dynamische Reize gegen unerwünschte Routinebildung geeignet. Die Design-Regel weist einen Bezug zu folgenden Projektierungsprinzipien gemäss TP1 auf: • «Aufmerksamkeit fördern» • «Konfliktgegner Erkennen» (Aufmerksamkeitslenkung Richtung Konfliktgegner), • «Vereinheitlichung und Standardisierung flächendeckend umsetzen» (top-down Aufmerksamkeitslenkung), • «Motorfahrzeuglenkende: Prägnanz» (Salienz der Signalisation), • «Adaptivität verkehrstechnischer Einrichtungen erhöhen»	

Design Regel: C) Standardisierung fördern

Definition

Strassengestaltungselemente und Hinweise, die für ähnliche Strassensituationen den gleichen Informationswert vermitteln, sind einheitlich auszubilden.

Beschreibung

Eine stärkere Standardisierung von Strecken-/Knotenelementen, z. B. für verschiedene Strassentypen, bildet bei den Verkehrsteilnehmenden bestimmte Erwartungshaltungen aus und lenkt damit ihre Aufmerksamkeit auf die relevanten Bereiche des Strassenraums – entsprechend des top-down Ansatzes. Zusätzlich bedeutet eine stärkere Standardisierung des Strassenraums auch die einheitliche Verknüpfung von Strecken-/Knoten- und Signalisationselementen. Das bedeutet z.B., dass auf Strassen mit einem höheren Geschwindigkeitsregime keine Knoten mit Rechtsvortritt geplant werden. Die Standardisierung kommuniziert gleichzeitig bei konsequenter Umsetzung dem Verkehrsteilnehmenden die korrekte Verhaltensweise, wie z. B. die Wahl der Geschwindigkeit. [in Anlehnung an TP1 «Humanfaktoren»].

Hintergrund

Eine selbsterklärende Strasse sowie die Verkehrsumgebung rufen bei den Verkehrsteilnehmenden gewisse Erwartung und ein gewisses Bewusstsein hervor. Das situationsangemessene Verhalten der Fahrzeuglenkende wird gefördert, wenn gleiche Strassensituationen auch gleich gestaltet werden. Werden gleiche Zeichen für das Vermitteln von identischen Informationen verwendet, so deckt sich dies mit den Erwartungen (top-down) der Fahrzeuglenkenden. Somit rufen die Fahrzeuglenkenden das passende Schemata ab und eingeübte Handlungsabläufe werden «einfach» eingeleitet. Die Standardisierung trägt zudem zur leichteren Verständlichkeit und stärkerem Bewusstsein für die ortsspezifischen Verkehrsregeln bei. Des Weiteren steigert die Einheitlichkeit von Reizen den Wiedererkennungswert dieser. Dies entspricht im Übrigen dem Prinzip der Erwartungskonformität der ISO-Norm 9241-11 für gute Gebrauchstauglichkeit und Nutzbarkeit von Systemen.

Bei Situationen – die der Erwartungskonformität widersprechen – gewinnen spezifische, adaptive Warnhinweise an Bedeutung.

Die Design-Regel weist einen Bezug zu folgenden Projektierungsprinzipien gemäss TP1 auf:

- «Vereinheitlichung und Standardisierung flächendeckend umsetzen»
- «Aufmerksamkeit fördern» (allg. Aufmerksamkeitslenkung),
- «Vereinfachung unterstützen bzw. Komplexität reduzieren»
- «Konfliktgegner erkennen»,
- «Orientierung geben»,
- «Akzeptanz erhöhen»,
- «Konsistente Verkehrsregimes in Knoten gewährleisten»

Design Regel: D) Konfliktgegner erkennen

Definition	
Die Knotenbereiche sind so zu gestalten, dass potenzielle Konfliktgegner sich im <i>Sichtfeld</i> der anderen Verkehrsteilnehmer befinden (insbesondere bei Konfliktbereichen) und durch ausreichende Sichtweiten frühzeitig erkannt werden. Zusätzlich oder wenn beispielsweise aufgrund von baulichen Einschränkungen (Platzverhältnisse, Denkmal-, Bestandsschutz etc.) dies nicht möglich ist, sollen auffällige Elemente der Signalisierung, wie dynamische oder adaptive, die Blicklenkung der Verkehrsteilnehmer auf ihre potenziellen Konfliktgegner unterstützen.	
Beschreibung	
Eine selbsterklärende Strasse ermöglicht ein frühzeitiges Erkennen von Konfliktgegnern und potenziellen Konfliktbereichen. Basis dafür sind z.B. eine ausreichende Sicht auf Zufussgehende am Strassenrand oder ausreichende Sichtbeziehungen bei sich kreuzenden Verkehrsströmen. Beispielsweise bringen bauliche Elemente wie vorgezogene Velosäcke wartende Velofahrende vor den ruhenden Verkehr und damit stärker ins Sichtfeld Motorfahrzeuglenkenden. Bei fehlender Sichtbeziehung kommen vor allem Massnahmen der Signalisierung und Markierung (vorzugsweise proaktive und adaptive) zum Einsatz. Ein typisches Beispiel wäre die Bodenmarkierung im Einmündungsbereich der Motorfahrzeuge als Hinweis auf einen Zweirichtungs-Verkehr auf der vortrittsberechtigten Strasse [in Anlehnung an TP1 «Humanfaktoren»].	
Hintergrund	
Das Erkennen von potenziellen Konfliktgegnern setzt voraus, dass diese durch eine angemessene Blicklenkung von den anderen Verkehrsteilnehmern wahrgenommen werden. Dies erfolgt sowohl top-down (durch die Erwartungshaltung) als auch bottom-up (reizgesteuert). Es gelten die gleichen Grundsätze wie bei der Aufmerksamkeitsförderung. Verkehrsschilder (insbesondere mit Pfeilen), dynamische und kontrastreiche Signale, Lichter, Farben und Bewegungen fördern die gezielte Blicklenkung. Hier kommt der Lokalisation der Reize eine grosse Bedeutung zu. Im Sinne der Lenkung der Blicke in die «richtige» Richtung kann dies entweder direkt zu den potenziellen Konfliktgegnern («Platzieren» der Konfliktgegner im Sichtfeld) hin oder über Warnhinweise erfolgen, die auf allfällige Konfliktgegner aufmerksam machen. Letzteres ist zur Unterstützung anzuwenden, wenn die Strassenraumgestaltung den Verkehrsteilnehmenden es nicht erlaubt (z.B. aufgrund von baulichen Einschränkungen), von selbst potenzielle Konfliktgegner zu erkennen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das Erkennen von Konfliktgegnern frühzeitig erfolgen muss. Im TP1 werden diverse Massnahmen zur Unterstützung der Erkennung von Konfliktgegnern illustriert. Daraus geht hervor, dass Ansätze am Knoten im Vordergrund stehen. Die Design-Regel weist einen Bezug zu folgenden Projektierungsprinzipien gemäss TP1 auf: • «Konfliktgegner erkennen» • «Aufmerksamkeit fördern» (allg. Aufmerksamkeitslenkung), • «Vereinheitlichung und Standardisierung flächendeckend umsetzen» (top-down Aufmerksamkeitslenkung), • «Orientierung geben», • «Konsistente Verkehrsregimes in Knoten gewährleisten», • «Adaptivität verkehrstechnischer Einrichtungen erhöhen»	

Design Regel: E) Prägnanz erhöhen

Definition

Die Schilder und Markierungen sind im Strassenraum so anzuordnen und die Signalisationsdichte ist möglichst so gering zu halten, dass eine optimale Erkennbarkeit und Wahrnehmbarkeit dieser sichergestellt ist.

Beschreibung

Die Prägnanz bezieht sich auf die Exaktheit und Eindeutigkeit und damit auf die Wahrnehmbarkeit, Erkennbar- und Verarbeitbarkeit von Signalen für Fahrzeuglenkende. Dies ist realisierbar durch eine Komplexitätsreduktion, die insbesondere durch eine mittlere Reiz-/Signal-dichte sowie eine hohe Saliens der Signalisation erreicht werden kann. Hinweise sollen demnach – z.B. zu Spurverläufen von komplexen Innerortsstrassen oder bei Baustellen – möglichst frühzeitig platziert werden, so dass allfällig notwendige Spurwechsel durch die Fahrzeuglenkenden frühzeitig und ohne Stress initiiert werden können. Eine Komplexitätsreduktion in Baustellenbereichen – etwa auf Autobahnen – könnte dadurch unterstützt werden, dass auditive Signale das Verlassen des gewünschten Fahrbereichs (alternativ: den gewünschten Fahrbereich anzeigen) und damit den visuellen Sinneskanal der Verkehrsteilnehmenden entlasten. Konkret könnte es sich als sinnvoll erweisen, Geräusch erzeugende Markierungen analog zu Rüttelstreifen als Fahrstreifentrennung auf Autobahnen umzusetzen [in Anlehnung an TP1 «Humanfaktoren»].

Hintergrund

Das Wahrnehmen und das Erkennen von Verkehrsschildern und Markierungen ist eine zentrale Voraussetzung für sicheres Verhalten im Verkehr. Um Missverständnisse oder Informationsverluste zu vermeiden, sollten Botschaften eindeutig sein im Sinne von «nur eine Handlungsoption zulassen». Zudem sollten sie idealerweise auf mögliche Kosten und Nutzen von allfälligen Handlungsalternativen hinweisen sowie die Verkehrsteilnehmer in ihrer Entscheidung unterstützen.

Eine Überforderung tritt dann ein, wenn zu viele Farben, Schrift und Schriftarten verwendet werden oder die mittlere Reizdichte, z.B. aufgrund einer hohen Signaldichte, zu hoch ist. Eine Überforderung kann bei älteren Leuten zu Nichtnutzung bzw. einer Verweigerungshaltung führen.

Die Design-Regel weist einen Bezug zu folgenden Projektierungsprinzipien gemäss TP1 auf:

- «Motorfahrzeuglenkende: Prägnanz»
- «Vereinfachung unterstützen bzw. Komplexität reduzieren,
- «Aufmerksamkeit fördern» (allg. Aufmerksamkeitslenkung),
- «Vereinheitlichung und Standardisierung flächendeckend umsetzen» (top-down Aufmerksamkeitslenkung)

Design Regel: F) Passive Sicherheit erhöhen

Definition	
Fahrzeuglenkende sind einerseits auf das Verlassen des idealen Fahrbereichs frühzeitig aufmerksam zu machen. Andererseits gilt es, den Strassenraum inklusive seiner seitlichen Umgebung so zu gestalten, dass im Falle eines Ereignisses die Unfallfolgen möglichst minimiert werden.	
Beschreibung	
Das Erhöhen der passiven Sicherheit umfasst mehr als nur das Vorsehen von Rückhaltesysteme. Ebenfalls gehören das Sicherstellen ausreichender Breiten und angemessener Neigungen sowie die Befreiung oder Absicherung der seitlichen Strassenumgebung von Hindernissen dazu. Ein wichtiger Aspekt stellt eine ausreichende Dimensionierung von Querschnitten mit zusätzlichen Sicherheitsräumen dar (u. a. Pannestreifen auf Autobahnen, erhöhter Abstand zwischen Radstreifen und parkierten Fahrzeugen oder grössere Trottoirbreiten, um ausreichende Sicherheitsräume zwischen Zufussgehenden und ein-/ausparkierenden Fahrzeugen zu schaffen). Ebenfalls ein wichtiger Aspekt ist es, die potenziellen Kollisionsobjekte zu überprüfen oder einen möglichen Anprall mittels Fahrzeugrückhaltesystemen zu unterbinden. Das zugrundeliegende Prinzip eines fehlerverzeihenden Strassenraums sollte auch vermehrt unter Berücksichtigung der Bedürfnisse von Motorrad- und Velofahrenden berücksichtigt werden [in Anlehnung an TP1 «Humanfaktoren»].	
Hintergrund	
Während selbsterklärende Strassen ein Fehlverhalten proaktiv vermeiden, zeichnen sich fehlerverzeihende Strassen durch die Vermeidung oder Reduktion von (schweren) Unfallfolgen aus (reaktiv). Durch eine unter diesem Aspekt aktive Gestaltung der räumlichen Gegebenheiten kann die Unterbrechung des Unfallablaufs an der erstmöglichen Stufe der Schadenentstehung erfolgen. Im Kontext von Ausserortsstrassen steht das Abkommen von Fahrzeugen von der Fahrbahn und eine nachfolgende Kollision mit Objekten des Strassenraums im Fokus der Betrachtungen. Dem Verlassen der Ideallinie kann z.B. durch Rüttelstreifen direkt entgegenwirkt werden. Weitere Massnahmen zielen auf eine grosszügige Gestaltung der Seitenräume (Breiten und Neigung) ab. Dadurch soll den Fahrzeuglenkenden ermöglicht werden, die Kontrolle wieder zu übernehmen und das Fahrzeug sicher zum Stillstand zu bringen. Zudem sollen Kollisionen mit statischen Objekten vermieden werden. Hindernisse, die nicht zu vermeiden sind (z.B. durch bauliche Randbedingungen, wichtige Verkehrsanlagen usw.), werden abgesichert (z.B. durch Fahrzeugrückhaltesysteme) oder konstruktiv «fehlerverzeihend» gestaltet (Leichtbauten, geringere Widerstände, Sollbruchstellen usw.). Die Design-Regel weist einen Bezug zu folgendem Projektierungsprinzip gemäss TP1 auf: • «Geschwindigkeitsdifferenzen abbauen»	

II Fachgespräche mit Normierungsexpertinnen und -experten

Fachgespräch mit Marion Dörfel, Professorin für Verkehrswesen an der FH Burgdorf

Was verstehen Sie unter dem Begriff Ergonomie, Human Factors im Kontext der Strassenverkehrssicherheit?

Unter Human Factors versteht M. Doerfel die physiologischen, sensomotorischen und kognitiven Fähigkeiten und Grenzen des Menschen, also diejenigen menschlichen Eigenschaften, welche bei allen Menschen gleichartig vorliegen, unabhängig von Alter, Geschlecht, Herkunft, etc. Mit Ergonomie verbindet sie, dass die Gestaltung der Umgebung diese menschlichen Eigenschaften berücksichtigt, um den Menschen vor körperlichen Schäden zu schützen.

Zu den Human Factors zählen für M. Doerfel alle unveränderbaren Eigenschaften, z.B. wie unsere Sehorgane Informationen suchen und verarbeiten, wie schnell wir kritische Vorfälle erkennen können, wie schnell wir nach der Verarbeitung von Informationen reagieren können usw. Da diese Merkmale eben nicht veränderbar sind, bedarf es bei der Gestaltung des Strassenraums - im Interesse eines möglichst sicheren Verkehrsablaufs - der Berücksichtigung dieser Eigenschaften. Die Strassengestaltung muss selbsterklärend sein.

Im Gegensatz dazu differenziert M. Doerfel den Begriff Human Behavior. Das menschliche Verhalten wird durch die verschiedensten, auf den Menschen wirkenden Einflüsse erst geformt und stetig entwickelt, unter anderem durch Erfahrungen oder erzieherische Massnahmen. Es ist daher bei jedem Menschen individuell ausgeprägt.

Da durch verschiedenste Umstände und Einflüsse zwangsläufig Strassen nicht immer selbsterklärend sind, zudem viele der beobachteten Fahrfehler auf unangepasste Verhaltensweisen z.B. durch Alkohol oder Ablenkung zurückzuführen sind, sollte die Strassenumgebung auch möglichst fehlerverzeihend sein.

Wie sind die Aspekte der Human Factors bereits in der der Normierungsarbeit eingebettet?

Bereits die ersten Strassenbau-Normalien in der Schweiz, während des zweiten Weltkrieges entwickelt, haben erste Vorgaben für eine sichere Trassierung von Strassen gemacht, unter anderem auch vor dem Hintergrund der Human Factors, der physiologischen und psychologischen Fähigkeiten und Grenzen des Menschen. Dazu zählen beispielsweise Vorgaben betreffend der Elementfolgen auf Ausserortsstrassen, damit sich ein für den Fahrer stetiges Bild des Fahrtraums ergibt, und daraus ein angemessenes Fahrverhalten resultiert.

In die Normierung und in die Erarbeitung der Grundlagen sind die Human Factors gemäss M. Doerfel vielerorts eingeflossen, mehr als man vielleicht den Eindruck hat. So berücksichtigen verschiedene Grenz- oder Richtwerte oder Gestaltungsempfehlungen z.B. das begrenzte Aufnahme- und Verarbeitungsvermögen des Menschen, dessen Reaktionsfähigkeit (z.B. in Abhängigkeit von akustischen oder optischen Informationen), das Adaptionsvermögen der Augen, die Fähigkeiten und Grenzen in Bezug auf das Schätzen von Geschwindigkeiten und Distanzen oder in Bezug auf Orientierung und Erwartung, nur um einige zu nennen.

Es gibt daher eine Reihe von Elementen, die von dem Wissen aus der doch bereits jahrzehntelangen Human-Factors-Forschung profitiert haben, z. B. Anforderungen an die Sichtweite, an die Elementlängen oder -grössen der Linienführung, die Gestaltung von Baustellenbereichen, Kriterien für die Gestaltung, Platzierung und den Abstand von Signalen, Abmessungen von Strassenmarkierungen, Farbspezifikationen, Schriftarten und Symbole für Signale. Beispiele für den konkreten Zusammenhang zwischen HF und Normwerten, Grössen oder Gestaltungsgrundsätzen gibt es viele. Gleichzeitig schliesst M. Doerfel nicht aus, dass in der einen oder anderen Norm Nachhol- oder Optimierungsbedarf besteht.

Wichtig erscheint ihr, dass man sich bewusst sein muss, dass in den Normen nur in sehr wenigen Fällen herausgestrichen wurde, dass und/oder welche menschlichen Eigenschaften bestimmten Normangaben zugrunde liegen. M. Doerfel weist deshalb dringend darauf hin, dass bei einer Überprüfung des Normenwerks nicht nach dem Stichwort 'Human Factors' oder nach entsprechenden Erklärungen gesucht werden darf, um eine Beurteilung zur Einbettung der HF vorzunehmen.

M. Doerfel betont, dass die Normierungsarbeit von Strassen- und Verkehrsfachleuten getätigt wird. Sie geht davon aus, dass insbesondere Fachpersonen der Strassenverkehrssicherheit durch ihr Studium oder ihre Ausbildung ein Grundverständnis der zentralen Zusammenhänge zwischen Strassenmerkmalen und den Gesetzen der menschlichen Raumwahrnehmung und Orientierung mitbringen.

Wo liegen zukünftige Chancen und Ansatzpunkte, um Aspekte der Human Factors noch stärker in die Normierungstätigkeiten und somit in die praktische Strassenverkehrssicherheitsarbeit zu integrieren?

Für M. Doerfel steht zunächst nicht die Frage im Vordergrund, wie die HF stärker in die Normierungstätigkeit integriert werden können, sondern wie die Umsetzung der bestehenden Normen resp. der Umgang mit ihnen in der praktischen Verkehrssicherheitsarbeit zielgerichteter erfolgen kann.

Die Rolle von Normen besteht darin, Informationen bereitzustellen, um Fachleute bei der Auswahl der geeigneten Kombination von Merkmalen, Abmessungen und Materialien für einen bestimmten Entwurf zu unterstützen. Es ist jedoch wichtig zu verstehen, dass die Normen selbst nicht die Abmessungen für eine bestimmte örtliche Situation festlegen. Dies liegt in der Verantwortung des Bearbeiters. Der endgültige Entwurf ist die Summe aller während des Entwurfsprozesses getroffenen Entscheidungen. Für M. Doerfel ist es daher wesentlich, dass die Anwender der Normen Fachwissen mitbringen und Zusammenhänge kennen, dass sie Ermessensspielräume kennen sowie die Auswirkungen bei Abweichungen vom «Standardfall» einschätzen können.

Da Normen keine Lehrbücher sind, braucht es andere Gefässe, die der Wissenserweiterung, des Verständnisses der Rolle des Menschen und der Interaktion mit dem Strassenraum dienen. Ein Ansatzpunkt sieht M. Doerfel daher in der Aus- und Weiterbildung, die dazu beitragen kann, die Fähigkeiten und Kompetenzen der Fachleute zu dieser Thematik weiterzuentwickeln.

Ergänzend zu den bestehenden Fachbüchern, Vorlesungsunterlagen und Nachschlagewerken könnte ein kompaktes Nachschlagewerk zu den Humanfaktoren und zu den Massnahmen für eine selbsterklärende und fehlerverzeihende Gestaltung des Strassenraums sicher auch hilfreich sein.

Aus Sicht von M. Doerfel sollte es zudem unser Bestreben sein, jedes Detail, das einen Bezug zu den menschlichen Faktoren hat, in die Normen resp. in die Erarbeitung der Normierungsgrundlagen einfließen zu lassen. Hinsichtlich Normierungsarbeit hebt M. Doerfel hervor, dass sich die Fachleute im Milizsystem engagieren. In den Kommissionen werden neue Normen erarbeitet oder bestehende Normen revidiert, auf der Grundlage von Forschungsprojekten, die von der Kommission initiiert werden. M. Doerfel sieht in den von ihr besuchten Normierungskommissionen im Hinblick auf deren Zusammensetzung keinen Handlungsbedarf. Es sind zum einen auch Praktiker, die die Normen anwenden, zum anderen ist ein Grundverständnis der zentralen Zusammenhänge bei den Mitgliedern vorhanden. Hingegen ist M. Doerfel der Ansicht, dass es insbesondere in den Forschungsprojekten wichtig ist, dass ausgewiesene Experten auf dem Gebiet der Human Factors dabei sind, ob bei der Forschungsstelle oder in der Begleitkommission. Gerade die Erarbeitung der Normierungsgrundlagen erfordert einerseits Kenntnisse über die technischen und physikalischen Faktoren, andererseits aber auch ausreichende Kenntnisse der kognitiven und experimentellen Psychologie und ihrer Prinzipien des Lernens, des Gedächtnisses, der Wissensrepräsentation, der Wahrnehmung, der Informationsverarbeitung, usw.

Im Hinblick auf künftige Normenrevisionen empfiehlt M. Doerfel, vermehrt eine Auge darauf zu werfen, ob sich allenfalls bereits durch verbesserte Formulierungen oder kleinere Anpassungen das Verständnis der HF verbessern lässt. Wenn nötig, wäre auch eine konsequenter Überprüfungs- und allfällige Einbettung fehlender Aspekte ein zu prüfender Ansatz.

Fachgespräch mit Patrick Eberling, Experte Verkehrstechnik der Beratungsstelle für Unfallverhütung, BFU

Was verstehen Sie unter dem Begriff Ergonomie, Human Factors im Kontext der Strassenverkehrsicherheit?

P. Eberling versteht unter Human Factors jeweils das, was alles auf den Menschen einwirke – durch die Gestaltung der Infrastruktur aber auch durch die Umwelt. Dies ruft ein bestimmtes Verhalten hervor auf verschiedenen Ebenen: direkt wirkende Einflüsse und Massnahmen sowie indirekt wirkende. Die ganze Strassenraumgestaltung wirkt auf den Menschen ein. Zum Beispiel die Breite der Fahrbahn, seitliche Bepflanzungen oder die Aufteilung der Fahrstreifen mit oder ohne Mittelmarkierung. Eigentlich als fehlerverzeihende Massnahme konzipiert, kann sogar eine Leitplanke unterbewusst auf das Fahrverhalten der Verkehrsteilnehmenden einwirken.

Wie sind die Aspekte der Human Factors bereits in der der Normierungsarbeit eingebettet?

In den Normen sind bereits zahlreiche Aspekte der Humanfaktoren enthalten, ohne dass diese explizit so bezeichnet wurden. Bestes Beispiel ist die farbliche Gestaltung von Strassenoberflächen. Als verkehrsteilnehmende Person sieht man sofort, dass zum Beispiel ein anderer Belagstyp folgt (z. B. Pflastersteine). Man kann dies bewusst als gestalterisches Element einsetzen, um eine gewisse Aufmerksamkeit zu bewirken. Dies wird auch in der Normierungsarbeit bereits berücksichtigt und ermöglicht. Insgesamt spielt es aber eine wesentliche Rolle, welche Norm man bezüglich Humanfaktoren und SERFOR-Aspekten betrachtet. P. Eberling hat bereits in zahlreichen Normierungskommissionen mitgearbeitet. Aus diesen Querschnitterfahrungen kann er ableiten, dass stets versucht wird, ohne wissenschaftstheoretische Aufarbeitung, möglichst solche Massnahmen in die Normen zu integrieren, sodass sich Fahrzeuglenkende intuitiv sicher im Strassenraum fortbewegen können und einem möglichst sicheren Verkehrsablauf folgen. Es ist wichtig, dass entscheidende Aspekte der Humanfaktoren auch explizit in die Normen mit einfließen, damit sie auch in der Praxis umgesetzt werden. Nur durch eine konsequente Einbettung entsteht auch eine rechtliche Bindung an solche Massnahmen im Sinne von bester Praxis.

Im Laufe seiner langfristigen Normierungstätigkeit hat sich die Berücksichtigung von ergonomischen Erkenntnissen beim Erarbeiten von VSS-Normen deutlich verändert. Etwa seit der Jahrtausendwende ist in den Normierungsgremien immer mehr die Erkenntnis entstanden, dass auch die anderen Verkehrsteilnehmenden (Anmerkung des Autors: neben dem motorisierten Individualverkehr) mitberücksichtigt werden müssten, um eine konsistente und umfassende Sicherheitsbeurteilung und Massnahmenfindung durchführen zu können. P. Eberling stellt jedoch fest, dass das bis heute noch nicht bei allen Mitgliedern und Gremien vollständig durchgedrungen sei. Die MIV-Sicht ist auch heute noch dominant und damit auch die vielschichtigen, alle Verkehrsteilnehmenden berücksichtigenden ergonomischen Aspekten oder Humanfaktoren zu wenig umfassend integriert.

In den heutigen Normierungsgremien sitzen hauptsächlich Ingenieure. P. Eberling stellt fest, dass es bei der Erarbeitung der FGSO wichtig war, auch Experten aus anderen Disziplinen (z.B. Psychologie) zu integrieren. Zum Beispiel bei der Frage: Wie wirkt sich die farbliche Gestaltung des Strassenraums auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmenden aus? Gleichzeitig erläutert P. Eberling auch, dass die Mitglieder der Normierungskommissionen immer wieder mit ihren eigenen Wissens- und Verständnisgrenzen konfrontiert werden. Zitat: «Bei uns hört es auf, wenn wir nicht mehr mit dem Massstab messen können. Da sagten wir uns, dass wir einen Gestalter engagieren müssen. Das war kein Ingenieur, aber er hat seine Arbeit verstanden. Er erklärte uns, dass wenn es um die Gestaltung geht, man z.B. sogar die Geschichte der Strasse kennen muss. Das hat mir dann gezeigt, man müsse vermehrt bei der Erarbeitung von Normen Spezialisten mit einbeziehen.»

Wo liegen zukünftige Chancen und Ansatzpunkte, um Aspekte der Human Factors noch stärker in die Normierungstätigkeiten und somit in die praktische Strassenverkehrsicherheitsarbeit zu integrieren?

Für P. Eberling ist es wichtig, dass punktuell bei besonders spezifischen oder komplexen Fragestellungen externe Spezialisten/Experten in die Normierungsgremien unterstützend beigezogen werden. Heute sind die Kommissionen zu 90-100% durch Ingenieure besetzt. Das macht bis zu einem gewissen Punkt auch Sinn. Unter dem Anbetracht einer zuneh-

menden Relevanz von ergonomischen Aspekten und Humanfaktoren für eine selbsterklärende und fehlerverzeihende Gestaltung des Strassenraums sieht er aber auch eine regelmässige Einbindung von Verkehrspsychologen. Sinnvoll wäre es dabei, diese Person nicht nur temporär zu befragen, sondern in den ganzen Prozess einer Normentwicklung mit einzubeziehen. Die Person muss das erforderliche Verständnis auch aus Sicht der Planung und des Ingenieurwesens entwickeln. P. Eberling sieht hier auch seitens der Normierungsgremien die erforderliche Offenheit. Er hält auch eine dauerhafte Aufnahme eines Verkehrspsychologen in den relevanten Normierungskommissionen für sehr gut vorstellbar und verweist dabei auf die Normierungskommissionen in Deutschland, die in Bezug auf eine interdisziplinäre Besetzung der einzelnen Kommissionen bereits einen Schritt weiter seien.

Fachgespräch mit Christian Boss, Verkehrsingenieur und Inhaber des Ingenieurbüros BOSS, Neuchâtel

Was verstehen Sie unter dem Begriff Ergonomie, Human Factors im Kontext der Strassenverkehrssicherheit?

C. Boss versteht unter Humanfaktoren und Ergonomie Prinzipien, welche psychologische, ergonomische und physiologische Aspekte bei der baulichen Erstellung und Konzeption eines Produkts oder beim Prozess eines Systems berücksichtigen und einbeziehen. Die Zielgrössen sind im Kontext des Strassenverkehrs Verkehrsfluss, Sicherheit und Komfort. Durch eine konsequente Berücksichtigung von Humanfaktoren in der Strassenverkehrssicherheitsarbeit können laut C. Boss Fehler der Verkehrsteilnehmenden reduziert und das gewünschte Verhalten gefördert werden. Mit dem Ziel, sichere Strassen zu konzipieren, kann Einfluss auf verschiedenen Ebenen genommen werden, zum Beispiel durch Schaffung von längeren Reaktionszeiträumen, grössere Sichtweiten, bessere Wahrnehmbarkeit von Elementen im Strassenraum oder erhöhtes Situationsbewusstsein.

Wie sind die Aspekte der Human Factors bereits in der der Normierungsarbeit eingebettet?

In der heutigen Normierungstätigkeit ist laut C. Boss das grösste Problem das Verständnis der psychologischen Thematik im Kontext der Humanfaktoren. Es ist absolut anerkannt und wünschenswert, diese Thematik in die Normierungsarbeit zu integrieren – und es wird ja auch bereits punktuell gemacht – aber eine konsequente und konsistente Umsetzung ist aufgrund von mangelndem Wissen unter den Kommissionsmitgliedern häufig schwierig. Verkehrspsychologische Aspekte im Sinne einer selbsterklärenden und fehlerverzeihenden Strassenraumgestaltung werden bereits heute (nach Möglichkeit) in die Normen integriert. Zum Beispiel befindet sich gerade die neue Norm VSS 40 822 «Leiteinrichtungen» in der Vernehmlassung. Darin möchte man den Verkehrsteilnehmenden eine Hilfe bieten, damit sie die Linienführung der Strasse besser erkennen und bestimmte Gefahren minimiert werden können. Diese Norm wurde zwar revidiert, aber einige Aspekte der Ergonomie wurden nicht berücksichtigt. Den Grund für die unzureichende Berücksichtigung sieht C. Boss abermals nicht in der Thematik an sich, sondern in den eingeschränkten Möglichkeiten der der Normierungskommissionen als Milizsystem. Dadurch, dass Normen spätestens alle fünf Jahre auf ihre Aktualität überprüft und ggf. revidiert werden müssen, fehlen häufig aufgrund des Milizsystems die ressourcentechnischen Möglichkeiten für weitreichende Überarbeitung auf Grundlage von vertiefenden Voruntersuchungen. Laut C. Boss werden die Kommissionen für eine Revision einer Norm stets vor folgende beiden Alternativen gestellt: a) der einfache Weg: man macht dies in der Kommission, im Milizsystem mit wenig Mitteln und es resultiert eine kleine Revision. Auf diesem Weg können bestimmte Mängel behoben, aber keine Lücken geschlossen werden. Der andere Ansatz b) sei laut C. Boss eine grössere Sache: Es sollte zuerst ein Forschungsprojekt professionell und seriös durchgeführt werden. Auf dieser Grundlage sollte im Anschluss die entsprechende Norm mit allen Mängeln und Lücken entsprechend dem Stand der Forschung grundlegend überarbeitet werden.

Laut C. Boss liegt ein Problem in der heutigen Normierungstätigkeit darin, dass Aspekte der Humanfaktoren ausgelassen werden, obwohl eigentlich die Kenntnisse dazu unter den Mitgliedern vorhanden sind. Die Gründe sieht er im Milizsystem und den damit sehr eingeschränkten zeitlichen und finanziellen Ressourcen für umfassende und konsequente Betrachtungen der Humanfaktoren. Dies führt auch dazu, dass in der Entscheidungsfindung tendenziell eher der einfache Weg bei der Normenrevision gewählt wird.

Die heutigen Normierungskommissionen sind laut C. Boss zu wenig interdisziplinär besetzt. Durch neue Schulungsangebote (z. B. CAS Strassenverkehrssicherheit, ETH-Vorlesung Strassenverkehrssicherheit) habe es zwar schon Fortschritte gegeben und die Gruppe der Verkehrssicherheitsexperten kommt nicht mehr nur aus dem klassischen Ingenieurbereich, sondern auch aus anderen Basis-Disziplinen. Diese Tatsache leistet bereits einen Beitrag zu einem breiteren Betrachtungsspektrum der Herausforderungen für die Verkehrssicherheit und möglicher Lösungsansätze.

Wo liegen zukünftige Chancen und Ansatzpunkte, um Aspekte der Human Factors noch stärker in die Normierungstätigkeiten und somit in die praktische Strassenverkehrssicherheitsarbeit zu integrieren?

Wenn man in den Normen thematisch einen Schritt vorankommen möchte und auch Aspekte der Humanfaktoren konsequent implementieren möchte, dann muss laut C. Boss allen voran die Forderung gestellt werden, alle Verkehrsteilnehmenden gleichwertig in den jeweiligen Normen zu betrachten. Überall dort, wo sicherheitsrelevante Faktoren bestehen, müsse man diese formell qualifizieren, quantifizieren und auch kontrollierbar machen. Nur dann lassen sich konsistente, ergonomische Massnahmen und Normierungsinhalte ableiten. Er äussert zudem, dass er den Eindruck hat, dass die aktuellen Normen nicht immer korrekt verstanden werden. C. Boss geht davon aus, dass wesentliche Fortschritte in der Umsetzung der Normen erzielt werden könnten, wenn die Normen klarer und verständlicher formuliert werden würden. Es braucht somit nicht nur selbsterklärende Strassen, sondern die dafür entwickelten Normen müssen ebenfalls selbsterklärend sein.

Für die Zukunft braucht es weiterhin (oder gar eine verstärkte) Investition in die fachliche Ausbildung von möglichst interdisziplinären Strassenverkehrssicherheitsexperten. Dies durch eine Promotion der vorhandenen Bildungsangebote oder einen Ausbau an weiteren Optionen.

In den Forschungsausschreibungen des ASTRA sollte den Aspekten der Humanfaktoren bereits ein höheres Gewicht zugeordnet werden. Dann fliessen diese erst in die theoretische Ableitung von Handlungsansätzen und schliesslich auch in die praktische Massnahmenfindung ein.

C. Boss befürwortet die Implementierung von SERFOR-Ansätzen in die bestehenden Normen. Viele der vorhandenen Normen sind aus seiner Sicht zwar gut, weisen aber noch Lücken bezüglich Humanfaktoren auf. Diese gilt es konsequent und systematisch zu schliessen. Er empfiehlt zudem, sich in den Normierungskommissionen auch stärker auf die Erfahrungen aus dem Ausland abzustützen. Man muss keinen eigenen Weg gehen, wenn woanders bereits wertvolle Erfahrungen vorliegen.

Das Bewusstsein für die Humanfaktoren muss auch zukünftig in den Normierungsgremien kontinuierlich gepflegt werden. Dafür braucht es geeignete Kommunikationskanäle und Visualisierungsansätze, damit das erforderliche Verständnis generiert werden kann. Dabei ist es auch wichtig, dass die Normen präzise und möglichst wenig offen formuliert werden.

C. Boss geht davon aus, dass die Welt und somit auch der Strassenverkehr weiterhin immer komplexer werden. Dies erfordert auch immer komplexere Normenwerke. Er zweifelt an, ob eine qualitativ hochwertige und wissenschaftliche fundierte Revision und Erarbeitung von Normen auch zukünftig noch auf Grundlage eines Milizsystems erzielt werden kann. Er sieht bereit in den vergangenen 20 Jahren eine Abnahme der Bearbeitungsqualität.

III Begehungen Unfallhäufungsstellen im Ausser-ortsbereich im Kanton Zürich

III.1 Begehung Alte Winterthurerstrasse

Alte Winterthurerstrasse	
Ort	Dietlikon
Übersicht	

Abbildung 11: Quelle: map.geo.admin.ch

Unfallgeschehen	29 Unfälle in den Jahren 2018-2020. Unfallbeteiligung: 50 Personenwagen, 6 Motorräder, 2 unbekannt, je 1 Motorrad, Motorfahrrad, schnelles E-Bike, FäG und Lieferwagen. Alter der Beteiligten: 58 Personen zwischen 18 und 65, 6 Kinder, 3 Senioren, 1 unbekannt. Hauptmuster: Ab- und Einbiegeunfälle. Nebenumuster: Velounfälle beim Kreuzen der Erlenholzstrasse (vom Veloweg kommend), evtl. nicht relevant, weil Design/Markierung eigentlich sehr gut.
Mögliche Ursachen und Anknüpfungspunkte	- Mutmasslich bestehe Probleme mit der Vorfahrtserkennung. Die Situation scheint nicht selbsterklärend zu sein. - Knotendesign könnte überprüft werden. Inseln sind zwar vorhanden, doch es ist zu prüfen, ob diese hilfreich sind oder ob sie eher irritieren.

Situation	
-----------	--

Abbildung 12: Blickrichtung Wallisellen



Abbildung 13: Blickrichtung Bassersdorf Loorenstrasse mit Stopp-Markierung «Erlenholzstrasse».

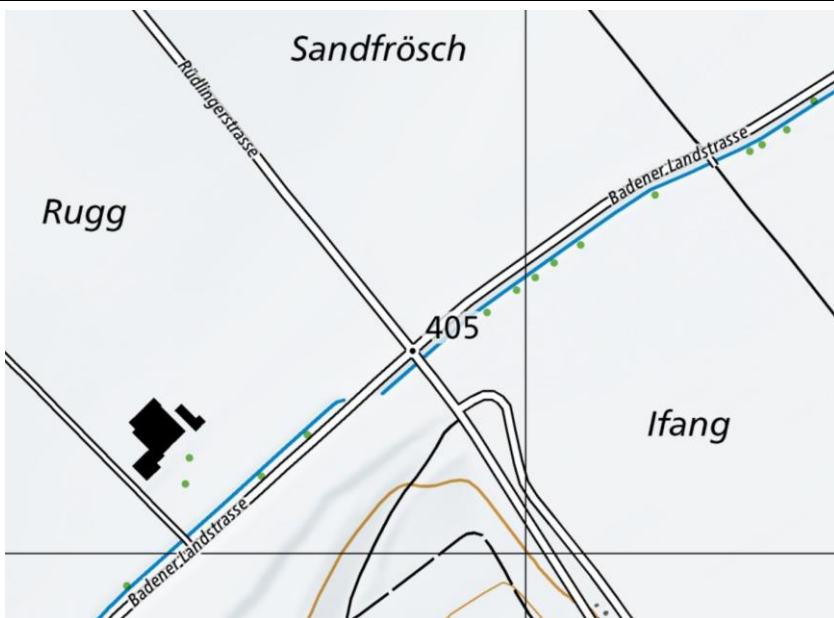


Abbildung 14: Blickrichtung Bassersdorf Alte Winterthurerstrasse.

Generelle Feststellungen am USP	- Das asymmetrische Knotendesign – die querende Strasse ist nicht wirklich versetzt, aber auch nicht rechtwinklig – führt zu einer höheren Komplexität, daraus resultieren höhere Ansprüche an Verkehrsteilnehmende. - Das Verkehrsaufkommen auf der Alten Winterthurerstrasse ist ziemlich hoch, dadurch sind die Lücken zum Einbiegen tendenziell eng. Ein zügiger Prozess beim Ein- und Abbiegen ist notwendig. Ein entgegenkommendes Fahrzeug wird evtl. übersehen. - Die Geschwindigkeitslimite von 60km/h wurde erst vor ein paar Jahren eingeführt, zuvor war 80 km/h signalisiert, was bezüglich der Sichtweiten (zu) knapp war. - Die Alte Winterthurerstrasse ist zwar weit einzusehen, doch die Kuppe verdeckt selbst Lastwagen. 60km/h ist sicher angezeigt. Dennoch dürfte es schwierig sein, bei hohem Verkehrsaufkommen in die Hauptverkehrsachse einzubiegen – der Versatz der Nebenstrassen erschwert dies zusätzlich. - Die übergeordnete Strasse weist keine Randlinien auf.
Einhaltung der Normen	- Die Inseln auf der Alten Winterthurerstrasse sind zu schmal. - Die Signale für ausserorts zu klein. - Die Sperrfläche vor den Inseln fehlen.
Rahmenbedingungen	Ein Kreiselprojekt wurde aus Platzgründen abgelehnt.
Mögliche SERFOR-Ansätze	Design Regel A) Orientierung geben: - Signalisation 60 km/h ist bereits umgesetzt

- Inseln sind bereits umgesetzt, jedoch im Vergleich zur Norm zu schmal und mit zu kleinen Hinweistafeln (Inselleitpfosten mit Pfeil-Tafel)
 - Randleitlinien auf der Alten Winterthurerstrasse
- Design-Regel B) Aufmerksamkeit lenken:
- Die Stopp-Markierung «Erlenholzstrasse» dürfte breiter gewählt werden.
- Design-Regel C) Standardisierung fördern:
- Ein Versatz der querenden Strasse könnte die Komplexität reduzieren. Dazu müssten aber Abbiegespuren vorgesehen werden.
 - Alternativ könnte das Knotendesign rechtwinklig und symmetrisch gestaltet werden.

III.2 Begehung Badener Landstrasse

Badener Landstrasse	
Ort	Wil ZH
Übersicht	
Abbildung 15: Quelle: map.geo.admin.ch	
Unfallgeschehen	13 Unfälle in den Jahren 2018-2020. Unfallbeteiligung: 22 Personenwagen, 2 Lastwagen, je 1 Bus, Fahrrad und unbekannt. Alter der Beteiligten: 21 Personen zwischen 18 und 65, 4 Kinder, 8 Senioren, 1 unbekannt. Heterogenes Unfallgeschehen mit Kreuzungsunfällen und Auffahrunfällen.
Mögliche Ursachen und Anknüpfungspunkte	- Fahrzeuge auf der Badener Landstrasse fahren mit hohen Geschwindigkeiten. Einbiegende Fahrzeuge schätzen eventuell die Geschwindigkeiten falsch ein oder übersehen die Fahrzeuge auf der Badener Landstrasse. - Von der Rüdlingerstrasse biegen viele Lastwagen ein. - Von der Badener Landstrasse abbiegende Fahrzeuge werden von nachfolgenden Fahrzeugen zu spät erkannt. Es kommt zu Auffahrunfällen. - Je nachdem, aus welcher Richtung man kommt, sind die Sichtweiten eventuell zu gering oder zu gut.

Situation



Abbildung 16: Blickrichtung Hüntwangen.



Abbildung 17: Sichtschutz.

Generelle Feststellungen am USP	- Die Badener Landstrasse war zu übersichtlich. Nachdem der ursprüngliche Stopp von Norden her auf der Rüdlingerstrasse durch ein «kein Vortritt» ersetzt wurde, kam es immer wieder zu gleichen Unfällen (der Knoten war USP Nr. 1): von Norden wurde der Vortritt des von Westen kommenden Fahrzeugs nicht beachtet. Zu Spitzenzeiten wurden 2-3 schwere Unfälle pro Jahr registriert. Teilweise landeten die Unfallautos auch im Bach. Das «Stopp» wieder einzuführen, war keine Option. Als kostengünstige und schnelle Massnahme wurde vor ca. 3-4 Jahren ein Sichtschutzzaun errichtet. Seither wurden nur noch ganz wenige solche Unfälle registriert, die aber auf den nicht fertig gestellten Zaun oder ein Loch im Zaun zurückzuführen waren. - Seither präsentiert sich die Unfallsituation sehr heterogen. Die Unfälle vom vorher häufigsten Unfalltyp konnten verhindert werden. Es kommt aber nun zu anderen Unfällen. Eine mögliche Erklärung sind Mehrverkehr durch Umleitungen. - Von Süden her auf der Rüdlingerstrasse wurden bereits Büsche entfernt, um die Sichtweiten in Richtung Osten zu verbessern. Es sollen noch weitere Büsche entfernt werden.
Einhaltung der Normen	Die Normen scheinen eingehalten.
Rahmenbedingungen	Ein Kreisel wäre wegen dem Bach südlich der Badener-Landstrasse sehr aufwändig geworden. Die Kreuzung hätte rund 30m nach Nord/Nordwest verschoben werden müssen. Das «Stopp» (Rüdlingerstrasse von Norden) wieder einzuführen, ist keine Option.
Mögliche SERFOR-Ansätze	Design-Regel A) Orientierung geben: - Randleitlinien auf der Badener Landstrasse Design-Regel D) Konfliktgegner erkennen: - Sichtweiten verringern: Sichtschutzzaun ist bereits umgesetzt - Sichtweiten verbessern: weitere Büsche entfernen - Transversale Rumble Strips – Vermutlich wegen Lärm nicht umsetzbar, weil das nächste bewohnte Haus weniger als 500-800m entfernt ist - Transversale Markierungen als Hinweis auf den Konfliktbereich und Verdeutlichung der Geschwindigkeit auf der Badener Landstrasse Design-Regel F) Passive Sicherheit: - Eine Leitplanke beim Bach ist nicht angedacht, weil einerseits kaum noch Unfälle dieses Typs verursacht werden, andererseits die Leitplanke auch den negativen Effekt hat, dass das Auto in den Gegenverkehr abgelenkt werden könnte und so zu noch schlimmeren Folgen führen könnte.

III.3 Begehung Kreisel bei Oetwil an der Limmat

Kreisel bei Oetwil an der Limmat, Übergangsbereich ausserorts – innerorts	
Ort	Oetwil an der Limmat
Übersicht	 Abbildung 18: Quelle: map.geo.admin.ch
Unfallgeschehen	4 Unfälle in den Jahren 2018-2020. Unfallbeteiligung: 4 Personenwagen, 2 Motorräder und 1 anderes Fahrzeug.
Mögliche Ursachen und Anknüpfungspunkte	Hauptunfallursache ist in zwei Fällen Vortrittsmissachtung beim Einfahren in den Kreisel. Es lassen sich jedoch aufgrund der geringen Anzahl an Unfallereignissen keine klaren Muster oder Auffälligkeiten ableiten, die als Anknüpfungspunkte für die Massnahmenfindung hilfreich wären.
Situation	 Abbildung 19: Blickrichtung Spreitenbach.



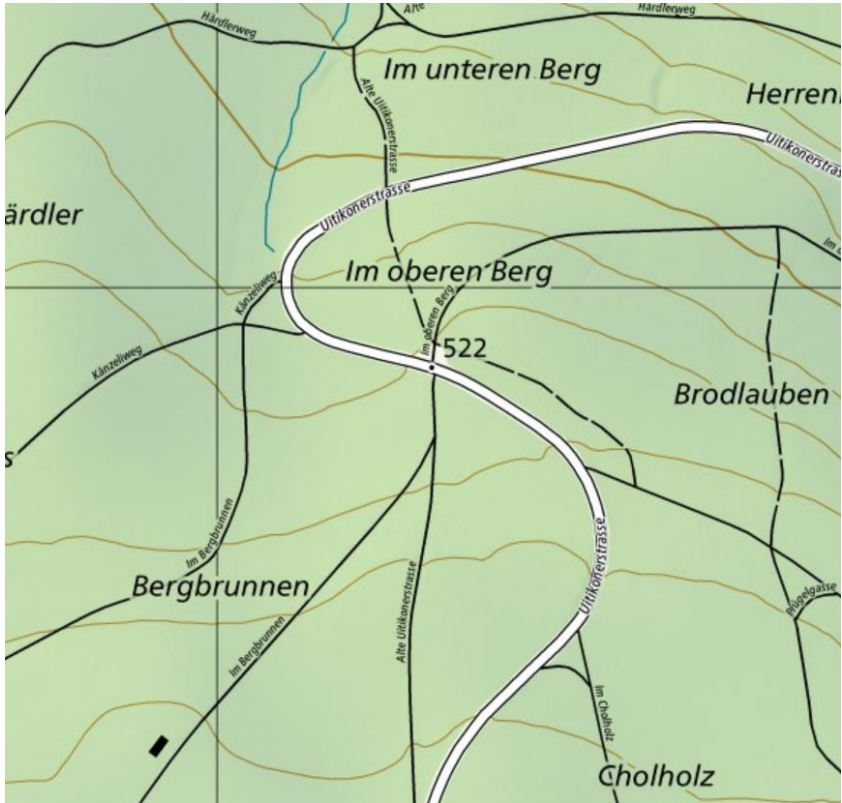
Abbildung 20: Veloeinfahrt.



Abbildung 21: Blickrichtung Baden, Kreisel mit Gefälle und «Knick» (innerhalb der Norm).

Generelle Feststellungen am USP	- Der Kreisel ist zwar ausserorts, an zwei der vier Ausfahrten beginnt jedoch nach einigen Metern die Gemeinde Oetwil an der Limmat. Der Kreisel kann somit als Übergang zwischen ausserorts und innerorts betrachtet werden und stellt ein Portal dar. - Der Kreisel weist ein Gefälle auf. Das ist zwar nach Norm, aus früheren Studien (VeSPA [11], [12]) ist jedoch bekannt, dass diese Konstellation zu mehr Velounfällen führen kann.
Einhaltung der Normen	- Die Wegweiser sind – entgegen der Norm – auf den Quadranten und nicht auf den Leitinseln montiert. Die Strassenlampen sind korrekterweise in den Quadranten. - Die Veloeinfahrt in den Kreisel ist signalisiert mit einem Kreiselschild und einem «Kein Vortritt». Die Leitlinie ist jedoch durchgezogen.
Rahmenbedingungen	
Mögliche SERFOR-Ansätze	Design-Regel A) Orientierung geben - Ein Kreisel als Portal stellt im Sinne von SERFOR einen Übergang (Portal) dar und erleichtert den Verkehrsteilnehmenden die Orientierung.

III.4 Begehung Schlieren – Uitikon

Schlieren – Uitikon	
Ort	Schlieren
Übersicht	
Abbildung 22: Quelle: map.geo.admin.ch	
Unfallgeschehen	Unfallstelle (beide Kurven der Uitikonstrasse gemäss Abbildung) mit total 23 Unfällen in den Jahren 2018-2020. Unfallbeteiligung: 18 Personenwagen, 3 Motorräder, 2 Lieferwagen, 2 unbekannt, 1 Fahrrad. Alter der Beteiligten: 30 Personen zwischen 18 und 65, 0 Kinder, 1 Senioren, 2 unbekannt. Hauptmuster: Selbst- und Schleuderunfälle insbesondere in den Kurven.
Mögliche Ursachen und Anknüpfungspunkte	- Hauptursache ist «nichtangepasste Geschwindigkeit», die Strecke wird auch als «Raserstrecke» bezeichnet. - Die nördlichere Kurve ist problematischer als die südlichere Kurve innerhalb der Markierung. - Die Zielgruppe ist klar definiert. Ein Ansatz könnte sein, einen ehemaligen Raser zu fragen, was ihn davon abgehalten hätte, zu rasen. - Ausbremsende Wellen scheinen eine gute Möglichkeit, um Raser mit ihren tiefergelegten Autos zu bremsen, andererseits wäre das ein Paradigmenwechsel im Ausserortsbereich, wo bisher die Dynamik im Vordergrund stand. - Es besteht die Möglichkeit, in den Portalbereichen beispielsweise mit Markierungen auf den kommenden «Gefahrenabschnitt» hinzuweisen.

Situation



Abbildung 23: Nördliche Kurve Blickrichtung Schlieren/Nord.



Abbildung 24: Südliche Kurve Blickrichtung Schlieren/Nord.

Generelle Feststellungen am USP	- Bei vielen Unfällen wurden Hinweise auf die Witterung oder Laub auf der Fahrbahn notiert. - Kurvenradien und Quergefälle sind unproblematisch. - Randlinien fehlen, Leitpfosten sind vorhanden. Leitpfeile sind nur in der nördlichen Kurve angebracht. - Die Griffigkeit der Fahrbahn weist Verbesserungspotenzial auf und ist auf solchen Strecken wesentlich.
Einhaltung der Normen	- Die Normen sind eingehalten.
Rahmenbedingungen	Insbesondere Ortskundige fahren zu schnell. Die Zielgruppe ist sehr klar definiert.
Mögliche SERFOR-Ansätze	Design Regel A) Orientierung geben: - Leitpfosten könnten bereits mit bestehender Norm verdichtet werden. – Mehr Leitpfosten => salienter, suggeriert Gefahr. Dies würde auch die Design-Regel E) Prägnanz erhöhen unterstützen. - Farbige Leitlinien und Leitpfosten könnten ausprobiert werden. Dies würde ebenfalls die Design-Regel E) Prägnanz erhöhen unterstützen. - Die Kurvenpfeile dürften laut Norm (640 822) an einem USP grösser werden. Die Kapo Zürich hat damit gute Erfahrungen und die Wirksamkeit nachgewiesen. - Leitlinien könnten breiter werden, um die Strasse optisch zu verengen. Dies würde auch die Design-Regel B) Aufmerksamkeit lenken unterstützen. Design Regel B) Aufmerksamkeit lenken: - Transversale Rüttelstreifen vor den Kurven, um auf den Gefahrenabschnitt hinzuweisen. Design-Regel B) Aufmerksamkeit lenken und D) Konfliktgegner erkennen - Markierungen / Signalisierung im «Portalbereich», um auf den kommenden «Gefahrenabschnitt» hinzuweisen.
Diskussion	- Rüttelstreifen längs sind eher keine Lösung, da Rüttelstreifen für monotone Strecken hilfreich sind. - 3D-Aufkleber, die eine Welle simulieren sind eher keine Lösung, weil insbesondere Ortskundige zu schnell fahren. - zu ausbremsenden Wellen: gute Möglichkeit, um Raser mit ihren tiefergelegten Autos zu bremsen, andererseits wäre das ein Paradigmenwechsel im Ausserortsbereich, wo bisher die Dynamik im Vordergrund stand.

IV SER- und FOR-Ansätze

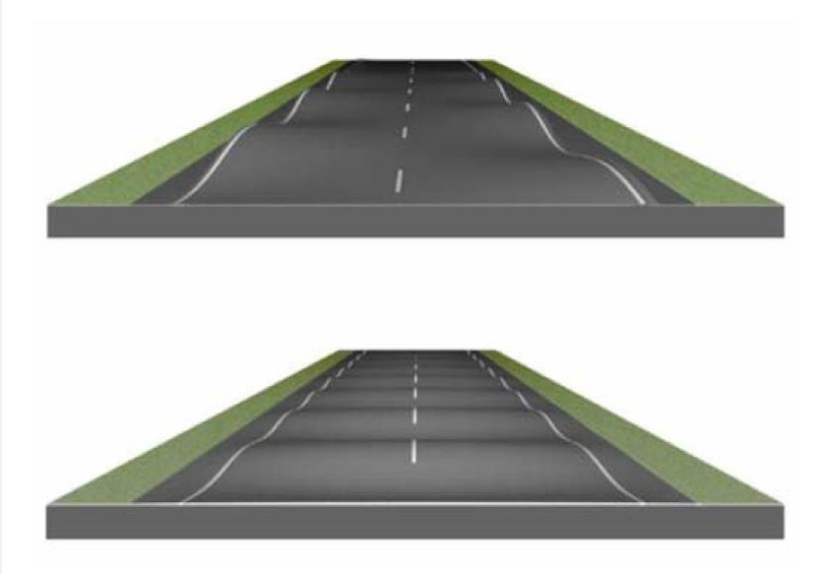
Nr	Bezeichnung	Kurzbeschreibung
1	Mittel-, Trenn- und Leitinsel	Mittelinsel: Inseln, die das Überqueren einer Strasse für Velofahrer und Fussgänger vereinfachen und Möglichkeiten für einen Zwischenstopp bieten sowie im Sinne der Standardisierung die Zufahrt ohne Vortritt verdeutlichen. Trenninsel: in Kreuzungsbereichen zur separierten Führung von Verkehrsströmen.
2	In der Dunkelheit leuchtende Markierungen	Die Farbe enthält ein photolumineszierendes Pulver, das sich tagsüber auflädt und nachts (bis zu 8 Stunden) langsam einen grünen Schimmer abgibt.
3	Anrauen des Belags	Durch Befahren hervorgerufenes Geräusch, welches sich in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit verändert.
4	Sinus-Schwellen ("Kobi"-Schwelle)	Temporäre Komfortsenkung durch Schaukeln/Schütteln infolge sinusförmiger, lokaler Schwellen. Die Aufmerksamkeit des Fahrers soll erhöht werden.
5	Transversale Rüttelstreifen	Anbringen von transversalen Rüttelstreifen zur Steigerung der Orientierung, indem die Oberflächenbeschaffenheit verändert wird. Dabei soll die Länge und Tiefe der Rüttelstreifen so ausgestaltet werden, damit der Komfort für der Velofahrenden gewährleistet ist.
6	Rüttelstreifen mittig	Hör- und spürbare Warnung, meist eingedrückt in den Asphalt. Gibt es in dieser Form (also mittig) in der CH noch nicht. Nicht zu verwechseln mit «singender Li-nie», diese wäre nur durch Markierungen erzeugt.
7	Rüttelstreifen zur äusseren Fahrbahnabgrenzung	Hör- und spürbare Warnmarkierung, meist eingedrückt in den Asphalt. Gibt es auch in CH bereits.
8	Reduktion der Anzahl Blinksignale	Generelle Reduktion der Anzahl der Blinksignale mit dem Ziel, dass die verbleibenden Blinksignale besser wahrgenommen werden.
9	Fussgängerstreifen leuchtend (adaptiv)	Lichter im Belag, die aktiviert werden, sobald Fussgänger die Strasse betreten. (passive Detektion oder aktives Drücken eines Knopfes, ATSSA, p.8).
10	Beleuchtete Strassenrandmarkierungen	Beleuchtete Strassenrandmarkierung, vor allem für die bessere Erkennbarkeit von Kurven. Auch tagsüber sichtbar.
11	Staudetektor und -warner	Schild, das bei Stau automatisch aufleuchtet, gekoppelt mit System, welches Stau detektiert.
12	Adaptives Warnschild Falschfahrer	Warnschild, das aktiviert wird, sobald ein Fahrer in die falsche Richtung fährt (z.B. Autobahnausfahrt).
13	Reflektorfolien für Verkehrsschilder	Verbesserte retroreflektierende Folien für bessere Sichtbarkeit der Signalisation. Nicht mehr Glasperlen auf Aluminiumträger, sondern «Diamond Grade». Sichtbarkeit bis 1500 Fuss.
14	Leuchtende, adaptive Chevron Schilder	Schilder zur besseren Erkennung von Kurven.
15	Realitätsnahe Strassenschilder	Anpassung des Strassenschilds an die Realität. --> weniger vereinfacht (vor allem nach baulichen Änderungen am Strassenverlauf).
16	Durch Fahrzeuge aktivierte Schilder	Temporär gültige Schilder, Inhalt hervorgerufen durch Verhalten anderer/mehrerer Verkehrsteilnehmende.
17	Durch Wildtiere aktivierte Schilder	Tieraktivierte Systeme, die meist entweder auf der Radar- oder der wärmeempfindlichen Infrarot-Erfassung von Tieren in der Nähe der Fahrbahn basieren, um die Beleuchtung eines digitalen Strassenschildes auszulösen.
18	Standardisierung Baustellenführung	Durch eine standardisierte Signalisation und Verkehrslenkungsphilosophie werden Baustellenbereiche selbsterklärender, d.h. vor allem die Linienführung wird leichter und besser erkennbar, sie ist überall einheitlicher und intuitiv.
19	3D Mittellinie	Rein optischer 3D Mittelstreifen, um Geschwindigkeit zu reduzieren. Der visuelle Unterschied soll den Fahrer bezüglich Geschwindigkeitswahl gleich beeinflussen wie ein physischer Unterschied.
20	Transversale Markierungen der Mittellinie	Verschmälerung der Fahrbahn durch zusätzliche Quermarkierungen in der Fahrbahnmitte. Soll vor allem Überholvorgänge vermeiden. Visuelles, akustisches und haptisches Feedback an den Fahrer bei Überholvorgängen oder Annähern an die Mittellinie.

Nr	Bezeichnung	Kurzbeschreibung
21	Überbreite Mittellinienmarkierung	Dauerhafte Einengung der Fahrbahnbreiten zur Vermeidung von Überholvorgängen und zur Reduktion der gefahrenen Geschwindigkeiten. Visuelle (z.T. hörbare) Untermauerung eines Überholverbots, u.U. Einfluss auf die Geschwindigkeit.
22	Höchstgeschwindigkeitsabhängige Mittellinienmarkierung	Verkürzung der Mittellinien bei tiefen Geschwindigkeiten, mit dem Ziel, das Geschwindigkeitsverhalten durch die Änderung der Frequenz der Linien aus Sicht des Fahrers zu beeinflussen.
23	Kernfahrbahn ausserorts	Erhöhung der Aufmerksamkeit und Reduktion der Geschwindigkeit, weil nur noch eine zentrale Fahrbahn mit Randlinien als Ausweichmöglichkeit vorhanden ist (visuelle Einengung der Fahrbahn). Heute unüblich im Ausserortsbereich (ausser aus Platzgründen). Innerorts werden Kernfahrbahnen gebaut, um vor allem Velofahrenden mehr Platz einzuräumen. Das ist hier nicht das Ziel.
24	Verkehrstrennung durch Markierung (Velospur)	Z.B. Farblich ausgefüllte Velospur am Strassenrand.
25	Nebelpunkte	In Nebelzonen auf Autobahnen weisse Halbkreise aufgemalt. Aufgrund der Anzahl sichtbarer Punkte wird die Geschwindigkeit angepasst.
26	Transversale Markierungen der Fahrbahn-Randlinien	Die Markierungen vermitteln ein besseres Geschwindigkeitsgefühl und verursachen eine Reduktion der Geschwindigkeiten. Zusätzlich können sie auch als Entfernungsmassstab zu vorausfahrenden Fahrzeugen dienen. Zusätzlich auch optische Einengung der Fahrbahnbreite und dadurch Reduktion der Geschwindigkeit.
27	Transversale Rüttelstreifen	Durch das Rütteln vor einem heiklen Bereich wird der Fahrer aufmerksam.
28	Chevron Bodenmarkierung	Chevron Bodenmarkierungen, geben dem Fahrer das Gefühl, schneller zu fahren.
29	LANGSAM Bodenmarkierung	Bodenbeschriftung, z.B. vor Kreuzungen oder Kurven. Da beschrifteter Belag evtl. eher wahrgenommen wird als Tafeln.
30	Bepflanzung Seitenraum	Bepflanzungen geben Orientierung, helfen beim frühen Erkennen von Strassenelementen und fördern das Bewusstsein für die gefahrene Geschwindigkeit.
31	Entfernung Bepflanzung Seitenraum	Z.B. Beseitigung von Bäumen, um die Sicherheitszone zu verbessern / vergrössern.
32	Leiteinrichtungen (Pfosten, Katzenaugen, Randlinie, Leitpfeile, ...)	Die Elemente geben eine klare, optische Führung / Orientierung zum folgenden Streckenverlauf.
33	Lärmschutzwände unterschiedlicher Grösse und Farbe	Kreiert Fixpunkte, die die Aufmerksamkeit des Fahrers lenken. Auf langen, geraden Strassenabschnitten
34	Fahrzeugrückhaltesysteme und Anpralldämpfer	Fahrzeugrückhaltesysteme und Anpralldämpfer zur Minderung der Verletzungsschwere, falls ein Fahrzeug von der Fahrbahn abkommt.
35	Energieabsorbierende Struktur für Strassenlampen	Modulare, energieabsorbierende Struktur die an Strassenlampen, Schildern und anderen Elementen am Strassenrand angebracht werden kann.
36	Sichere Leitplanken	Verminderung der Auswirkungen im Falle eines run-off-road Unfalls.
37	Befestigte Bankette	Befestigte Bankette für bessere Kontrolle über das Fahrzeug. Damit die Geschwindigkeit nicht zu hoch gewählt wird, sollte beim Bankett eine andere Farbe gewählt werden. So wird die Wahrnehmung einer breiten Strasse verhindert.
38	Reduktion Sichtweiten	Eine zu hohe Sichtweite führt zu weniger Aufmerksamkeit und zu hoher Annäherungsgeschwindigkeiten bei Kreuzungen. Sichtschutz als Minderung der Sichtweite im Anfahrtsbereich, nicht bei der Kreuzung.
39	Tunnelwände mit Muster	Kreiert Fixpunkte, die die Aufmerksamkeit des Fahrers lenken. Auf langen, geraden Strassenabschnitten
40	Optische Kurvenelemente	Optische Betonung der Linienführung und des Kurvenradius durch farbige oder auch schwarz-weiße Elemente.
41	Farbige Geschwindigkeits-Randlinien	Je nach zu wählender Geschwindigkeit können Randlinien grün, gelb oder rot markiert werden. Grün = 80 km/h, gelb = 60 km/h, rot = langsamer als 60 km/h.
42	Generell Kreisel	Ausserorts sollen an Verzweigungen nur noch Kreisel zum Einsatz kommen.
43	Generell separate Velospur	Veloinfrastruktur soll ausserorts von der MIV Infrastruktur physisch getrennt werden.

Nr	Bezeichnung	Kurzbeschreibung
44	Kurvenmarkierung für Motorradfahrer	Bodenmarkierungen weisen den Motorradfahrer darauf hin, dass eine Kurvenfahrt zu nah an der Mittellinie die Gefahr mit sich bringt, mit dem Kopf und Oberkörper auf die Gegenfahrbahn zu kommen.
45	Rumble Strips/ Rüttelstreifen quer vor engen Kurven (Motorradstrecken)	Rüttelstreifen quer vor engen Kurven, hohe Wirksamkeit (SER) zur Prävention von Motorradunfällen auf beliebten und unfallträchtigen Motorradstrecken.
46	Mittelleitschwellen mit Baken (Motorradstrecken)	Mittelleitschwellen mit Baken, hohe Wirksamkeit (SER) zur Prävention von Gegenverkehrsunfällen (insb. Motorrad).
47	Unterfahrschutz für Leitplanken	Unterfahrschutz für Leitplanken, Wirksamkeit (FOR) zur Vermeidung von Verletzungen.
48	Flexible Leitpfosten	Leiteinrichtung (z.B. Leitpfosten) aus flexiblem Material, Wirksamkeit (FOR) zur Vermeidung von Verletzungen.

V Priorisierte SER- und FOR-Ansätze: Faktenblätter

Mittel-, Trenn- und Leitinsel (Nr. 1)					
Design-Regeln: ☐ A) Orientierung geben ☐ B) Aufmerksamkeit lenken ☒ C) Standardisierung fördern ☐ D) Konfliktgegner erkennen ☒ E) Prägnanz erhöhen ☐ F) Passive Sicherheit erhöhen	Netzelement: ☐ Strecke ☐ Knoten ☒ Querung ☐ Tunnel				
	Massnahme-Typ: baulich				
Bewertung:	Umsetzbarkeit Rechtlich zulässig: ja Hürden: keine	Wirksamkeit 	Innovation 		
Defizit: Fehlende Möglichkeit für eine sichere Querung; zu unübersichtliche Kreuzung		Mögliche negative Wirkungen: Anprall an die Insel als neues Risiko, je nach Gestaltung der Insel.			
					
Abbildung 25: Quelle: EBP					
Kurzbeschreibung: Eine Mittelinsel hilft Velofahrenden und Fussgängerinnen und Fussgängern eine Strasse zu überqueren, indem sie eine Möglichkeit für einen Zwischenstopp bietet. Zudem verdeutlicht sie Sinne der Standardisierung die Zufahrt ohne Vortritt. Eine Trenninsel in Kreuzungsbereichen dient der separierten Führung von Verkehrsströmen.					
Relevanz: 9% aller Unfälle auf Haupt- und Nebenstrassen Ausserorts auf Haupt- und Nebenstrassen wurden in fünf Jahren 156 Unfälle mit querenden Fussgängern polizeilich registriert. Relevante Unfälle im Bereich von Verzweigungen (Kollision beim Linksabbiegen mit Gegenverkehr, Kollisionen beim Linkseinbiegen mit von links oder rechts kommenden Fahrzeugen, Kollisionen beim Rechtseinbiegen mit von rechts kommenden Fahrzeugen) wurden 1808 registriert.-					

Sinus-Schwellen ("Kobi"-Schwelle) (Nr. 4)			
Design-Regeln: ☐ A) Orientierung geben ☒ B) Aufmerksamkeit lenken ☐ C) Standardisierung fördern ☐ D) Konfliktgegner erkennen ☐ E) Prägnanz erhöhen ☐ F) Passive Sicherheit erhöhen		Netzelement: ☒ Strecke ☐ Knoten ☐ Querung ☐ Tunnel	
		Massnahme-Typ: Belag	
Bewertung:	Umsetzbarkeit	Wirksamkeit	Innovation
	Rechtlich zulässig: ja Hürden: ja, politisch/Akzeptanz		
Defizit: Fehlende Anhaltspunkte für eine sichere Geschwindigkeitswahl; Belag ist gut, monotone Strecke.		Mögliche negative Wirkungen: Wird beim automatisierten Fahren ein unnötiger Diskomfort. Zu schnelle Motorradfahrer und Motorradfahrerinnen könnten stürzen.	
			
Abbildung 26: Quelle: Herrstedt (2006) [16].			
Kurzbeschreibung: Die lokalen, sinusförmigen Schwellen führen zu einer temporären Komfortsenkung durch Schaukeln und Schütteln. Die Aufmerksamkeit des Fahrers soll dadurch erhöht werden.			
Relevanz: 18% aller Unfälle auf Haupt- und Nebenstrassen Auf geraden Strecken und in Kurven ausserorts wurden 3263 Selbstunfälle und 481 Frontalkollisionen polizeilich registriert.			

Rüttelstreifen mittig (Nr. 6)			
Design-Regeln: ☒ A) Orientierung geben ☐ B) Aufmerksamkeit lenken ☐ C) Standardisierung fördern ☐ D) Konfliktgegner erkennen ☐ E) Prägnanz erhöhen ☒ F) Passive Sicherheit erhöhen		Netzelement: ☒ Strecke ☐ Knoten ☐ Querung ☒ Tunnel	
		Massnahme-Typ: baulich	
Bewertung:	Umsetzbarkeit	Wirksamkeit	Innovation
	Rechtlich zulässig: situativ abzuklären Hürden: ja, politisch / Akzeptanz		
Defizit: Fehlende oder nicht optimierte Mittellinie.		Mögliche negative Wirkungen: Wird beim automatisierten Fahren ein unnötiger Dis- komfort. Zu schnelle Motorradfahrer könnten stürzen.	
			
Abbildung 27: Quelle: American Traffic Safety Services Association ATSSA (2016) [17].			
Kurzbeschreibung: Die Rüttelstreifen sind meist eingedrückt in den Asphalt und führen zu einer hör- und spürbaren Warnung. In der Schweiz gibt bisher keine solchen Rüttelstreifen mittig, jedoch «singende Linien», welche durch Markierungen erzeugt werden.			
Relevanz: 35% aller Unfälle auf Haupt- und Nebenstrassen Auf Haupt- und Nebenstrassen ausserorts wurden 6'042 Schleuder- und Selbstunfälle sowie 1'240 Frontalkollisionen registriert, bei denen die Geschwindigkeit nicht Hauptursache war. Explizit erwähnt sind die Unfallursachen Ungenügendes Rechtsfahren und Überschreiten der Mittellinie in 124 der obengenannten Selbst- und Schleuderunfällen und in 477 der genannten Frontalkollisionen.			

Rüttelstreifen zur äusseren Fahrbahnabgrenzung (Nr. 7)			
Design-Regeln: ☒ A) Orientierung geben ☐ B) Aufmerksamkeit lenken ☐ C) Standardisierung fördern ☐ D) Konfliktgegner erkennen ☐ E) Prägnanz erhöhen ☒ F) Passive Sicherheit erhöhen		Netzelement: ☒ Strecke ☐ Knoten ☐ Querung ☒ Tunnel	
		Massnahme-Typ: baulich	
Bewertung:	Umsetzbarkeit	Wirksamkeit	Innovation
	Rechtlich zulässig: ja Hürden: ja, politisch / Akzeptanz		
Defizit: Fehlende oder nicht optimierte Randlinie.		Mögliche negative Wirkungen: Wird beim automatisierten Fahren ein unnötiger Diskomfort. Zu schnelle Motorradfahrer könnten stürzen. Diskomfort für Velofahrer.	
			
Abbildung 28: Quelle: American Traffic Safety Services Association ATSSA (2016) [17].			
Kurzbeschreibung: Die Rüttelstreifen sind meist eingedrückt in den Asphalt und führen zu einer hör- und spürbaren Warnung. Seitliche Rüttelstreifen dieser Art gibt es in der Schweiz bereits.			
Relevanz: 20% aller Unfälle auf Haupt- und Nebenstrassen Auf Haupt- und Nebenstrassen ausserorts wurden 1471 Schleuder- und Selbstunfälle ohne Kollision und 2732 Schleuder- und Selbstunfälle mit Kollision mit Hindernis ausserhalb der Fahrbahn registriert, bei denen die Geschwindigkeit nicht die Hauptursache war.			

Staudetektor und -warner (Nr. 11)			
Design-Regeln: ☐ A) Orientierung geben ☒ B) Aufmerksamkeit lenken ☐ C) Standardisierung fördern ☐ D) Konfliktgegner erkennen ☐ E) Prägnanz erhöhen ☐ F) Passive Sicherheit erhöhen		Netzelement: ☒ Strecke ☐ Knoten ☐ Querung ☐ Tunnel Massnahme-Typ: Signalisation	
Bewertung:	Umsetzbarkeit	Wirksamkeit	Innovation
	Rechtlich zulässig: ja Hürden: keine		
Defizit: Geringe Erkennbarkeit eines Staus auf für Staus bekannten Strassenabschnitten.		Mögliche negative Wirkungen: Im Rahmen des Projekts wurden keine negativen Wirkungen identifiziert.	
 Abbildung 29: Quelle: www.automobilrevue.ch (Download 08.04.2022) [18].			
Kurzbeschreibung: Ein adaptives Hinweisschild detektiert Stau und leuchtet bei Stau automatisch auf.			
Relevanz: 3% aller Unfälle auf Haupt- und Nebenstrassen Auf Haupt- und Nebenstrassen bei stockender oder stehender Kolonne wurden 666 Auffahrkollisionen beim Vorwärtsfahren registriert.			

Reflektorfolien für Verkehrsschilder (Nr. 13)			
Design-Regeln: ☐ A) Orientierung geben ☒ B) Aufmerksamkeit lenken ☐ C) Standardisierung fördern ☐ D) Konfliktgegner erkennen ☒ E) Prägnanz erhöhen ☐ F) Passive Sicherheit erhöhen		Netzelement: ☒ Strecke ☒ Knoten ☒ Querung ☐ Tunnel	
		Massnahme-Typ: Signalisation	
Bewertung:	Umsetzbarkeit	Wirksamkeit	Innovation
	Rechtlich zulässig: ja Hürden: keine		
Defizit: Hinweisschilder werden insbesondere bei schlechten Lichtverhältnissen übersehen.		Mögliche negative Wirkungen: Im Rahmen des Projekts wurden keine negativen Wirkungen identifiziert.	
 Engineer Grade Beaded High Intensity Prismatic DG³ <i>Abbildung 30: Quelle: 3M (o.J.) [19].</i>			
Kurzbeschreibung: Dank verbesserten, retroreflektierenden Folien wird die Signalisation insbesondere bei schlechter Sicht besser erkannt. Für die Herstellung der Folien werden nicht mehr Glasperlen auf Aluminiumträger, sondern «Diamond Grade» verwendet. Die Sichtbarkeit erhöht sich gemäss Quelle auf 1'500 Fuss.			
Relevanz: 1% aller Unfälle auf Haupt- und Nebenstrassen Unfälle bei schlechten Lichtverhältnissen mit Hauptursache Missachten des Vortrittssignals «Stop», Missachten des Vortrittssignals «Kein Vortritt» oder Missachten eines Signals wurden 254 registriert.			

Standardisierung Baustellenführung (Nr. 18)			
Design-Regeln: ☒ A) Orientierung geben ☐ B) Aufmerksamkeit lenken ☒ C) Standardisierung fördern ☐ D) Konfliktgegner erkennen ☐ E) Prägnanz erhöhen ☐ F) Passive Sicherheit erhöhen		Netzelement: ☐ Strecke ☒ Knoten ☒ Querung ☐ Tunnel	
		Massnahme-Typ: Signalisation – Pfeile	
Bewertung:	Umsetzbarkeit	Wirksamkeit	Innovation
	Rechtlich zulässig: ja Hürden: keine		
Defizit: Nicht einheitliche Gestaltung		Mögliche negative Wirkungen: Im Rahmen des Projekts wurden keine negativen Wirkungen identifiziert.	
			
Abbildung 31: Quelle: www.oltner.tagblatt.ch [20].		Abbildung 32: Quelle: www.thuner.tagblatt.ch [21].	
Kurzbeschreibung: Durch eine standardisierte Signalisation und Verkehrslenkungsphilosophie werden Baustellenbereiche selbst-erklärender, d.h. vor allem die Linienführung wird leichter und besser erkennbar; sie ist überall einheitlicher und intuitiv.			
Relevanz: 1% aller Unfälle auf Haupt- und Nebenstrassen Auf Haupt- und Nebenstrassen wurden 195 Baustellenunfälle registriert, welche nicht Auffahrkollisionen waren.			

Transversale Markierungen der Mittellinie (Nr. 20)			
Design-Regeln: ☒ A) Orientierung geben ☐ B) Aufmerksamkeit lenken ☐ C) Standardisierung fördern ☐ D) Konfliktgegner erkennen ☐ E) Prägnanz erhöhen ☐ F) Passive Sicherheit erhöhen		Netzelement: ☒ Strecke ☐ Knoten ☐ Querung ☐ Tunnel	
		Massnahme-Typ: Markierungen längs - Fahrbahnmitte	
Bewertung:	Umsetzbarkeit	Wirksamkeit	Innovation
	Rechtlich zulässig: nein Hürden: keine weiteren Hürden		
Defizit: Fehlende oder nicht optimierte Mittellinie.		Mögliche negative Wirkungen: Durch einen ziehenden Effekt könnte die Geschwindigkeit zu hoch gewählt werden.	
			
Abbildung 34: Quelle: Herrstedt (2006) [16].		Abbildung 33: Quelle: Herrstedt (2006) [16].	
Kurzbeschreibung: Die Fahrbahn wird durch zusätzliche Quermarkierungen in der Fahrbahnmitte optisch verschmälert. So sollen vor allem Überholvorgänge vermieden werden. Ein visuelles, akustisches und haptisches Feedback an den Fahrer wird bei Überholvorgängen oder Annähern an die Mittellinie erzeugt. Ein Gewöhnungseffekt könnte die Wirkung nach einer gewissen Zeit verringern.			
Relevanz: 42% aller Unfälle auf Haupt- und Nebenstrassen Auf Haupt- und Nebenstrassen ausserorts wurden 2'108 Schleuder- und Selbstunfälle ohne Kollision und 4'883 Schleuder- und Selbstunfälle mit Kollision mit Hindernis ausserhalb der Fahrbahn registriert. Zusätzlich wurden 1'659 Frontalkollisionen registriert.			

Überbreite Mittellinienmarkierung (Nr. 21)			
Design-Regeln: ☒ A) Orientierung geben ☐ B) Aufmerksamkeit lenken ☐ C) Standardisierung fördern ☐ D) Konfliktgegner erkennen ☐ E) Prägnanz erhöhen ☐ F) Passive Sicherheit erhöhen		Netzelement: ☒ Strecke ☐ Knoten ☐ Querung ☐ Tunnel Massnahme-Typ: Markierungen längs - Fahrbahnmitte	
Bewertung:	Umsetzbarkeit	Wirksamkeit	Innovation
	Rechtlich zulässig: nein Hürden: keine weiteren Hürden		
Defizit: Fehlende oder nicht optimierte Mittellinie		Mögliche negative Wirkungen: Gewöhnungseffekt könnte die Wirkung nach einer gewissen Zeit verringern. Ziehender Effekt.	
			
Abbildung 35: Quelle: Herrstedt (2006) [16].			
Kurzbeschreibung: Durch eine dauerhafte Einengung der Fahrbahnbreiten sollen Überholvorgänge vermieden werden und die gefahrenen Geschwindigkeiten gesenkt werden. Die Markierung dient also einer visuellen (z.T. hörbaren) Untermuerung eines Überholverbots und hat unter Umständen einen Einfluss auf die Geschwindigkeitswahl.			
Relevanz: 42% aller Unfälle auf Haupt- und Nebenstrassen Auf Haupt- und Nebenstrassen ausserorts wurden 2'108 Schleuder- und Selbstunfälle ohne Kollision und 4'883 Schleuder- und Selbstunfälle mit Kollision mit Hindernis ausserhalb der Fahrbahn registriert. Zusätzlich wurden 1'659 Frontalkollisionen registriert.			

Kernfahrbahn ausserorts (Nr. 23)			
Design-Regeln: ☐ A) Orientierung geben ☒ B) Aufmerksamkeit lenken ☐ C) Standardisierung fördern ☐ D) Konfliktgegner erkennen ☐ E) Prägnanz erhöhen ☒ F) Passive Sicherheit erhöhen		Netzelement: ☒ Strecke ☐ Knoten ☐ Querung ☐ Tunnel	
		Massnahme-Typ: Markierungen längs - Fahrbahnrand/-mitte	
Bewertung:	Umsetzbarkeit	Wirksamkeit	Innovation
	Rechtlich zulässig: situativ abzuklären Hürden: neben den rechtlichen auch politisch / Akzeptanz		
Defizit: Fehlende Anhaltspunkte für die Wahl der sicheren Geschwindigkeit		Mögliche negative Wirkungen: Vortrittsverhältnisse sind nicht geklärt.	
			
Abbildung 36: Quelle: Herrstedt (2006) [16].		Abbildung 37: Quelle: Herrstedt (2006) [16].	
Kurzbeschreibung: Weil nur noch eine zentrale Fahrbahn mit Randlinien als Ausweichmöglichkeit vorhanden ist (visuelle Einarbeitung der Fahrbahn), wird die Aufmerksamkeit erhöht und die Geschwindigkeit reduziert. In der Schweiz im Ausserortsbereich ist der Ansatz unüblich (ausser aus Platzgründen). Innerorts werden Kernfahrbahnen gebaut, um vor allem Velofahrenden mehr Platz einzuräumen. Das ist ausserorts nicht das Ziel.			
Relevanz: 8% aller Unfälle auf Haupt- und Nebenstrassen Auf Nebenstrassen ohne Kreuzungen wurden 1'407 Selbst- und Schleuderunfälle sowie 173 Frontalunfälle registriert, deren Ursache Nichtanpassen der Geschwindigkeit an die Linienführung, an die Strassenverhältnisse, an die Verkehrsverhältnisse oder an die Sichtverhältnisse bzw. Überschreiten der signalisierten Höchstgeschwindigkeit oder ein anderes Fehlverhalten im Zusammenhang mit der Geschwindigkeit war.			

Transversale Markierungen der Fahrbahn-Randlinien (Nr. 26)			
Design-Regeln: ☒ A) Orientierung geben ☒ B) Aufmerksamkeit lenken ☐ C) Standardisierung fördern ☐ D) Konfliktgegner erkennen ☐ E) Prägnanz erhöhen ☐ F) Passive Sicherheit erhöhen		Netzelement: ☒ Strecke ☐ Knoten ☐ Querung ☐ Tunnel	
		Massnahme-Typ: Markierungen quer	
Bewertung:	Umsetzbarkeit	Wirksamkeit	Innovation
	Rechtlich zulässig: nein Hürden: keine weiteren Hürden		
Defizit: Fehlende Anhaltspunkte für die Wahl der sicheren Geschwindigkeit auf Streckenabschnitten.		Mögliche negative Wirkungen: Gewöhnungseffekt könnte die Wirkung nach einer gewissen Zeit verringern.	
			
Abbildung 38: Quelle: Federal Highway Administration FHWA (2018) [22].			
Kurzbeschreibung: Die Markierungen vermitteln ein besseres Geschwindigkeitsgefühl und verursachen eine Reduktion der Geschwindigkeiten. Zusätzlich können sie auch als Entfernungsmassstab zu vorausfahrenden Fahrzeugen dienen. Durch die optische Einengung der Fahrbahnbreite wird die Geschwindigkeit reduziert.			
Relevanz: 21% aller Unfälle auf Haupt- und Nebenstrassen Auf Haupt- und Nebenstrassen wurden 4'355 Unfälle registriert, deren Ursache Nichtanpassen der Geschwindigkeit an die Linienführung, an die Strassenverhältnisse, an die Verkehrsverhältnisse oder an die Sichtverhältnisse bzw. Überschreiten der signalisierten Höchstgeschwindigkeit oder ein anderes Fehlverhalten im Zusammenhang mit der Geschwindigkeit war.			

Bepflanzung Seitenraum (Nr. 30)					
Design-Regeln:	☒	A) Orientierung geben	Netzelement:	☒	Strecke
	☐	B) Aufmerksamkeit lenken		☐	Knoten
	☐	C) Standardisierung fördern		☐	Querung
	☐	D) Konfliktgegner erkennen		☐	Tunnel
☐	E) Prägnanz erhöhen	Massnahme-Typ:			
☐	F) Passive Sicherheit erhöhen	Strassenraumgestaltung			
Bewertung:	Umsetzbarkeit	Wirksamkeit	Innovation		
	Rechtlich zulässig: ja. Hürden: keine.				
Defizit:		Mögliche negative Wirkungen:			
Fehlende Anhaltspunkte für die Wahl der sicheren Geschwindigkeit auf Streckenabschnitten.		Im Rahmen des Projekts wurden keine negativen Wirkungen identifiziert.			
 Abbildung 39: Quelle: World Road Association PIARC (2016) [23].  Abbildung 40: Quelle: World Road Association PIARC (2016) [23].					
Kurzbeschreibung:					
Bepflanzungen geben Orientierung, helfen beim frühen Erkennen von Strassenelementen und fördern das Bewusstsein für die gefahrene Geschwindigkeit.					
Relevanz: 21% aller Unfälle auf Haupt- und Nebenstrassen					
In Kurven wurden 973 Selbst- und Schleuderunfälle ohne Kollision und 3'370 Selbst- und Schleuderunfälle mit Kollision mit einem Hindernis ausserhalb der Fahrbahn registriert.					

Entfernung Bepflanzung Seitenraum (Nr. 31)			
Design-Regeln: ☒ A) Orientierung geben ☐ B) Aufmerksamkeit lenken ☐ C) Standardisierung fördern ☐ D) Konfliktgegner erkennen ☒ E) Prägnanz erhöhen ☒ F) Passive Sicherheit erhöhen		Netzelement: ☐ Strecke ☒ Knoten ☒ Querung ☐ Tunnel	
		Massnahme-Typ: Strassenraumgestaltung	
Bewertung:	Umsetzbarkeit	Wirksamkeit	Innovation
	Rechtlich zulässig: ja. Hürden: keine.		
Defizit: Sicherheitszone ist zu klein. Bei einem Unfall prallt das Fahrzeug gegen ungünstige Bepflanzung.		Mögliche negative Wirkungen: Es besteht die Gefahr, dass die Design Regel Orientierung geben weniger gut erfüllt wird.	
  Abbildung 41: Quelle: BFU. Linkes Bild: Vor Entfernung der Bepflanzung. Rechtes Bild: Nach Entfernung der Bepflanzung zur Erweiterung der Sichtlinien.			
Kurzbeschreibung: Z.B. Beseitigung von Bäumen, um die Sicherheitszone zu verbessern / vergrössern.			
Relevanz: 23% aller Unfälle auf Haupt- und Nebenstrassen Es wurden 4'883 Selbst- und Schleuderunfälle mit Kollision mit Hindernis ausserhalb der Fahrbahn registriert.			

Leiteinrichtungen (Nr. 32)			
Design-Regeln: ☒ A) Orientierung geben ☒ B) Aufmerksamkeit lenken ☐ C) Standardisierung fördern ☐ D) Konfliktgegner erkennen ☐ E) Prägnanz erhöhen ☐ F) Passive Sicherheit erhöhen	Netzelement: ☒ Strecke ☐ Knoten ☐ Querung ☐ Tunnel		Massnahme-Typ: Strassenraumgestaltung
	Bewertung:	Umsetzbarkeit Rechtlich zulässig: ja. Hürden: keine.	Wirksamkeit 
Defizit: Fehlende oder nicht optimierte Leitpfosten		Mögliche negative Wirkungen: Im Rahmen des Projekts wurden keine negativen Wirkungen identifiziert.	
 Abbildung 42: Quelle: EBP Schweiz AG (2021) [24].		 Abbildung 43: Quelle: Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr (2021) [25].	
Kurzbeschreibung: Die Elemente geben eine klare, optische Führung / Orientierung zum folgenden Streckenverlauf. z.B. Pfosten, Katzenaugen, Randlinie, Leitpfeile, ...			
Relevanz: 21% aller Unfälle auf Haupt- und Nebenstrassen In Kurven wurden 973 Selbst- und Schleuderunfälle ohne Kollision und 3370 Selbst- und Schleuderunfälle mit Kollision mit einem Hindernis ausserhalb der Fahrbahn registriert.			

Befestigte Bankette (Nr. 37)					
Design-Regeln: ☐ A) Orientierung geben ☐ B) Aufmerksamkeit lenken ☐ C) Standardisierung fördern ☐ D) Konfliktgegner erkennen ☐ E) Prägnanz erhöhen ☒ F) Passive Sicherheit erhöhen	Netzelement: ☒ Strecke ☐ Knoten ☐ Querung ☐ Tunnel				
	Massnahme-Typ:				
	Strassenraumgestaltung				
Bewertung:	Umsetzbarkeit	Wirksamkeit	Innovation		
	Rechtlich zulässig: situativ abzuklären Hürden: finanziel (Bau).				
Defizit: Schmale Fahrbahn und fehlende Ausstellflächen.		Mögliche negative Wirkungen: Zu breite Bankette könne zu höherer Geschwindigkeit führen, da das Risiko weniger wahrgenommen wird.			
 Abbildung 44: Quelle: CEDR (2012) [26].					
Kurzbeschreibung: Befestigte Bankette für bessere Kontrolle über das Fahrzeug. Damit Geschwindigkeit nicht zu hoch gewählt wird, sollte beim Bankett eine andere Farbe gewählt werden. So wird die Wahrnehmung einer breiten Strasse verhindert.					
Relevanz: 42% aller Unfälle auf Haupt- und Nebenstrassen Auf Haupt- und Nebenstrassen ausserorts wurden 2'108 Schleuder- und Selbstunfälle ohne Kollision und 4'883 Schleuder- und Selbstunfälle mit Kollision mit Hindernis ausserhalb der Fahrbahn registriert. Zusätzlich wurden 1'659 Frontalkollisionen registriert.					

Reduktion Sichtweiten (Nr. 38)			
Design-Regeln:	☐ A) Orientierung geben	Netzelement:	☐ Strecke
	☒ B) Aufmerksamkeit lenken		☒ Knoten
	☐ C) Standardisierung fördern	☐ Querung	
	☐ D) Konfliktgegner erkennen	☐ Tunnel	
☐ E) Prägnanz erhöhen	Massnahme-Typ:	Strassenraumgestaltung	
☐ F) Passive Sicherheit erhöhen			
Bewertung:	Umsetzbarkeit	Wirksamkeit	Innovation
	Rechtlich zulässig: ja. Hürden: keine.		
Defizit:		Mögliche negative Wirkungen:	
Fehlende Anhaltspunkte für die Wahl der sicheren Geschwindigkeit und zu hohe Annäherungsgeschwindigkeiten am Knoten.		Sichtverdeckung, der Konfliktgegner wird zu spät erkannt.	
			
Abbildung 45: Quelle: EBP			
Kurzbeschreibung:			
Eine zu hohe Sichtweite führt zu weniger Aufmerksamkeit und zu hoher Annäherungsgeschwindigkeiten bei Kreuzungen. Sichtschutz als Minderung der Sichtweite im Anfahrtsbereich, nicht bei der Kreuzung.			
Relevanz: 10% aller Unfälle auf Haupt- und Nebenstrassen			
An Verzweigungen wurden 1'522 Unfälle Einbiegeunfälle und 628 Unfälle beim Überqueren der Fahrbahn registriert.			

Optische Kurvenelemente (Nr. 40)			
Design-Regeln: ☒ A) Orientierung geben ☒ B) Aufmerksamkeit lenken ☐ C) Standardisierung fördern ☐ D) Konfliktgegner erkennen ☐ E) Prägnanz erhöhen ☐ F) Passive Sicherheit erhöhen		Netzelement: ☒ Strecke ☐ Knoten ☐ Querung ☐ Tunnel Massnahme-Typ: Strassenraumgestaltung	
Bewertung:	Umsetzbarkeit	Wirksamkeit	Innovation
	Rechtlich zulässig: nein. Hürden: zusätzlich politisch/Akzeptanz.		
Defizit: Kurvenverlauf schlecht erkennbar		Mögliche negative Wirkungen: Im Rahmen des Projekts wurden keine negativen Wirkungen identifiziert.	
			
Abbildung 46: Quelle: PIARC (2016) [23].			
Kurzbeschreibung: Optische Betonung der Linienführung und des Kurvenradius durch farbige oder auch schwarz-weiße Elemente.			
Relevanz: 21% aller Unfälle auf Haupt- und Nebenstrassen In Kurven wurden 973 Selbst- und Schleuderunfälle ohne Kollision und 3370 Selbst- und Schleuderunfälle mit Kollision mit einem Hindernis ausserhalb der Fahrbahn registriert.			

Farbige Geschwindigkeits-Randlinien (Nr. 41)			
Design-Regeln:	☒ A) Orientierung geben	Netzelement:	☒ Strecke
	☐ B) Aufmerksamkeit lenken		☐ Knoten
	☐ C) Standardisierung fördern		☐ Querung
	☐ D) Konfliktgegner erkennen		☐ Tunnel
	☒ E) Prägnanz erhöhen	Massnahme-Typ:	
	☐ F) Passive Sicherheit erhöhen	Markierungen längs - Fahrbahnrand	
Bewertung:	Umsetzbarkeit	Wirksamkeit	Innovation
	Rechtlich zulässig: nein. Hürden: keine weiteren Hürden.		
Defizit:		Mögliche negative Wirkungen:	
Fehlende Anhaltspunkte für die Wahl der sicheren Geschwindigkeit entlang der Strecke.		Im Rahmen des Projekts wurden keine negativen Wirkungen identifiziert.	
 Abbildung 47: Quelle: Campagne (2005) [27].  Abbildung 48: Quelle: Campagne (2005) [27].  Abbildung 49: Quelle: Campagne (2005) [27].			
Kurzbeschreibung:			
Je nach zu wählender Geschwindigkeit können Randlinien grün, gelb oder rot markiert werden. Grün = 80 km/h, gelb = 60 km/h, rot = langsamer als 60 km/h.			
Relevanz: 21% aller Unfälle auf Haupt- und Nebenstrassen			
Auf Haupt- und Nebenstrassen wurden 4'355 Unfälle registriert, deren Ursache Nichtanpassen der Geschwindigkeit an die Linienführung, an die Strassenverhältnisse, an die Verkehrsverhältnisse oder an die Sichtverhältnisse bzw. Überschreiten der signalisierten Höchstgeschwindigkeit oder ein anderes Fehlverhalten im Zusammenhang mit der Geschwindigkeit war.			

Kurvenmarkierung für Motorradfahrende (Nr. 44)			
Design-Regeln:	☒ A) Orientierung geben	Netzelement: ☒ Strecke	
	☐ B) Aufmerksamkeit lenken	☐ Knoten	
	☐ C) Standardisierung fördern	☐ Querung	
	☐ D) Konfliktgegner erkennen	☐ Tunnel	
	☒ E) Prägnanz erhöhen	Massnahme-Typ:	
	☐ F) Passive Sicherheit erhöhen	Markierung	
Bewertung:	Umsetzbarkeit	Wirksamkeit	Innovation
	Rechtlich zulässig: nein. Hürden: keine (weiteren) Hürden.		
Defizit: Fehlende Anhaltspunkte für die Wahl der sicheren Fahrlinie für Motorradfahrende.		Mögliche negative Wirkungen: Im Rahmen des Projekts wurden keine negativen Wirkungen identifiziert.	
 Abbildung 50: Quelle: Schümann (2019) [28].			
Kurzbeschreibung: Bodenmarkierungen weisen den Motorradfahrer darauf hin, dass eine Kurvenfahrt zu nah an der Mittellinie die Gefahr mit sich bringt, mit dem Kopf und Oberkörper auf die Gegenfahrbahn zu kommen.			
Relevanz: 1% aller Unfälle auf Haupt- und Nebenstrassen In Kurven wurden 194 Frontalkollisionen mit Motorrad als Hauptverursacher registriert.			

Rüttelstreifen quer vor engen Kurven (Motorradstrecken) (Nr. 45)			
Design-Regeln: ☒ A) Orientierung geben ☐ B) Aufmerksamkeit lenken ☐ C) Standardisierung fördern ☐ D) Konfliktgegner erkennen ☒ E) Prägnanz erhöhen ☐ F) Passive Sicherheit erhöhen		Netzelement: ☒ Strecke ☐ Knoten ☐ Querung ☐ Tunnel	
		Massnahme-Typ: Baulich	
Bewertung:	Umsetzbarkeit	Wirksamkeit	Innovation
	Rechtlich zulässig: nein. Hürden: zusätzlich politisch/Akzeptanz.		
Defizit: Fehlende Anhaltspunkte für die Wahl der sicheren Geschwindigkeit im Bereich der Kurve.		Mögliche negative Wirkungen: Sturzgefahr für Radfahrer abwärts.	
			
Abbildung 51: Quelle: Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr (2021) [25].			
Kurzbeschreibung: Rüttelstreifen quer vor engen Kurven, hohe Wirksamkeit (SER) zur Prävention von Motorradunfällen auf beliebten und unfallträchtigen Motorradstrecken.			
Relevanz: 5% aller Unfälle auf Haupt- und Nebenstrassen In Kurven wurden 1'043 Unfälle mit Hauptverursacher Motorrad, deren Ursache Nichtanpassen der Geschwindigkeit an die Linienführung, an die Strassenverhältnisse, an die Verkehrsverhältnisse oder an die Sichtverhältnisse bzw. Überschreiten der signalisierten Höchstgeschwindigkeit oder ein anderes Fehlverhalten im Zusammenhang mit der Geschwindigkeit war.			

Glossar

Begriff	Bedeutung
ASTRA	Bundesamt für Strassen
BAYSIS	Bayrisches Strasseninformationssystem
BFU	Beratungsstelle für Unfallverhütung
FGSO	Farbliche Gestaltung von Strassenoberflächen
NFK	Normierungs- und Forschungskommission
MaKaU	Massnahmenkatalog gegen Unfallhäufungen
MEVASI	Plattform zur Erfassung von Massnahmen der Verkehrsinfrastruktur
SERFOR	Selbsterklärende und fehlerverzeihende Strassen <i>self-explaining roads = SER, forgiving roads = FOR</i>
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SiBe	Sicherheitsbeauftragte
SVI	Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute

Literaturverzeichnis

Dokumentation

- [1] Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu (Januar 2016), «**SERFOR: Voranalyse "Self Explaining and Forgiving Roads"**».
- [2] J. Theeuwes und H. Godthelp (Juni 1995), «**Self-explaining roads**», *Safety Science*, 19(2), 217-225.
- [3] RISER-Consortium (28. Februar 2006), «**Roadside Infrastructure for Safer European Roads**», *European Best Practice for Roadside Design: Guidelines for Roadside Infrastructure on New and Existing Roads*.
- [4] Rijkswaterstaat Zeeland (2010), «**Handleiding strepen op de weg**»; *Country Report - the Netherlands, 4th international symposium on Highway Geometric Design*.
- [5] Schermers G., Gardoso J., Elvik R., Weller G., Dietze M., Azeredo S., Charman S. (2014), «**Recommendations for the Development and Application of Evaluation Tools for Road Infrastructure Safety Management in the EU**». *Road Infrastructure Safety Management Evaluation Tools (RISMET)*, Deliverable No. 7. Brussels, ERA-NET ROAD.
- [6] RIPCORD-ISE-REST-Consortium (2008-2010), «**Road Infrastructure Safety Protection - Core Research and Development for Road Safety in Europe**».
- [7] RANKERS-Consortium (2005-2008), «**Ranking for European road safety**».
- [8] ERASER-Consortium (2010-2011), «**Evaluations to realise a common approach to self-explaining European Roads**».
- [9] J.L. Campbell (2012), «**National Cooperative Highway Research Program**», *American Association of State Highway and Transportation Officials AASHTO, and United States, eds. Human Factors Guidelines for Road Systems. 2nd ed. NCHRP Report 600. Washington, D.C: Transportation Research Board*.
- [10] Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, ZHAW et al. (in Bearbeitung), «**Verhaltensökonomische Ansätze zugunsten der Verkehrssicherheit**» Forschungsprojekt MFZ 20-00-A1 auf Antrag des Bundesamts für Strassen (ASTRA), lanciert durch die Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI 2019/006)
- [11] Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK (März 2014), «**Forschungspaket VeSPA: Synthesebericht Phase 1**», *Forschungsprojekt SVI 2012/001 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)*.
- [12] Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK (Dezember 2016), «**Forschungspaket VeSPA: Synthesebericht**», *Forschungsprojekt SVI 2012/001 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)*.
- [13] Bundesamt für Strassen ASTRA (Juli 2018), «**Statistische Analyse von Unfallzahlen**», *Forschungsprojekt VSS 2016/511*.
- [14] Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr (o.J.), «**Bayerisches Strasseninformationssystem BAYSIS**», [BAYSIS - Bayerisches Straßeninformationssystem \(bayern.de\)](https://www.bayern.de/bayrisches-strasseninformationssystem/baysis/).
- [15] Bundesanstalt für Strassenwesen bast (o.J.), «**Massnahmenkatalog gegen Unfallhäufungen MaKaU**», [MaKaU - Maßnahmenkatalog gegen Unfallhäufungen \(MaKaU\) \(bast.de\)](https://www.bast.de/ma_kau/).
- [16] L. Herrstedt (Oktober 2006), «**Self-explaining and Forgiving Roads – Speed Management in Rural Areas**», *ARRB Conference*.
- [17] American Traffic Safety Services Association ATSSA (2016), «**Innovative Safety Solutions with Pavement Markings and Delineation**».
- [18] **Automobile Revue**. www.automobilrevue.ch (Download 08.04.2022).
- [19] 3M (o.J.), «**What is retroreflectivity & why is it important**» [What is retroreflectivity & why is it important? \(3m.com\)](https://www.3m.com/what-is-retroreflectivity/).
- [20] Oltnertagblatt (o.J.). www.oltnertagblatt.ch.
- [21] Thuner Tagblatt (o.J.). www.thunertagblatt.ch.
- [22] Federal Highway Administration FHWA (Januar 2018), «**Self-Enforcing Roadways: A Guidance Report**».
- [23] World Road Association PIARC (2016), «**Human Factors Guidelines for a Safer Man-Road Interface**», *Design and Operation of Safer Road Infrastructure*.
- [24] EBP Schweiz AG (19. März 2021).
- [25] Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr (Februar 2021), «**Verkehrs und Unfallgeschehen auf Strassen des überörtlichen Verkehrs in Bayern**», *Ausgabe 2020*.

-
- [26] Conférence Européenne des Directeurs des Routes CEDR (November 2012), «**Forgiving roadsides design guide**».
-
- [27] D. M. Campagne (September 2005), «**Road speed colour coding and traffic speed control: an applied psychology approach**», *Traffic Engineering and Control*, 46(8), 292-295.
-
- [28] Winkelbauer M., Schneider F., Tauschmann J., Strnad B., Radon S., Ortner H., Zischka M. (2021): «**Sondermarkierungen Motorradverkehr - Evaluierung**», KFV – Sicher leben. Band 30.
-

Normen

Die relevantesten Normen für den Ausserortsbereich

-
- [29] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), «**Linienführung; Elemente der horizontalen Linienführung**», VSS 40 100.
-
- [30] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2020), «**Linienführung; Elemente der vertikalen Linienführung**», VSS 40 110.
-
- [31] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), «**Linienführung; Optische Anforderungen**», VSS 40 140.
-
- [32] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), «**Geometrisches Normalprofil; Grundabmessungen und Lichtraumprofil der Verkehrsteilnehmer, inkl. Anhänge 1 und 2**», VSS 40 201.
-
- [33] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), «**Knoten; Knotenelemente**», VSS 40 251.
-
- [34] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2020), «**Knoten; Knoten in einer Ebene (ohne Kreisverkehr)**», VSS 40 262.
-
- [35] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), «**Knoten; Knoten mit Kreisverkehr**», VSS 40 263.
-
- [36] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), «**Knoten; Sichtverhältnisse in Knoten in einer Ebene**», VSS 40 273.
-
- [37] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2022), «**Leiteinrichtungen; Art, Ausführung und Anordnung**», SN 640 822.
-
- [38] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2021), «**Markierungen; Anwendungsbeispiele für Haupt- und Nebenstrassen**», SN 640 862.
-

Weitere Normen

-
- [39] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2016), «**Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr; Fussgängerstreifen**», VSS 40 241.
-
- [40] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2022), «**Projektierung, Grundlage (in Erarbeitung)**», VSS 40 040.
-
- [41] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2022), «**Strassentypen; Hauptstrassen (in Erarbeitung)**», VSS 40 043.
-
- [42] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2022), «**Strassentypen; Nebenstrassen (in Erarbeitung)**», VSS 40 044.
-
- [43] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1994), «**Leichter Zweiradverkehr; Grundlagen**», SN 640 060.
-
- [44] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2001), «**Führung des leichten Zweiradverkehr auf Strassen mit öffentlichem Verkehr**», SN 640 064.
-
- [45] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2007), «**Fussgängerverkehr, Grundnorm**», SN 640 070.
-
- [46] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), «**Projektierung, Grundlagen; Geschwindigkeit als Projektierungselement**», VSS 40 080.
-
- [47] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), «**Projektierung, Grundlagen; Sichtweiten**», VSS 40 090.
-
- [48] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), «**Verbreiterung der Fahrbahn in Kurven**», VSS 40 105.
-
- [49] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), «**Linienführung; Quergefälle in Geraden und Kurven, Quergefallsänderung**», VSS 40 120.
-
- [50] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), «**Linienführung; Zusatzstreifen in Steigungen und Gefällen**», VSS 40 138.
-

-
- [51] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), „**Geometrisches Normalprofil; Allgemeine Grundsätze, Begriffe und Elemente**“, VSS 40 200.
-
- [52] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), „**Geometrisches Normalprofil; Erarbeitung**“, VSS 40 202.
-
- [53] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), „**Entwurf des Strassenraums; Gestaltungselemente**“, VSS 40 212.
-
- [54] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), „**Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr; Grundlagen**“, VSS 40 240.
-
- [55] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), „**Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr; Unterführungen**“, VSS 40 246.
-
- [56] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), „**Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr; Überführungen**“, VSS 40 247.
-
- [57] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), „**Knoten; Führung des Veloverkehrs**“, VSS 40 252.
-
- [58] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), „**Knoten; Kreuzungsfreie Knoten**“, VSS 40 261.
-
- [59] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), „**Kontrolle der Befahrbarkeit, inkl. Beilagen**“, VSS 40 271.
-
- [60] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), „**Knoten; Sichtverhältnisse in Knoten in einer Ebene**“, VSS 40 273.
-
- [61] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2003), „**Strassenentwässerung; Grundlagen**“, SN 640 340.
-
- [62] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), „**Strassenentwässerung; Aufsätze und Abdeckungen**“, VSS 40 366.
-
- [63] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), „**Eigenschaften der Fahrbahnoberflächen - Anforderungen**“, VSS 40 525.
-
- [64] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2018), „**Passive Sicherheit im Strassenraum; Grundnorm**“, SN 640 560.
-
- [65] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2021), „**Passive Sicherheit im Strassenraum; Fahrzeug-Rückhaltesysteme**“, VSS 40 561.
-
- [66] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), „**Passive Sicherheit im Strassenraum; Tragkonstruktionen der Strassenausstattung**“, VSS 40 569.
-
- [67] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2014), „**Grünräume; Grundlagen und Projektierung**“, SN 640 660.
-
- [68] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2022), „**Leiteinrichtungen; Art, Ausführung und Anordnung**“, VSS 40 822.
-
- [69] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2021), „**Signale; Anordnung an Haupt- und Nebenstrassen**“, VSS 40 846.
-
- [70] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2021), „**Signale; Anordnung an Kreisverkehrsplätzen**“, VSS 40 847.
-
- [71] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2005), „**Markierungen; Ausgestaltung und Anwendungsbereiche**“, SN 640 850.
-
- [72] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2021), „**Besondere Markierungen; Anwendungsbereiche, Formen und Abmessungen**“, VSS 40 851.
-
- [73] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), „**Markierungen; Anordnung auf Autobahnen und Autostrassen**“, VSS 40 854.
-
- [74] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2021), „**Markierungen; Anwendungsbeispiele für Haupt- und Nebenstrassen**“, VSS 40 862.
-
- [75] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), „**Bushaltestellen**“, VSS 40 880.
-
- [76] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), „**Temporäre Signalisation, Leiteinrichtungen; Signalisation von Baustellen auf Autobahnen und Autostrassen**“, VSS 40 885.
-
- [77] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), „**Baustellen; Signalisation von Baustellen auf Haupt- und Nebenstrassen, inkl. normativer Anhang**“, VSS 40 886.
-
- [78] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), „**Markierungen; Lichttechnische Anforderungen, Griffigkeit**“, VSS 40 877.
-

-
- [79] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2013), „**Strassenverkehrssicherheit; Folgeabschätzung**“, SNR 641 721.
-
- [80] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2017), „**Strassenverkehrssicherheit; Audit**“, SN 641 722.
-
- [81] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2016), „**Strassenverkehrssicherheit; Inspektion**“, SN 641 723.
-
- [82] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2016), „**Strassenverkehrssicherheit; Unfallschwerpunkts-Management**“, SN 641 724.
-
- [83] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2013), „**Strassenverkehrssicherheit; Netzeinstufung**“, SNR 641 725.
-
- [84] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2015), „**Strassenverkehrssicherheit; Einzelunfallstellen-Management**“, SN 641 724.
-
- [85] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), „**Schiene – Strasse Parallelführung und Annäherung; Abstand und Schutzmassnahmen**“, VSS 71 253.
-
- [86] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2020), „**Bahnübergang; Basisdokumentation**“, VSS 71 512.
-

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Im Strassenverkehr relevante psychische Funktionen und ihre Gestaltungsimplicationen.</i>	23
<i>Abbildung 2: Vorgehen und Lösungsansatz</i>	29
<i>Abbildung 3: Anzahl SERFOR-Ansätze pro Netzelement, wobei ein Ansatz auch mehreren Netzelementen zugeordnet werden kann.</i>	42
Abbildung 4: <i>Blickrichtung Bassersdorf Loorenstrasse mit Stopp-Markierung «Erlenholzstrasse».</i>	50
<i>Abbildung 5: Sichtschutz entlang Rüdlingerstrasse</i>	51
<i>Abbildung 6: Veloeinfahrt</i>	51
<i>Abbildung 7: Nördliche Kurve Blickrichtung Schlieren/Nord</i>	52
<i>Abbildung 8: Ergebnis aus dem Priorisierungsworkshop, Gruppe 1.</i>	56
<i>Abbildung 9: Ergebnis aus dem Priorisierungsworkshop, Gruppe 2.</i>	57
<i>Abbildung 10: Durch das Projektteam konsolidiertes Ergebnis des Expertenworkshops. Die Zahlen beziehen sich auf die Nummer des SERFOR-Ansatzes.</i>	58
<i>Abbildung 11: Quelle: map.geo.admin.ch</i>	83
<i>Abbildung 12: Blickrichtung Wallisellen</i>	83
<i>Abbildung 13: Blickrichtung Bassersdorf Loorenstrasse mit Stopp-Markierung «Erlenholzstrasse».</i>	84
<i>Abbildung 14: Blickrichtung Bassersdorf Alte Winterthurerstrasse.</i>	84
<i>Abbildung 15: Quelle: map.geo.admin.ch</i>	85
<i>Abbildung 16: Blickrichtung Hüntwangen.</i>	86
<i>Abbildung 17: Sichtschutz.</i>	86
<i>Abbildung 18: Quelle: map.geo.admin.ch</i>	87
<i>Abbildung 19: Blickrichtung Spreitenbach.</i>	87
<i>Abbildung 20: Veloeinfahrt.</i>	88
<i>Abbildung 21: Blickrichtung Baden, Kreisel mit Gefälle und «Knick» (innerhalb der Norm).</i>	88
<i>Abbildung 22: Quelle: map.geo.admin.ch</i>	89
<i>Abbildung 23: Nördliche Kurve Blickrichtung Schlieren/Nord.</i>	90
<i>Abbildung 24: Südliche Kurve Blickrichtung Schlieren/Nord.</i>	90
<i>Abbildung 25: Quelle: EBP</i>	95

Abbildung 26: Quelle: Herrstedt (2006) [16].	96
Abbildung 27: Quelle: American Traffic Safety Services Association ATSSA (2016) [17].	97
Abbildung 28: Quelle: American Traffic Safety Services Association ATSSA (2016) [17].	98
Abbildung 29: Quelle: www.automobilrevue.ch (Download 08.04.2022) [18].	99
Abbildung 30: Quelle: 3M (o.J.) [19].	100
Abbildung 31: Quelle: www.oltnertagblatt.ch [20].	101
Abbildung 32: Quelle: www.thunertagblatt.ch [21].	101
Abbildung 33: Quelle: Herrstedt (2006) [16].	102
Abbildung 34: Quelle: Herrstedt (2006) [16].	102
Abbildung 35: Quelle: Herrstedt (2006) [16].	103
Abbildung 36: Quelle: Herrstedt (2006) [16].	104
Abbildung 37: Quelle: Herrstedt (2006) [16].	104
Abbildung 38: Quelle: Federal Highway Administration FHWA (2018) [22].	105
Abbildung 39: Quelle: World Road Association PIARC (2016) [23].	106
Abbildung 40: Quelle: World Road Association PIARC (2016) [23].	106
Abbildung 41: Quelle: BFU. Linkes Bild: Vor Entfernung der Bepflanzung. Rechtes Bild: Nach Entfernung der Bepflanzung zur Erweiterung der Sichtlinien.	107
Abbildung 42: Quelle: EBP Schweiz AG (2021) [24].	108
Abbildung 43: Quelle: Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr (2021) [25].	108
Abbildung 44: Quelle: CEDR (2012) [26].	109
Abbildung 45: Quelle: EBP	110
Abbildung 46: Quelle: PIARC (2016) [23].	111
Abbildung 47: Quelle: Campagne (2005) [27].	112
Abbildung 48: Quelle: Campagne (2005) [27].	112
Abbildung 49: Quelle: Campagne (2005) [27].	112
Abbildung 50: Quelle: Schümann (2019) [28].	113
Abbildung 51: Quelle: Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr (2021) [25].	114

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Einige spezifische Personengruppen im Strassenverkehr</i>	<i>25</i>
---	-----------

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

Version vom 09.10.2013

Formular Nr. 3: Projektabschluss

erstellt / geändert am: 04.07.2022

Grunddaten

Projekt-Nr.: VSS 2018/515

Projekttitel: Forschungspaket SERFOR, Teilprojekt TP3: Handlungsbedarf Ausserortsstrassen

Enddatum: 04.07.2022

Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Die Ergebnisse des vorliegenden Forschungsprojekts geben letztlich eine Übersicht über die Ansätze zur selbsterklärenden und fehlerverzeihenden Gestaltung von Ausserortsstrassen, wobei konkret die folgenden Resultate erzielt wurden:

- Identifizierung und Beschreibung der sechs für Ausserortsstrassen relevantesten Design-Regeln in Faktenblättern basierend auf den im TP1 hergeleiteten Humanfaktoren und Projektierungsprinzipien: "Orientierung geben", "Aufmerksamkeit lenken", "Standardisierung fördern", "Konfliktgegner erkennen", "Prägnanz erhöhen" und "Passive Sicherheit erhöhen".
- Systematische Überprüfung der bestehenden Normen hinsichtlich deren Berücksichtigung von Design-Regeln und SERFOR-Aspekten sowie in einer zweiten Stufe Durchführung von Fachgesprächen mit Normierungsexperten/-innen zur Berücksichtigung von Humanfaktoren und Festhalten der Erkenntnisse und Ansatzpunkte für eine künftig stärkere Berücksichtigung der Humanfaktoren und Design-Regeln in der Normierung.
- Identifikation und Beschreibung von insgesamt 48 SERFOR-Ansätzen in einer Excel-Tabelle, die nach Massnahmen-Cluster, Massnahmentyp, Netzelement oder Design-Regel gefiltert werden können.
- Überprüfung der praktischen Umsetzbarkeit und der rechtlichen Zulässigkeit der SERFOR-Ansätze unter anderem anhand von fünf konkreten Unfallhäufungsstellen im Kanton Zürich mit Begehungprotokollen und Beurteilung der Relevanz der SERFOR-Ansätze anhand des Unfallgeschehens.
- Priorisierung der SERFOR-Ansätze hinsichtlich ihres Wirkungspotenzials und ihres Innovationsgehalts und Ausarbeiten von Faktenblättern zu den 18 prioritärsten SERFOR-Ansätzen
- Beschreibung des Handlungsbedarfs mit knapp 20 Handlungsempfehlungen in den Bereichen "Sensibilisierung", "Standardisierung", Implementierung" und "Vertiefung" mit Hinweisen zum Umsetzungszeitraum und zu den Adressaten.

Durch die enge Zusammenarbeit mit der SERFOR-Paketleitung und der Begleitkommission wurde ein gemeinsames Verständnis bezüglich der Bedeutung von SERFOR erreicht.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Zielerreichung:

Das übergeordnete Ziel des Forschungspakets bestand einerseits darin, die SERFOR-Aspekte in bereits bestehenden Normen und Regelwerken zu identifizieren, stärker herauszustreichen und durch geeignete neue Ansätze zu ergänzen. Andererseits sollten Wege gefunden werden, bereits vorhandene und bekannte SERFOR-Ansätze, die bisher nur eingeschränkt umgesetzt wurden, stärker in der Planung und Projektierung von Strassenprojekten zu verankern. Durch das gewählte Vorgehen mit sechs Arbeitsschritten, konnte ausgehend von den im TP1 identifizierten Humanfaktoren, sechs relevante Design-Regeln für Ausserortsstrassen abgeleitet und beschrieben werden. Ausgehend von den Design-Regeln wurden einerseits 48 SERFOR-Ansätze identifiziert, hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit, mutmasslichen Wirkung und ihres Innovationsgehalts beurteilt sowie übersichtlich dargestellt. Andererseits wurden die aus Sicht SERFOR relevanten Regelungen im Schweizer Normenwerk geprüft und der Handlungsbedarf bzw. die Handlungsempfehlungen aufgezeigt. Durch den häufigen Kontakt mit der Leitung des Forschungspakets SERFOR sowie der Begleitkommission konnten laufend die zentralen Arbeitsschritte und Zwischenziele besprochen und bei Bedarf justiert werden, so dass letztlich die gesetzten Ziele des Forschungsprojekts erreicht wurden.

Folgerungen und Empfehlungen:

Um eine Wirkung für die Verkehrssicherheit in der Schweiz erzielen zu können, müssen die im Forschungsbericht festgehaltenen Handlungsempfehlungen in den vier Bereichen "Sensibilisierung", "Standardisierung", "Implementierung" und "Vertiefung" möglichst breit umgesetzt werden. Die beschriebenen Aspekte der Sensibilisierung, Standardisierung, Implementierung und Vertiefung sollten schlussendlich zu einer (Sicherheits-)Kulturentwicklung im Strassenverkehr beitragen, die die Humanfaktoren proaktiv, theoretisch begründet und - wo möglich - empirisch getestet und systematisch bei der Gestaltung von Infrastruktur, Normen und Vorgaben im Sinne eines Safe-System-Approaches berücksichtigt. In vielen Bereichen wird die Bedeutung der Humanfaktoren für die Formulierung von Normen, Regeln, Vorgaben sowie die Gestaltung von Infrastruktur bereits erkannt, aber ihre Berücksichtigung sollte auf allen politischen und gesellschaftlichen Ebenen durch die entsprechenden Entscheidungsträger noch systematischer und expliziter erfolgen. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass solche Kulturentwicklungen auch ausreichend Zeit erfordern und stufenweise im Sinne von «Forschung - Umsetzungsplanung - Schulung - Umsetzung in der Praxis» angegangen werden sollten.

Publikationen:

Geplant ist eine mündliche Präsentation der Projektergebnisse an der FERSI-Konferenz 2022 in Den Haag sowie eine Publikation einer Zusammenfassung des Projekts auf der FERSI-Website (www.fersi.org). Zudem sind Beiträge in Fachmedien wie z.B. VSS Strasse und Verkehr sowie Kurzdarstellungen auf den Websites der Projektpartner beabsichtigt.

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Willi

Vorname: Christian Willi

Amt, Firma, Institut: EBP Schweiz AG

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 in diesem Teilprojekt (TP3) innerhalb des Forschungspakets SERFOR in einem aufwändigen Prozess die Ergebnisse der vorangegangenen Arbeiten aufgenommen und für die Anwendung auf Strassen ausserorts tauglich gemacht. Teilweise war der damit verbundene Zusatzaufwand grösser als voraussehbar gewesen ist, aber er wurde von der Forschungsstelle im Sinne der Zielerreichung getragen. Die Begleitkommission ist sich einig, dass dieses Vorgehen zu überdurchschnittlich guten Ergebnissen geführt hat, die erst weitere Arbeiten möglich machen, zum Beispiel zugunsten des Schweizer Normenwerks. Die Begleitkommission war in der Lage, den Schlussbericht eingehend zu beurteilen und kam nach entsprechenden Rückmeldungen zum einstimmigen Urteil, dass die Forschungsziele vollumfänglich erreicht sowie teilweise übertroffen worden sind.

Umsetzung:

Das gewählte Methodenspektrum war für die Fragestellung geeignet und wurde systematisch und nachvollziehbar angewandt. Die Ergebnisse sind kondensiert in intuitiv verständlichen Faktenblättern festgehalten, was ihre einfache und schnelle Erfassung ermöglicht. Der Schlussbericht ist klar strukturiert und sehr gut verständlich, sodass die Ergebnisse nachvollziehbar sind und in der Folge durch andere Fachleute für die Praxis weiterverarbeitet werden können.

weitergehender Forschungsbedarf:

Der vorliegende Schlussbericht ist als Übersicht aller relevanten Ergebnisse bezüglich SERFOR ausserorts zu verstehen. Er schafft bei Bedarf die Grundlage für zahlreiche Folgeforschungen zu einzelnen SERFOR Elementen, die gemäss den erstellten Faktenblättern vielversprechend sind. E

Einfluss auf Normenwerk:

Die vorliegende Forschung hatte zum Ziel, eine Grundlage für die bedarfsgerechte Anpassung und/oder Ergänzung des Schweizer Normenwerks um Humanfaktoren zu schaffen. Die vorliegenden Ergebnisse sollten von den normenschaffenden Gremien zukünftig bei Bedarf berücksichtigt werden, wenn den menschlichen Einflüssen im Bereich der Verkehrssicherheit in der Schweiz noch verstärkt Rechnung getragen werden soll.

Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: Brucks

Vorname: Wernher

Amt, Firma, Institut: Dienstabteilung Verkehr, Stadt Zürich

Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission: