



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

Fussgängerstreifen (Grundlagen)

Passage pour piétons (les bases)

Pedestrian crossing (basics)

SNZ, Ingenieure und Planer AG, Zürich
Ivan Belopitov, dipl. Ing. UACEG
Lukas Ostermayr, dipl. Ing. FH

bfu Beratungsstelle für Unfallverhütung, Bern
Gianantonio Scaramuzza, dipl. Ing. ETH
Steffen Niemann, M.A.

Ingenieur- und Planungsbüro Bühlmann, Zollikon
Marc Laube, dipl. Ing. ETH

**Forschungsauftrag VSS 2008/302 auf Antrag des Schweizerischen
Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)**

Dezember 2011

1352

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur den (die) vom Bundesamt für Strassen beauftragten 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 l' (les) auteur(s) mandaté(s) par 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)

Il contenuto di questo rapporto impegna solamente l' (gli) autore(i) designato(i) dall'Ufficio federale delle strade. Ciò non vale per il modulo 3 «conclusione del progetto» che esprime l'opinione della commissione d'accompagnamento e pertanto impegna soltanto questa.

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

The content of this report engages only the author(s) commissioned 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

Fussgängerstreifen (Grundlagen)

Passage pour piétons (les bases)

Pedestrian crossing (basics)

SNZ, Ingenieure und Planer AG, Zürich
Ivan Belopitov, dipl. Ing. UACEG
Lukas Ostermayr, dipl. Ing. FH

bfu Beratungsstelle für Unfallverhütung, Bern
Gianantonio Scaramuzza, dipl. Ing. ETH
Steffen Niemann, M.A.

Ingenieur- und Planungsbüro Bühlmann, Zollikon
Marc Laube, dipl. Ing. ETH

**Forschungsauftrag VSS 2008/302 auf Antrag des Schweizerischen
Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)**

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Projektleitung

Ivan Belopitov, dipl. Ing. UACEG

Mitglieder

Marc Laube, dipl. Ing. ETH

Steffen Niemann, M.A.

Lukas Ostermayr, dipl. Ing. FH

Gianantonio Scaramuzza, dipl. Ing. ETH

Federführende Fachkommission

Fachkommission 3: Verkehrstechnik

Begleitkommission

Präsident

Marc Neracher, Kantonspolizei Zürich, Zürich

Mitglieder

Stefan Huonder, ASTRA, Bern

Stefan Bürgler, Amt für Raumplanung Kanton Zug, Zug

Jürg Christen, Dienstabteilung Verkehr, Zürich

Thomas Schweizer, Fussverkehr Schweiz, Zürich

Thomas Belloli, Belloli Raum- und Verkehrsplanung, Aarau

Christian Pestalozzi, Pestalozzi & Stäheli, Basel

Daniel Mühlemann, TCS, Genève

Antragsteller

Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute, VSS

Bezugsquelle

Das Dokument kann kostenlos von <http://partnershop.vss.ch> herunter geladen werden.

Inhaltsverzeichnis

Impressum	4
Zusammenfassung	9
Résumé 18	
Summary	27
1 Einleitung (Ausgangslage, Ziele, Vorgehen)	35
1.1 Ausgangslage.....	35
1.2 Ziel und Nutzen der Forschung.....	36
1.3 Forschungsauftrag	37
1.4 Abgrenzung der Forschungsarbeit.....	38
1.5 Vorgehen.....	39
2 Begriffe	40
3 Rechtliche Rahmenbedingungen	41
3.1 Schweiz	41
3.1.1 Kritik an der Norm SN 640 241	41
3.1.2 Gesetzliche Rechte und Pflichten (SVG und VRV).....	42
3.1.3 Bundesgesetz über Fuss- und Wanderwege (FWG).....	44
3.1.4 Signalisationsverordnung (SSV)	44
3.1.5 Besondere Markierungen auf der Fahrbahn.....	46
3.1.6 Verordnung über Tempo-30-Zonen und die Begegnungszonen	46
3.1.7 Erkenntnisse und Fazit.....	47
3.2 Rechtliche Situation im Ausland.....	48
3.2.1 Österreich (Strassenverkehrsordnung, StVO)	48
3.2.2 Deutschland (Strassenverkehrsordnung, StVO).....	49
3.2.3 England	50
3.2.4 Dänemark.....	50
3.2.5 Finnland.....	51
3.2.6 Niederlande	51
3.2.7 Tschechien	51
3.2.8 TCS- Studie „EuroTEST, Pedestrian crossing survey in Europe“	52
3.2.9 Schlussfolgerungen.....	53
4 Problem- und Unfallanalyse	54
4.1 Verkehrsnetze	54
4.2 Konflikt Querungsstelle	54
4.3 Grundsätzliche Überlegungen.....	55
4.3.1 Subjektive, objektive und falsche Sicherheit.....	55
4.4 Unfallgeschehen mit Fussgängern - Schweiz.....	56
4.4.1 Nach Bewegungsrichtung des Fussverkehrs.....	56
4.4.2 Querende Fussgänger innerorts nach Vortrittsregelung.....	56
4.4.3 Querende Fussgänger innerorts nach Unfallstelle.....	57
4.4.4 Querende Fussgänger innerorts nach Lichtverhältnissen	58
4.4.5 Querende Fussgänger innerorts nach Alter der verunfallten Fussgänger.....	58
4.4.6 Entwicklung des Unfallgeschehens auf Fussgängerstreifen	59
4.5 Unfallgeschehen Kanton Zürich.....	60
4.6 Unfallschwerpunkte Kanton Zürich	64
4.6.1 Übersicht der Unfallschwerpunkte	64
4.6.2 Detailbeschreibung der Unfallschwerpunkte.....	65
4.6.3 Fazit aus Unfallanalyse Kanton Zürich	71
4.7 Schlussfolgerungen aus der Unfallanalyse.....	72
4.8 Problempunkte bei den bestehenden Fussgängerstreifen	73
4.8.1 Sichtweiten	73
4.8.2 Beleuchtung	74
4.8.3 Halteraum (Warteraum)	76

4.8.4	Ausrüstung und Markierung bei Strassenbahnen	77
4.8.5	Kontrolle und Unterhalt	78
4.8.6	Behindertengerechte Fussgängerstreifen.....	79
4.8.7	Lage	79
4.8.8	Anordnung über mehrere Fahrstreifen	80
4.8.9	Homogenität bei der Ausgestaltung.....	81
4.8.10	Wahrnehmung und Handeln.....	82
4.8.11	Einsatz von infrastrukturellen Massnahmen und ihre Auswirkungen	83
5	Schlussfolgerungen aus der Literaturlauswertung	84
5.1	Einsatzkriterien	84
5.2	Ausrüstung, Signalisation und Markierung	87
5.3	Ausrüstung, bauliche Massnahmen.....	88
5.4	Ausrüstung, Zusatzausrüstung	90
5.5	Fazit	93
5.5.1	Verkehrliche Voraussetzungen.....	93
5.5.2	Sichtweiten und Erkennungsdistanz.....	94
5.5.3	Geschwindigkeitsniveau	95
5.5.4	Beurteilung der einzelnen Massnahmen	96
6	Neues Beurteilungsverfahren.....	97
6.1	Beurteilungsverfahren Anordnung Fussgängerstreifen	97
6.2	Grundsätze	98
6.3	Voraussetzungen zur Anordnung eines FGS	98
6.4	Auswirkungen der Lage im Netz.....	103
7	Ausstattungsypen von Fussgängerstreifen	105
7.1	Grundausrüstung	105
7.2	Festlegung orts- und situationspezifische Ausrüstung	112
7.2.1	Vorgehen.....	112
7.2.2	Beurteilung aufgrund des Verkehrsablaufs.....	112
7.2.3	Beurteilung aufgrund der Situation	113
7.2.4	Ausrüstungselemente bei Fussgängerstreifen	114
8	Methodik für die empirische Untersuchung Teil II	116
8.1	Problemstellung: Welche Faktoren beeinflussen die Sicherheit an Querungsstellen? ..	116
8.1.1	Vorbemerkung	116
8.1.2	Infrastruktureller Faktor Fussgängerstreifen.....	116
8.1.3	Weitere infrastrukturelle Faktoren.....	117
8.1.4	Betriebliche Faktoren	119
8.2	Wissensstand.....	120
8.2.1	Erkenntnisse aus der Literatur	120
8.2.2	Wissenslücken	120
8.2.3	Relevanz für die Norm	120
8.2.4	Praktische Anwendung der VSS-Norm.....	121
8.3	Quintessenz	122
8.4	Konsequenzen für die Verkehrsplanung.....	122
8.5	Studienkonzeption	123
8.5.1	Ziel: Planungsinstrument	123
8.5.2	Studiengrundlage: Literaturlauswertung	123
8.5.3	Festlegung der Methodik	124
8.5.4	Definition der Zielgrössen	125
8.5.5	Erhebung der Zielgrössen.....	127
8.5.6	Definition und Erhebung der Prädiktoren.....	127
8.5.7	Stichprobe der Querungsstellen	130
8.5.8	Stichprobengrösse	131
8.5.9	Aufwand	132
8.5.10	Risikoabschätzung.....	132

9	Studienvorschläge Untersuchung Teil II	133
9.1	Studienvorschlag 1	133
9.2	Studienvorschlag 2	135
9.3	Studienvorschlag 3	136
9.4	Vergleichende Bewertung / Empfehlung	138
9.4.1	Überblick	138
9.4.2	Kommentar	138
9.4.3	Empfehlung	138
10	Weiterer Forschungsbedarf	139
	Anhänge	141
	Abkürzungen	203
	Literaturverzeichnis	205
	Projektabschluss	209
	Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen	212

Zusammenfassung

Ausgangslage

Die Anordnung von Fussgängerstreifen erfolgt in der Regel anhand des Beurteilungsverfahrens der VSS SN 640 241 „Fussgängerverkehr, Fussgängerstreifen“. Diese Norm regelt einerseits die betrieblichen Voraussetzungen und andererseits die notwendige Ausgestaltung der Fussgängerstreifen.

Dabei definiert insbesondere das Beurteilungsverfahren zur Anordnung eines Fussgängerstreifens klare Anforderungen an die notwendigen Fahrzeug- und Fussgängerfrequenzen. Die infrastrukturelle Ausgestaltung eines Übergangs (Fussgängerschutzinsel, Beleuchtung, Signale, usw.) und das Erscheinungsbild der Strasse finden im Beurteilungsverfahren keinen Eingang.

Dieses Beurteilungsverfahren wird je länger je mehr von den Anwendern wie auch den Behörden kritisiert und in Frage gestellt. Insbesondere wird bemängelt, dass das Beurteilungsverfahren zu stark auf die betrieblichen Voraussetzungen ausgerichtet sei und die Wirkungen der infrastrukturellen Elemente zu wenig berücksichtigt werden. Zudem besteht ein Spannungsfeld zwischen denjenigen Fachleuten, die einen lockereren Umgang mit den Anordnungskriterien wollen und denjenigen welche einen strikteren Umgang mit gewissen Kriterien fordern.

Ziel und Nutzen der Forschung

Ziel der Arbeit ist:

- Eine Überprüfung und Differenzierung der heutigen Beurteilungs- und Ausrüstungskriterien bei der Anordnung eines Fussgängerstreifens (Grundsätze) aufgrund neuer Erkenntnisse und Forschungsergebnissen (anhand Literaturlauswertung).
- Die Beurteilung des geltenden Rechts und das Klären allfälliger Widersprüche.
- Die Prüfung von in der Norm nicht beschriebenen signalisations- und markierungstechnischen Massnahmen.
- Die Festlegung der Methode und des Umfangs der empirischen Folgeforschung.

Rechtliche Rahmenbedingungen / Vergleich Recht und Norm

Die Analyse der rechtlichen Grundlagen in der Schweiz zeigte zwischen den einzelnen Dokumenten verschiedene Widersprüche auf.

- Länge der Halteverbotslinie vor Fussgängerstreifen:
 - Art. 77 Abs. 2 SSV: mindestens 10 m
 - SN 640 241: mindestens 10 m
mindestens 15 m (bei signalisierter Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h)
- Halteverbot auf der Fahrbahn und dem angrenzenden Trottoir
 - Art. 18 Abs.2 VRV: ohne Halteverbotslinie näher als 5m
- Anordnung des Signals „Standort eines Fussgängerstreifens (4.11)
 - Art. 47 SSV immer an Fussgängerstreifen ausserorts sowie an unerwarteten oder schlecht erkennbaren Fussgängerstreifen innerorts
 - SN 640 241 grundsätzlich immer

Zudem wurden verschiedene Abschnitte in den gesetzlichen Grundlagen den heutigen Bedürfnissen nicht mehr entsprechend formuliert. Diese sind sinngemäss umzuformulieren und anzupassen:

- In Art. 10 VRV werden Fussgänger als „Hindernisse“ bezeichnet.
- Gemäss Art. 11 SSV wird das Signal „Fussgängerstreifen“ (1.22) unter anderem angeordnet, wenn Fussgängerstreifen für die Fahrzeugführer nicht **rechtzeitig erkennbar** sind.

Insbesondere in Kapitel 6 (neues Beurteilungsverfahren) und Kapitel 10 (Weiterer Forschungsbedarf) wird darauf hingewiesen wie mit den Widersprüchen zwischen den einzelnen Dokumenten und den nicht mehr den heutigen Bedürfnissen entsprechenden Formulierungen umgegangen werden soll.

Problem- und Unfallanalyse

Ein grundsätzliches Problem, das sich beim Auswerten sämtlicher vorliegender Unfallstatistiken stellt, ist die fehlende Angabe zur Exposition. So ist beispielsweise nicht bekannt, wie viele Überquerungsvorgänge nachts bzw. tags erfolgen oder wie viele Überquerungsvorgänge auf bzw. ausserhalb von Fussgängerstreifen stattfinden. Infolgedessen können die Unfallrisiken für die einzelnen Bedingungen höchstens grob abgeschätzt werden. Die absoluten Unfallzahlen lassen jedoch auch einige aufschlussreiche Schlussfolgerungen zu.

- Das grösste Potenzial zur Steigerung der Sicherheit von Fussgängern (im Zusammenhang mit Fussgängerstreifen) besteht bei Querungsstellen innerorts.
- Handlungsbedarf ist sowohl bei Querungsstellen mit als auch ohne Fussgängerstreifen angezeigt.
- Es ist davon auszugehen, dass das Risiko, bei eingeschränkten Lichtverhältnissen beim Überqueren zu verunfallen, grösser ist als tags. Deshalb ist der Ausgestaltung der Beleuchtung besondere Aufmerksamkeit zu schenken.
- Ältere Personen verunfallen beim Überqueren schwerer als junge. Dies ist bei der Projektierung von Querungsstellen mit zu berücksichtigen.
- Die Entwicklung des Unfallgeschehens auf Fussgängerstreifen der letzten knapp 30 Jahren zeigt eine kontinuierliche Abnahme sowohl der schwer Verletzten als auch der Getöteten. Ein Einfluss der im Jahre 1994 geänderten Regelung auf das Unfallgeschehen lässt sich dabei nicht erkennen.

Die detaillierte Analyse der Unfälle an Fussgängerstreifen im Kanton ZH (ohne Städte Zürich und Winterthur) zeigt zudem folgende Merkmale.

- Bei Fussgängerstreifen in Knotenbereichen ereignen sich die Unfälle tendenziell im Knotenausfahrtsbereich.
- Bei einer senkrechten Querung einer Fussgängerachse mit der Fahrbahn sind die Zufussgehenden besonders gefährdet. Die Anzahl Unfälle mit Beteiligung von Fussgängern ist überproportional hoch.
- Der Übergang vom Ausserorts- in den Innerortsbereich (mit tendenziell hohen Geschwindigkeiten) muss unabhängig der Ausgestaltung als kritisch beurteilt werden.
- Fussgängerstreifen auf Abschnitten mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h und einem hohen Verkehrsaufkommen sowie Fussgängerstreifen kurz nach einem lichtsignalgesteuerten Knoten sind insbesondere kritisch in Bezug auf Auffahr-unfälle.
- Das Wahrnehmen des Fussgängers (mit Querungsabsicht) durch den Fahrzeuglenker ist notwendig jedoch nicht hinreichend für die Gewährleistung des Vortrittsrechts und somit für das sichere Queren.
- Unabhängig vom Vorhandensein einer Schutzinsel ereignet sich fast die Hälfte aller Kollisionen mit Fussgängern auf der zweiten Fahrbahnhälfte.

Mängel bei den bestehenden Fussgängerstreifen

Im Rahmen der Felderhebungen konnten Fussgängerstreifen untersucht werden, bei denen sicherheitsrelevante Aspekte, obwohl sie teilweise bereits in der bestehenden Norm behandelt werden, nicht berücksichtigt wurden. Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wurden folgende Aspekte erkannt, welche einen negativen Einfluss auf die Sicherheit haben (Fachliteratur / Expertenmeinung):

- Fehlende Sichtweite
- Vernachlässigung der Halteräume bei der Planung von Fussgängerstreifen (Raum auf beiden Seiten des Fussgängerstreifens, in welchem die Fussgänger vor dem Queren der Strasse kurz anhalten können, um sich zu orientieren)
- Ungünstige Markierung von Fussgängerstreifen im Bereich von Strassenbahnen
- Mängel beim Unterhalt
- Nicht ausreichende Beleuchtung
- Lage; nicht Berücksichtigung der umfeldbedingten Aspekte (So führt beispielsweise das Anordnen eines Fussgängerstreifens in einer Mulde im Bereich des Schattenwurfs einer Brücke zu einer schlechten Erkennbarkeit des Fussgängerstreifens)
- Anordnung von Fussgängerstreifen über mehrere Fahrstreifen in derselben Richtung
- Fehlende Homogenität bei der Ausgestaltung der Fussgängerstreifen auf einem Strassenabschnitt
- Fehlender Absatz beim Fahrbahnrand (Behindertengerechtigkeit).

Schlussfolgerungen aus der Literaturlauswertung

Verkehrliche Voraussetzungen

Aus Sicherheitsgründen konnte die Notwendigkeit von Mindestwerten für die Anzahl von Fahrzeugen und querenden Fussgängern für die Anordnung von Fussgängerstreifen in keiner bisherigen Forschung nachgewiesen werden. Es ist jedoch bekannt, dass bei Fussgängerstreifen mit zunehmender Fussgängerfrequenz das Unfallrisiko sinkt. Aufgrund von verkehrstechnischen Überlegungen (z.B. Bündelung der Ströme) und fehlenden neuen Erkenntnissen werden jedoch ausser bei besonderen Benutzergruppen Mindestwerte zum Anbringen eines Fussgängerstreifens gefordert.

Sichtweite und Erkennungsdistanz

Die minimal geforderte Sichtweite entspricht der Anhaltstrecke. Verschiedene Studien zeigten jedoch, dass mit dem frühzeitigen Erkennen des Fussgängerübergangs die Sicherheit am Übergang erhöht werden kann. Mit Zusatzausrüstungen kann die Erkennungsdistanz bei einem Übergang verlängert werden. Somit sollten Zusatzeinrichtungen bei einer kritischen Erkennungsdistanz (= minimale Sichtweite) bei Fussgängerstreifen eingesetzt werden.

Geschwindigkeitsniveau

Mit zunehmender Geschwindigkeit sinkt die Anhaltequote. Zudem zeigten verschiedene Untersuchungen, dass die Unfallschwere bei Fussgängerstreifen von der gefahrenen Geschwindigkeit abhängt. Massnahmen zur Reduktion des Geschwindigkeitsniveaus weisen somit einen hohen Nutzen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit auf.

Beurteilung der einzelnen Massnahmen

Anhand der Literaturrecherche zeigte sich, dass Massnahmen, die das örtliche Geschwindigkeitsniveau reduzierten die Sicherheit am Fussgängerstreifen deutlich verbessern. Ein grosser Nutzen kann zudem mit Massnahmen, die die Erkennungsdistanz des Fussgängerstreifens erhöhen oder die Wahrnehmbarkeit des Fussgängers verbessern, erzielt werden. Den geringsten Nutzen weisen in der Regel Massnahmen aus, die lediglich die Erkennbarkeit des Fussgängerstreifens erhöhen (ohne Erhöhung Erkennungsdistanz).

Neues Beurteilungsverfahren

Basierend auf den Erkenntnissen aus der Literaturlauswertung, der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen sowie der Einschätzungen der bei dieser Arbeit beteiligten Experten wurde folgendes neue Beurteilungsverfahren entwickelt.

Abgrenzung des Beurteilungsverfahrens

Beim Beurteilungsverfahren wird dargestellt, ab wann ein Fussgängerstreifen angeordnet werden soll. Zudem werden Richtwerte für den Einsatz von Fussgängerstreifen mit LSA aufgezeigt. Auf die detaillierte Ausgestaltung dieser Übergänge wird in der Forschung jedoch nicht eingegangen. Ebenso werden die Eigenschaften der Ausrüstungen (Signalbeschaffenheit etc.) nicht untersucht.

Grundsätze

Bei der Anordnung eines Fussgängerstreifens sind folgende Grundsätze zu beachten:

- Alle Querungsstellen sind planerische Einzelfälle
- Der Querungsbedarf muss nachgewiesen sein.

Voraussetzungen zur Anordnung eines FGS

Für die Beurteilung der Anordnung eines Fussgängerstreifens sind folgende zwingenden Sicherheitskriterien zu erfüllen:

- Einhaltung der minimalen Sichtweiten
- Grundsätzlich sind Fussgängerstreifen nur dort anzuordnen, wo die effektiv gefahrene Geschwindigkeit (V_{85}) < 55km/h beträgt. Bei einem höheren Geschwindigkeitsniveau ist ein Verkehrssicherheits-Gutachten (Sicherheitsanalyse und Massnahmenplan zur Ausgestaltung des Übergangs) zu erstellen, mit welchem aufgezeigt wird, wie eine ausreichende Sicherheit für Fussgänger gewährleistet wird.
- Fussgängerstreifen sind vor allem Innerorts anzuordnen. Sind Querungsstellen Auserorts mit Vortritt für Fussgänger unumgänglich, so ist ein Verkehrssicherheits-Gutachten zu erstellen.
- Fussgängerstreifen sollen im Normalfall nicht über mehrere Fahrstreifen je Fahrriichtung angelegt werden (Ausnahmen: Lichtsignalanlagen und vortrittsbelastete Einmündungen). Soll ein Fussgängerstreifen über mehrere Fahrstreifen je Fahrriichtung erstellt werden, so ist ein Verkehrssicherheits-Gutachten zu erstellen.
- Bei der Anordnung von Fussgängerstreifen sind die Menge der querenden Fussgänger und die Fahrzeugverkehrsstärke zu berücksichtigen (siehe Abb. 1)
(Ausnahmen: bei Benutzergruppen mit besonderen Vortrittsbedürfnissen, bei Knoten zwischen zwei verkehrorientierten Strassen wie auch auf der siedlungsorientierten Strasse bei einem Knoten zwischen einer verkehrs- und einer siedlungsorientierten Strasse).

Abb. 1 Richtwerte für die Anordnung von Fussgängerstreifen

SSV [Fz/h^1]	< 250	250 - 600	600 - 800	800 - 1'000	1'000 - 1'200	über 1'200
Fussgänger [FG/h^2]						
< 25	nein ³	nein ³	nein ³	nein ³	eher nein ³	eher nein ³
25 - 50	nein ³	eher nein ³	eher ja	eher ja	eher ja	eher ja
50 - 100	nein ³	eher nein ³	ja	ja	ja	ja
100 - 150	eher nein ³	eher ja	ja	ja	ja	ja / evtl. FG-LSA
> 150	eher nein ³	ja	ja	ja	ja / evtl. FG-LSA	ja / evtl. FG-LSA

1 Verkehrsaufkommen zur Spitzenstunde SSV im Querschnitt

2 Anzahl Fussgänger zur Stunde mit den meisten Fussgängern

3 Benutzergruppen beachten

Auswirkungen der Lage im Netz

Bei der Anordnung eines Fussgängerstreifens sind folgende örtlichen Eigenschaften zu beachten:

- In Tempo-30-Zonen sind Fussgängerstreifen unzulässig, ausser wenn besondere Vortrittsbedürfnisse für den Fussverkehr dies erfordern.
- Benachbarte Fussgängerstreifen bei engen Abständen sind in der Regel gleich oder ähnlich auszugestalten (Homogenität, abschnittsweise Betrachtung).
- Im Bereich von Fussgängerstreifen ist das Überholen möglichst zu unterbinden.
- Im Regelfall wird der Fussgängerübergang bei einer Fahrbahn-Bushaltestelle hinter dem Bus angeordnet (Anordnung einer Mittelinsel, damit ein Überholen des Busses verhindert wird und der Fussgänger auf der Mittelinsel vom Gegenverkehr gesehen wird).
- Kreuzt der Fussgängerübergang eine Strassenbahn mit eigenem Trassee, so sind vor der Kreuzungsstelle Inseln anzuordnen. Ist dies aus Platzgründen nicht möglich, sind zusätzliche Massnahmen zu prüfen (z.B. Bodenmarkierung Signal 1.18 „Strassenbahn“, diese mögliche Massnahme würde jedoch eine vorgängige Änderung der Rechtsgrundlagen erfordern).
- Die Anordnung der Fussgängerstreifen in Knoten richtet sich einerseits nach den Fussgängerbeziehungen, andererseits sind hier Randbedingungen aus der Anlage sowie aus dem Verkehrsablauf zu berücksichtigen.
- Generell sind keine ungerichteten Fussgängerstreifen zwischen zwei benachbarten Lichtsignalanlagen anzuordnen.
- Ein Mindestabstand von 125m zwischen einem isolierten Fussgängerstreifen und einem Knoten mit Lichtsignalanlage wird empfohlen.
- Fussgängerübergänge, bei denen sich eine Fussgängerachse mit einer verkehrorientierten Strasse kreuzt, sind mit besonderer Vorsicht auszugestalten (hohes Gefahrenpotenzial).

Verkehrstechnische Voraussetzungen

Bei der Anordnung eines Fussgängerstreifens sind folgende verkehrstechnischen Voraussetzungen zu erfüllen:

- Für die Fussgänger sind auf beiden Seiten der Strasse Halteräume vorzusehen.
- Jeder Fussgängerstreifen ist so zu gestalten, dass er und der Halteraum (in der Regel ganzer Halteraum) im Blickfeld des Fahrzeuglenkers liegen und bei Tag und Nacht erkennbar sind.
- Generell sind alle Fussgängerstreifen und Halteräume zu beleuchten.
- Die Gestaltung der Fussgängerstreifen soll die Ansprüche aller Benutzergruppen berücksichtigen (Behindertengerechtigkeit).
- Bei der Anordnung von Fussgängerstreifen ist die Befahrbarkeit durch schwere Motorfahrzeuge für sämtliche Verkehrsbeziehungen zu überprüfen.
- Im Bereich von Fussgängerstreifen ist darauf zu achten, dass der Fahrzeuglenker möglichst wenig durch andere Reize (Werbung etc.) von der Querungsstelle abgelenkt wird.
- Die Anordnung von Mittelinseln ist generell anzustreben.

Ausstattungsstypen von Fußgängerstreifen

Grundausrüstung

Jeder Fußgängerstreifen muss die Anforderungen der Grundausrüstung erfüllen. Fehlende Elemente können nicht durch zusätzliche Massnahmen kompensiert werden.

- Fußgängerstreifen sind nach gültigen Normen und Richtlinien zu beleuchten. Die Bestückung (Lampenleistung) der Leuchten richtet sich nach der erforderlichen minimalen vertikalen Beleuchtungsstärke E_V (siehe Kapitel 7.1, Punkt 2).
- Bei Fußgängerstreifen sind entsprechende Halteräume vorzusehen. Sind die Halteräume nicht vollständig (in der ganzen Tiefe) einsehbar, so sind markierte Kopfelemente anzuordnen.
- Die Länge der Halteverbotslinie ist ortsspezifisch zu bestimmen (mind. 15m).
- Fußgängerstreifen sind behindertengerecht auszugestalten (Absatz zwischen Fußgänger- und Fahrbahnbereich).
- Bei den Ausstattungsstypen 2, 3 und 4 (siehe Abb. 3) ist das Signal 4.11 „Standort eines Fußgängerstreifens“ anzuordnen.

Festlegung ortsspezifische Ausrüstung

In einem ersten Schritt wird in Abhängigkeit der Verkehrsbelastung (DTV in Fz/Tag) und des Geschwindigkeitsniveaus (V85) der Ausstattungstyp festgelegt. Umgekehrt kann anhand folgender Grafik auch aufgrund des Ausstattungstyps die zulässige Verkehrsbelastung und die zulässige gefahrene Geschwindigkeit beurteilt werden.

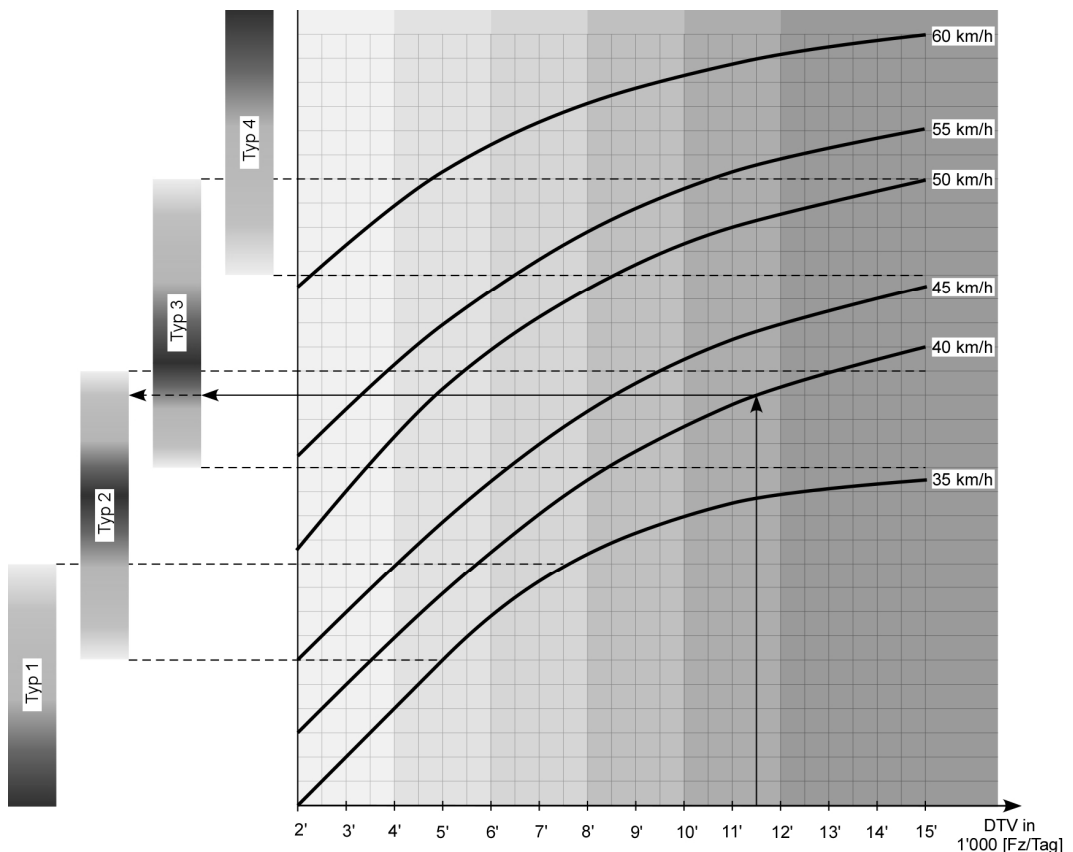


Abb. 2 Bestimmung des Ausstattungstyps von Fußgängerstreifen

In der folgenden Tabelle sind die notwendigen Massnahmen in Abhängigkeit des Geschwindigkeitsniveaus und der Belastung dargestellt. Diese Massnahmen sind wie die Grundausstattung zum Gewährleisten eines hohen Sicherheitsniveaus zwingend umzusetzen. Zu beachten sind hier ebenfalls die besonderen Benutzergruppen (z.B.: Kinder, Schüler, Betagte und Menschen mit Behinderungen). Sind derartige Vortrittsbedürfnisse vorhanden, ist eher ein höherer Ausstattungstyp (zusätzliche Massnahmen) zu wählen.

Abb. 3 Massnahmen in Abhängigkeit des Ausstattungstyps

Massnahmen	Typ			
	1	2	3	4
bauliche	keine besondere Massnahmen	-	Schutzinsel	Schutzinsel
signal-technische		Signal 4.11	Signal 4.11 zusätzliche Massnahmen möglich	Signal 4.11 zusätzliche Massnahmen prüfen

Festlegung der situationspezifischen Massnahmen

In einem zweiten Schritt müssen unabhängig von den ortsspezifischen Massnahmen aufgrund der Erkennungsdistanz und des Geschwindigkeitsniveaus situationspezifische Massnahmen ergriffen werden.

In der folgenden Tabelle sind die situationspezifischen Massnahmen dargestellt:

Abb. 4 Massnahmen in Abhängigkeit der Situation

		Geschwindigkeitsniveau V_{85} [km/h]		
		30 - 40	40 - 50	50 – 60
Erkennungsdistanz	≥ doppelte min. Sichtweite	keine besonderen Massnahmen	keine besonderen Massnahmen	Geschwindigkeitsniveau senken Wahrnehmbarkeit FG verbessern
	> min. Sichtweite	keine besonderen Massnahmen	Wahrnehmbarkeit FG verbessern Geschwindigkeitsniveau senken	Erkennungsdistanz erhöhen Wahrnehmbarkeit FG verbessern Geschwindigkeitsniveau senken
	= min. Sichtweite	Erkennungsdistanz erhöhen Wahrnehmbarkeit FG verbessern	Erkennungsdistanz erhöhen Wahrnehmbarkeit FG verbessern Geschwindigkeitsniveau senken	detaillierte Untersuchung (Sicherheitsgutachten)

Massnahmen zur Senkung des Geschwindigkeitsniveaus

Folgende Massnahmen werden zur Senkung des Geschwindigkeitsniveaus empfohlen:

- Mittelinsel
- Fahrbahneinengung / vorgezogener Seitenraum
- Vertikalversatz
- Entsprechende Strassenraumgestaltung

Massnahmen zur Erhöhung der Erkennungsdistanz

Folgende Massnahmen werden zur Erhöhung der Erkennungsdistanz empfohlen:

- Mittelinsel
- Signal 4.11 „Standort eines Fussgängerstreifens“
- Signal 1.22 „Fussgänger“
- Fahrbahneinengung / vorgezogener Seitenraum
- Gelbes Blinklicht

Massnahmen zum Verbessern der Wahrnehmbarkeit der Fussgänger

Folgende Massnahmen werden zum Verbessern der Wahrnehmbarkeit der Fussgänger empfohlen:

- Kopfelement
- Fahrbahneinengung / vorgezogener Seitenraum

Résumé

Contexte

En général, l'évaluation des conditions d'implantation d'un passage pour piétons se fait sur la base d'une procédure définie dans la norme VSS SN 640 241 „Circulation piétonne; Passages pour piétons“. Cette dernière définit d'une part les conditions préalables d'exploitation, et d'autre part la configuration nécessaire des passages pour piétons.

La procédure d'évaluation pour l'implantation d'un passage pour piétons définit en particulier des exigences précises quant au nombre de véhicules et de piétons nécessaire. La configuration de l'infrastructure du passage (îlots de sécurité, éclairage, signaux, etc.) ainsi que l'aspect de la route ne sont, par contre, pas pris en considération.

Cette procédure d'évaluation est de plus en plus critiquée et remise en question par les utilisateurs et les autorités. En particulier, est réprouvé le fort accent porté sur les conditions préalables d'exploitation, alors que les effets des éléments de l'infrastructure ne sont pas suffisamment pris en considération. En outre, il existe un désaccord entre les spécialistes, les un prônant une application plus lâche des critères d'implantation, alors que d'autres souhaitent, au contraire, une application plus stricte des certains d'entre eux.

Buts et utilité de l'étude

Les objectifs de l'étude consistent en:

- La vérification et la différenciation des critères d'évaluation et de configuration lors de la mise en place d'un passage pour piétons (principes) sur la base de nouvelles connaissances et des résultats de la recherche (étude de la littérature spécialisée).
- L'évaluation du droit en vigueur et la mise en évidence d'éventuelles contradictions.
- La vérification de mesures de signalisation et de marquage non traitée dans la norme.
- La définition de la méthode et de l'étendue de l'étude empirique qui découlera de la présente recherche.

Bases légales / Comparaison entre droit et norme

L'analyse des bases légales en Suisse montre plusieurs contradictions entre les différents textes de lois.

- Longueur de la ligne interdisant l'arrêt devant un passage pour piétons
 - Art. 77, al. 2 OSR: au moins 10 m
 - SN 640 241: au moins 10 m
au moins 15 m (lorsque la vitesse maximale signalisée est de 50 km/h)
- Interdiction de parquer sur la chaussée et sur le trottoir adjacent
 - Art. 18, al. 2 OCR: sans ligne interdisant l'arrêt à moins de 5m
- Disposition du signal „Emplacement d'un passage pour piétons“ (4.11)
 - Art. 47 OSR hors des localités, toujours devant les passages et, dans les localités, devant ceux auxquels on ne s'attend pas ou qui sont difficilement visibles
 - SN 640 241 toujours

En outre, certains passages des bases légales ne sont plus formulés de façon contemporaine et ne suffisent plus aux exigences actuelles. Ils devront être reformulés et adaptés conformément à leur sens:

- Dans l'Art. 10 OCR, les piétons sont désignés en tant qu' „obstacles“.
- Selon l'Art. 11 OSR, le signal „Passage pour piétons“ (1.22) est, entre autres, nécessaire lorsque un passage pour piétons ne peut pas être **aperçu à temps** par le conducteur.

Le traitement des contradictions entre les divers documents, ainsi que les formulations qui ne sont plus adéquates, sont en particulier traités dans les chapitres 6 (nouvelle procédure d'évaluation) et 10 (besoins ultérieurs de recherches).

Étude des accidents et des problèmes

Un problème fondamental qui se pose, lors de l'évaluation de toutes les statistiques d'accidents disponibles, est le manque d'indications concernant l'exposition. Ainsi, par exemple, la répartition entre les traversées de jour et de nuit, ou encore le nombre de traversées hors passage ne sont pas connus. Par conséquent, les risques d'accident en fonction des différentes conditions ne peuvent qu'être estimés de façon grossière. Les chiffres bruts permettent néanmoins d'établir quelques conclusions révélatrices:

- Le plus grand potentiel pour l'amélioration de la sécurité des piétons (dans le contexte des passages pour piétons) se trouve dans les traversées situées dans les localités.
- Des mesures correctives sont aussi bien nécessaires pour des traversées avec que sans passages pour piétons.
- On peut supposer que le risque d'accident lors de la traversée est supérieur de nuit que de jour. En conséquence, une attention particulière est nécessaire lors de la définition de la configuration de l'éclairage.
- Les personnes âgées se blessent plus gravement que les jeunes en cas d'accident lors de la traversée. Cela doit être considéré lors de l'étude du passage.
- L'évolution des accidents sur les passages pour piétons au cours des 30 dernières années montre une diminution continue tant des blessés graves que des accidents mortels. Une influence sur le nombre d'accidents suite à la modification du règlement en 1994 n'a été constatée.

L'analyse détaillée des accidents sur les passages pour piétons dans le canton de Zurich (sans les villes de Zurich et Winterthur) montre, en outre, les caractéristiques suivantes:

- En ce qui concerne les passages pour piétons situés dans les zones de carrefours, les accidents tendent à se produire à la sortie de ces derniers.
- Les piétons sont particulièrement exposés lors de croisements perpendiculaires entre l'axe piétonnier et la chaussée. Le nombre d'accidents impliquant des piétons est anormalement élevé.
- La zone de transition entre l'intérieur et l'extérieur des localités (avec une tendance aux vitesses élevées) doit être considérée de façon critique, indépendamment de la configuration du passage pour piétons.
- Des passages pour piétons situés sur des tronçons avec une vitesse autorisée de 60 km/h, combinés avec un fort volume de trafic, ainsi que des passages pour piétons situés peu après un carrefour avec signalisation lumineuse, sont particulièrement critiques en ce qui concerne les collisions par l'arrière.
- La perception du piéton (souhaitant traverser) par le conducteur du véhicule est nécessaire mais pas suffisante pour garantir la priorité et ainsi assurer une traversée sans risque pour le piéton.
- Indépendamment de la présence ou non d'un îlot, près de la moitié des accidents avec piétons se produisent sur la seconde moitié de la chaussée.

Défauts constatés sur des passages pour piétons existants

Dans le cadre d'observations effectuées sur le terrain, diverses constatations concernant des passages pour piétons ne respectant pas certains facteurs importants pour la sécurité ont été effectuées, et cela bien que ces aspects soient partiellement traités dans la norme actuelle. Dans le cadre de la présente étude, les facteurs suivants, ayant une influence négative sur la sécurité (littérature spécialisée / opinion d'experts), ont pu être constatés:

- Distance de visibilité insuffisante
- Négligence des zones d'attente lors de la planification de passages piétons (espace situé des deux côtés du passage, où les piétons peuvent brièvement s'arrêter pour s'orienter avant de traverser)
- Marquage insuffisant des passages pour piétons dans les zones avec tram
- Entretien insuffisant
- Eclairage insuffisant
- Site; absence de prise en considération des aspects liés à l'environnement dans lequel le passage est situé (par exemple, l'implantation du passage pour piétons dans une cuvette, située dans la zone d'ombre d'un pont, impliquant une mauvaise visibilité du passage pour piétons)
- Implantation de passages pour piétons sur plusieurs voies avec le même sens de circulation
- Manque d'homogénéité dans l'équipement des passages pour piétons sur un même tronçon de route
- Absence d'un abaissement de la bordure du trottoir (accès pour les personnes handicapées)

Conclusions basées sur l'étude de la littérature spécialisée

Trafic

A ce jour, en ce qui concerne la problématique de la sécurité, la recherche n'a pas pu démontrer la nécessité de définir un volume de trafic et un nombre de piétons minimal pour l'implantation d'un passage pour piétons. Il est par contre admis que le risque d'accident sur les passages pour piétons diminue lorsque la fréquence des traversées augmente. Cependant, en raison de considérations relatives à la circulation (par exemple la mise en commun des flux) et du manque de nouvelles connaissances, des valeurs minimales sont demandées pour l'implantation d'un passage pour piétons, l'utilisation de ce dernier par des groupes d'utilisateurs particuliers faisant exception.

Distance de visibilité et distance d'identification

La distance de visibilité minimale correspond à la distance d'arrêt. Diverses études montrent cependant que l'identification rapide du passage pour piétons permet d'augmenter la sécurité. Grâce à des équipements supplémentaires, la distance d'identification du passage pour piétons peut être augmentée. En conséquence, l'installation d'équipements supplémentaires est recommandée lorsque la distance d'identification du passage pour piétons est critique (= distance de visibilité minimale).

Vitesse

Le taux d'arrêt des véhicules diminue avec l'augmentation de la vitesse. En outre, diverses études montrent que la gravité des accidents est liée à la vitesse effective du véhicule. Des mesures visant à limiter la vitesse des véhicules sont par conséquent particulièrement efficaces pour augmenter la sécurité routière.

Evaluation des diverses mesures

L'étude de la littérature spécialisée montre que les mesures visant à diminuer la vitesse des véhicules augmentent la sécurité du passage pour piétons de façon significative. En outre, les mesures visant à accroître la distance d'identification du passage pour piétons ou qui améliorent la visibilité du piéton ont également une forte utilité. L'effet le plus faible

est généralement obtenu avec les mesures visant uniquement à augmenter la visibilité du passage pour piétons (sans augmentation de la distance d'identification).

Nouvelle procédure d'évaluation

Sur la base des conclusions de la revue de la littérature, des analyses effectuées dans le cadre de cette étude, ainsi que du point de vue des experts ayant participé à ce travail, une nouvelle procédure d'évaluation, présentée ci-dessous, a été définie.

Limites de la procédure d'évaluation

La procédure d'évaluation définit à partir de quel moment un passage pour piétons doit être mis en place. De plus, des seuils de référence pour l'implantation de passages pour piétons avec signalisation lumineuse sont indiqués. L'agencement détaillé de ces passages pour piétons n'a pas été abordé dans le cadre de cette étude. Les propriétés des équipements (nature des signaux, etc.) n'ont également pas été étudiées.

Principes

Lors de l'implantation d'un passage pour piétons, les principes suivants doivent être considérés:

- Chaque lieu de traversée doit être planifié comme un cas unique
- Le besoin en traversée doit être démontré.

Conditions préalables pour la mise en place d'un passage pour piétons

Lors de l'évaluation de l'implantation d'un passage pour piétons, les critères de sécurité suivants doivent impérativement être respectés:

- Le respect des distances de visibilité minimales
- L'aménagement de passages pour piétons est en principe limité aux endroits où la vitesse effective (V85) ne dépasse pas < 55 km/h. Lorsque la vitesse est supérieure, une expertise de sécurité routière (analyse de sécurité et plan de mesures pour la configuration du passage) doit être établie pour montrer de quelle manière la sécurité des piétons est assurée.
- L'aménagement de passages pour piétons se fait essentiellement à l'intérieur des localités. Lorsqu'en dehors de celles-ci, un lieu de franchissement avec priorité piétonnière est indispensable, une expertise de sécurité routière doit être établie.
- La configuration de passages pour piétons traversant plusieurs voies avec le même sens de circulation est à éviter (exceptions : signalisation lumineuse et jonction avec céder le passage). Lorsqu'un passage pour piétons traversant plusieurs voies avec le même sens de circulation est inévitable, une expertise de sécurité routière doit être établie.
- Le nombre de piétons et de véhicules doit être pris en considération lors de l'implantation d'un passage pour piétons (voire fig. 1)
(Exceptions : groupe d'utilisateurs avec des besoins de priorité spéciaux, aux abords de croisements entre deux routes à orientation trafic, ainsi que sur les routes d'intérêt local, aux abords d'un croisement entre une route à orientation trafic et une route d'intérêt local).

Fig. 1 Seuils de référence pour la mise en place de passages pour piétons

	[vhc/h ¹]	< 250	250 - 600	600 - 800	800 – 1'000	1'000 - 1'200	> 1'200
[P/h ²]							
< 25		non ³	non ³	non ³	non ³	plutôt non ³	plutôt non ³
25 - 50		non ³	plutôt non ³	plutôt oui	plutôt oui	plutôt oui	plutôt oui
50 - 100		non ³	plutôt non ³	oui	oui	oui	oui
100 - 150		plutôt non ³	plutôt oui	oui	oui	oui	oui / ev. PPP-SL
> 150		plutôt non ³	oui	oui	oui	oui / ev. PPP-SL	oui / ev. PPP-SL

1 volume de trafic à l'heure de pointe au point de franchissement

2 nombre de piétons à l'heure la plus fréquentée

3 considérer les groupes d'utilisateurs

Effets de la position dans le réseau

Lors de la mise en place d'un passage pour piétons, les conditions locales suivantes sont à prendre en considération:

- Les passages pour piétons dans les zones 30 sont interdits, sauf si des besoins de priorité particuliers pour le trafic piétons l'exigent.
- Des passages pour piétons voisins, faiblement espacés, devraient en règle générale être configurés de façon identique ou similaire (homogénéité; considération d'un tronçon de route).
- Les dépassements doivent, si possible, être empêchés au voisinage de passages pour piétons.
- Aux arrêts de transports publics, le passage pour piétons est généralement aménagé à l'arrière du bus (mise en place d'un îlot central pour empêcher le dépassement du bus).
- Lorsqu'un passage pour piétons croise un tramway en site propre, des îlots doivent être construits avant le croisement. Lorsque l'espace disponible est insuffisant, la nécessité de mesures supplémentaires doit être vérifiée (par exemple marquage au sol signal 1.18 „tramways“, ces mesures nécessiteraient cependant une modification préalable des bases légales).
- L'implantation d'un passage pour piétons dans un carrefour s'effectue en fonction des relations piétonnes. Par ailleurs, il convient de tenir compte des conditions-cadre de l'installation, ainsi que du déroulement du trafic.
- Entre deux passages pour piétons avec signalisation voisins, l'aménagement d'un passage sans signalisation est à éviter.
- Le respect d'une distance minimale de 125 m entre un passage pour piétons isolé et un carrefour avec feu de circulation est conseillé.
- La configuration d'un passage pour piétons où se croisent un axe piétonnier et une route à orientation trafic doit être étudiée avec une attention particulière (fort potentiel d'accidents).

Conditions préalables relatives à la circulation

Lors de la mise en place d'un passage pour piétons les conditions préalables relatives à la circulation suivantes sont à remplir:

- Des zones d'attente pour piétons doivent être prévues des deux côtés de la chaussée.

- Tout passage pour piétons doit être aménagé de façon à ce que le passage lui-même, ainsi que les zones d'attentes (en général toute la zone d'attente), soient dans le champ de vision du conducteur et soient reconnaissables de jour comme de nuit.
- En général, les passages pour piétons et les zones d'attente doivent être éclairés.
- L'aménagement du passage pour piétons doit correspondre aux besoins de tous les groupes d'utilisateurs (accès pour les personnes handicapées).
- Lors de l'aménagement de passages pour piétons, la viabilité de toutes les relations possibles est à vérifier pour des véhicules moteurs lourds.
- Au voisinage de passages pour piétons, il faut éviter que le conducteur soit distrait du lieu de franchissement par des sources extérieures (publicité, etc.).
- L'aménagement d'îlots centraux doit être promu de façon générale.

Types d'agencement pour les passages pour piétons

Equipement de base

Chaque passage pour piétons doit satisfaire les exigences de l'équipement de base. Les éléments manquant ne peuvent pas être compensés par des mesures supplémentaires.

- Les passages pour piétons doivent être éclairés selon les normes et directives en vigueur. L'équipement des lampadaires (puissance des lampes) est défini par l'intensité d'éclairement vertical minimale E_V requise (voir chapitre 7.1, point 2).
- Des zones d'attente sont à prévoir aux abords des passages pour piétons. Lorsque les zones d'attente ne sont pas complètement visibles (dans toute leur profondeur), des marquages sont à prévoir à parallèlement à la chaussée sur le trottoir.
- La longueur de la ligne interdisant l'arrêt est à déterminer selon les conditions locales (min. 15 m)
- Les passages pour piétons sont à concevoir de façon à garantir l'accès pour les personnes handicapées (palier entre l'espace piétonnier et la chaussée).
- Pour les types d'agencement 2, 3 et 4 (voir fig. 3), le signal „Emplacement d'un passage pour piétons“ (4.11) est à prévoir.

Définition de l'équipement selon les conditions locales

Dans une première étape, le type d'agencement est défini en fonction du débit du trafic (TJM en vhc/jour) et de la vitesse effective (V85). Inversement, le débit du trafic et la vitesse effective autorisés pour un type d'agencement donné peuvent être déterminés à l'aide du graphique suivant.

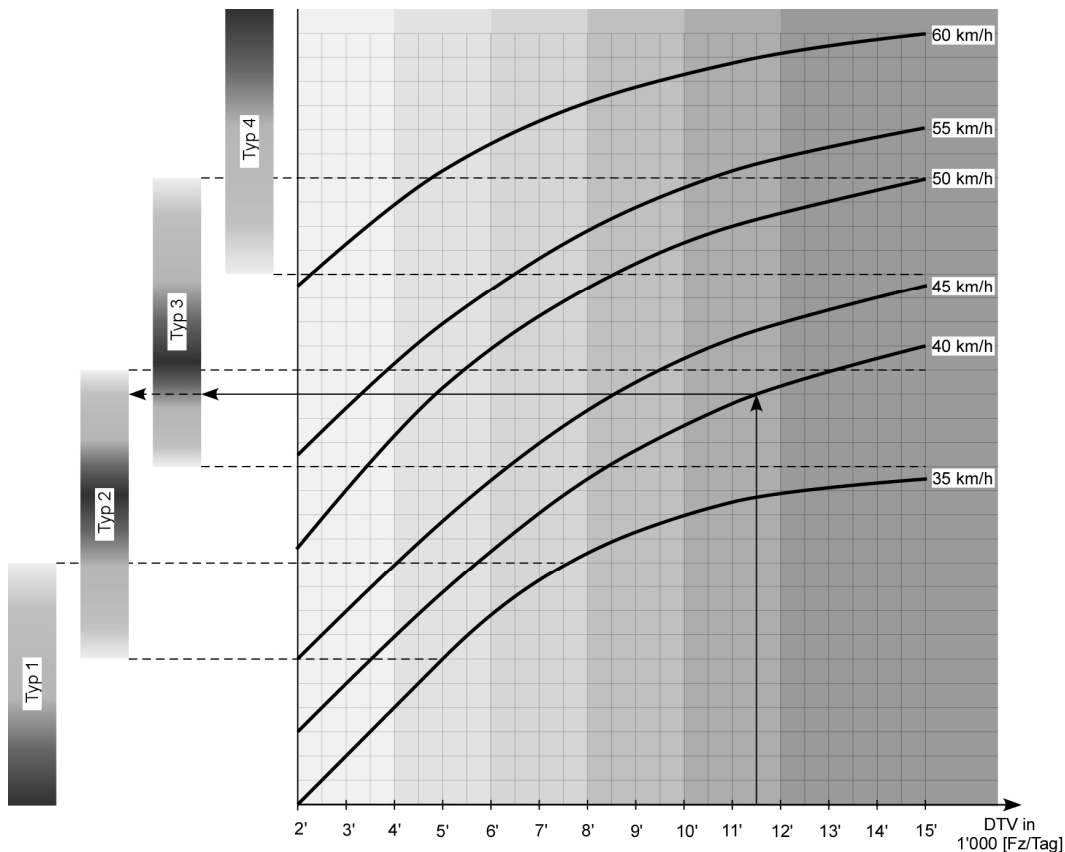


Fig. 2 Détermination du type d'agencement d'un passage pour piétons.

Dans le tableau ci-dessous, sont listées les mesures nécessaires en fonction du niveau de vitesse et de l'intensité du trafic. Ces mesures sont obligatoires, à l'instar de l'équipement de base pour assurer un niveau de sécurité élevé. Les différents groupes d'utilisateurs (par exemples : enfants, écoliers, personnes âgées et personnes handicapées) doivent également être pris en considération. Lorsque de telles exigences de priorité supplémentaires existent, il est recommandé de choisir un type d'agencement plus élevé (mesures supplémentaires).

Fig. 3 Mesures en fonction du type d'agencement

Mesures	Type			
	1	2	3	4
constructives	pas de mesure particulière	-	îlot de protection	îlot de protection
signalo-techniques		signal 4.11	signal 4.11 mesures supplémentaires possibles	signal 4.11 mesures supplémentaires possibles

Définition des mesures spécifiques à la situation

Dans une deuxième étape, indépendamment des mesures selon les conditions locales, des mesures spécifiques à la situation, en fonction de la distance d'identification et du niveau de vitesse, sont à définir.

Le tableau suivant illustre les mesures spécifiques en fonction de la situation :

Fig. 4 Mesures en fonction de la situation

		niveaux de vitesse V85 [km/h]		
		30 - 40	40 - 50	50 - 60
Distance d'identification	\geq min. distance de visibilité double	<i>pas de mesure particulière</i>	<i>pas de mesure particulière</i>	<i>réduire le niveau de vitesse améliorer la visibilité des piétons</i>
	$>$ min. distance de visibilité	<i>pas de mesure particulière</i>	<i>améliorer la visibilité des piétons réduire le niveau de vitesse</i>	<i>accroître la distance d'identification améliorer la visibilité des piétons réduire le niveau de vitesse</i>
	$=$ min. distance de visibilité	<i>accroître la distance d'identification améliorer la visibilité des piétons</i>	<i>accroître la distance d'identification améliorer la visibilité des piétons réduire le niveau de vitesse</i>	<i>étude détaillée (expertise de sécurité routière)</i>

Mesures pour réduire le niveau de vitesse

Les mesures suivantes sont conseillées pour réduire le niveau de vitesse:

- îlot central
- limitation de la largeur de la chaussée / avancement de l'espace latéral
- décalage vertical
- aménagement de l'espace en conséquence

Mesures pour augmenter la distance d'identification

Les mesures suivantes sont conseillées pour augmenter la distance d'identification:

- îlot central
- signal 4.11 „Emplacement d'un passage pour piétons“
- signal 1.22 „Passage pour piétons“
- limitation de la largeur de la chaussée / avancement de l'espace latéral
- feu clignotant d'avertissement

Mesures pour améliorer la visibilité des piétons

Les mesures suivantes sont conseillées pour améliorer la visibilité des piétons:

- marquage parallèle à la chaussée sur le trottoir
- limitation de la largeur de la chaussée / avancement de l'espace latéral

Summary

Initial situation

The design of pedestrian crossings is generally based on the assessment procedure contained in VSS SN 640 241 "Pedestrians, pedestrian crossings". This Swiss standard regulates both the operating prerequisites and the required configuration of pedestrian crossings.

In particular, the assessment procedure for the design of a pedestrian crossing lays down precise requirements regarding the pedestrian and vehicle frequencies required. The design of a crossing's elements (pedestrian refuge island, lighting, signals, etc.) and the appearance of the road do not play any role in this assessment procedure.

This assessment procedure is being increasingly criticised and challenged by users and authorities alike. Particular criticism is directed at the fact that the assessment procedure puts excessive emphasis on operating conditions, giving too little consideration infrastructure elements. In addition, experts are at loggerheads, with some proposing a less rigid approach to design criteria while others demand a stricter line on certain criteria.

Aim and benefit of research

The aim of this work is to:

- Examine and differentiate between current assessment and equipment criteria in the design of pedestrian crossings (basic principles) in the light of recent findings and research results (by evaluating the literature).
- Assess applicable law and clear up any contradictions.
- Investigate the signals and marking measures not delineated in the standard.
- Stipulate the method and the scope of subsequent empirical research.

Legal parameters/Comparison of the law and standard

An analysis of the legal basics in Switzerland reveals various contradictions among the individual documents.

- Length of the no-stopping marking before pedestrian crossings:
 - Art. 77 Abs. 2 SSV: Minimum of 10 meters
 - SN 640 241: Minimum of 10 meters
Minimum of 15 meters (with a posted speed limit of 50 kph)
- No-stopping marking on the roadway and the adjacent pavement
 - Art. 18 Abs. 2 VRV: No stopping line closer than 5 meters
- Mandatory "Pedestrian crossing location" sign (4.11)
 - Art. 47 SSV Always at pedestrian crossings outside of built-up areas as well as at unexpected or poorly recognizable pedestrian crossings in built-up areas
 - SN 640 241 Basically, always

In addition, various sections of the legal basics were formulated in a way no longer corresponding to current requirements. These must be reworded and adapted accordingly:

- In Art. 10 VRV, pedestrians are described as “obstructions”.
- According to Art. 11 SSV, the “pedestrian crossing” sign (1.22) is stipulated among other things if pedestrian crossings are not immediately visible to drivers.

There are particular references in section 6 (new assessment procedure) and section 10 (further research needed) as to how to deal with the contradictions between individual documents and wording that no longer correspond to current requirements.

Analysis of the problem and accidents

One basic problem posed when evaluating all the accident statistics available is the lack of details about exposure. For example, it is not known how many times pedestrians use crossings at night or in the daytime or how many people use pedestrian crossings or not. As a result, only rough estimates at best can be made for accident risks for the individual conditions. Nevertheless, the absolute accident figures also give rise to a few revealing conclusions:

- Crossing locations in built-up areas afford the greatest potential for increasing pedestrian safety (in connection with pedestrian crossings).
- There is a need for action in the case of crossing locations both with and without pedestrian crossings.
- It can be assumed that the risk of having an accident when crossing with reduced lighting conditions is greater than during the daytime. Particular attention should therefore be paid to lighting arrangements.
- Older people suffer more serious accidents when crossing the road than young people do. This must be taken into account when planning crossing locations.
- The trend in accidents on pedestrian crossings over the last 30 years reveals a continuous decline both in the number of people seriously injured and in fatalities. Any influence on accidents by the amended regulation of 1994 cannot be substantiated.

A detailed analysis of accidents on pedestrian crossings in the canton of Zurich (excluding the cities of Zurich and Winterthur) also reveals the following characteristics:

- When pedestrian crossings are located near junctions, accidents tend to happen at junction exits.
- Pedestrians are particularly at risk when a pedestrian axis crosses the roadway at right angles. The number of accidents involving pedestrians is disproportionately high.
- The transition from non-built-up area to built-up area (with a tendency to high speeds) must be considered critical, irrespective of design.
- Pedestrian crossings on stretches of road with a maximum speed limit of 60 kph and high traffic volumes as well as pedestrian crossings located shortly after a light-controlled junction are particularly critical in terms of rear-end collisions.
- The awareness of pedestrians (intending to cross) by drivers is necessary yet insufficient to guarantee pedestrians' right of way and enable them to cross in safety.
- Irrespective of the presence of a pedestrian refuge in the centre of the road, almost half of all collisions with pedestrians occur in the second half of the roadway.

Deficiencies of existing pedestrian crossings

During the field surveys, pedestrian crossings were investigated whose safety aspects, although partially covered in the existing standard, were not taken into account. This research work led to the identification of the following aspects, which have a negative influence on safety (specialist literature/expert opinion):

- Lack of range of visibility
- Inadequate consideration for stopping areas when planning pedestrian crossings (space at both ends of the pedestrian crossing for people to stop briefly to get their bearings before crossing the street)
- Unfavourable marking of pedestrian crossings near tramways
- Poor maintenance
- Inadequate lighting
- Location; no consideration given to surroundings (e.g. a pedestrian crossing stipulated in a dip in an area where a bridge casts a shadow leads to the crossing being poorly recognized as such)
- Layout of pedestrian crossings over several traffic lanes in the same direction
- Lack of homogeneity in the design of pedestrian crossings on one stretch of road
- Lack of dropped kerbs at the roadside (consideration for disabled pedestrians).

Conclusions from an evaluation of the literature

Traffic regulation requirements

For reasons of safety, the necessity of minimum values for the number vehicles and pedestrians crossing roads could not be proved in any research so far for the stipulation of pedestrian crossings. However, it is known that the accident risk declines on pedestrian crossings with increasing pedestrian frequency. Based on technical traffic considerations (e.g. channelization of traffic flows) and in the absence of any new findings, however, minimum values are stipulated for the placement of a pedestrian crossing except for special user groups.

Range of visibility and recognition distance

The minimum visibility required corresponds to the stopping distance. However, various studies revealed that the early recognition of a pedestrian crossing can increase safety levels. Additional equipment can increase this recognition distance for a crossing. Additional equipment should thus be used for critical recognition distances (= minimum range of visibility) for pedestrian crossings.

Speeds

Stopping rates decline as speeds increase. In addition, various investigations revealed that the severity of accidents on pedestrian crossings was dependent on driving speed. Measures to reduce speed are thus of major benefit in increasing road safety.

Assessment of the individual measures

Research into the literature revealed that measures that reduced speed levels made a marked improvement in safety on pedestrian crossings. A major benefit to aim for is measures that extend the recognition distance of a pedestrian crossing or improve drivers' perception of pedestrians. Generally speaking, the least benefit is obtained from measures that merely increase the recognisability of a pedestrian crossing (without extending the recognition distance).

New assessment procedure

The following new assessment procedure was developed based on findings from an evaluation of the literature, the investigations conducted in connection with this work and the estimates of the experts involved.

Limits of the assessment procedure

The assessment procedure shows when a pedestrian crossing should be stipulated. In addition, guidelines are given for the use of signal-controlled pedestrian crossings. However, the research does not go into the detailed design of these crossings. Similarly, the features of the equipment (types of signal, etc.) are not investigated.

Basic principles

Attention should be paid to the following basic principles when designing a pedestrian crossing:

- All crossing locations are individual cases in terms of planning
- There must be a proven need for this crossing.

Prerequisites for designing a pedestrian crossing

The following vital safety criteria must be met when assessing the design of a pedestrian crossing:

- Minimum visibility ranges must be complied with
- Basically, pedestrian crossings should only be stipulated where vehicle speeds are actually (V85) < 55 kph. If the speed level is higher, a road safety report (safety analysis and schedule of measures for the design of the crossing) must be compiled in order to demonstrate how adequate safety can be ensured for pedestrians.
- Above all, pedestrian crossings must be stipulated in built-up areas. A road safety report must be compiled if crossing points in rural areas with right of way for pedestrians are unavoidable.
- Pedestrian crossings should not normally be extended over several traffic lanes in the same direction (exceptions: at traffic lights and T-junctions with right of way). A road safety report must be compiled if a pedestrian crossing is to go across several traffic lanes in each direction.
- The amount of pedestrians using them and traffic densities must be taken into account when designing pedestrian crossings (q.v. Fig. 1).
- (Exceptions: Among user groups with special needs for right of way, at junctions between two traffic-oriented streets as well as on a residentially-oriented street at a junction between a traffic-oriented and a residentially-oriented street).

Fig. 1 Guide values for pedestrian crossing design

vehicles per hour ¹	< 250	250 - 600	600 - 800	800 – 1,000	1,000 – 1,200	Over 1,200
Pedestrians per hour						
< 25	no ³	no ³	no ³	no ³	preferably no ³	preferably no ³
25 - 50	no ³	preferably no ³	preferably yes	preferably yes	preferably yes	preferably yes
50 - 100	no ³	preferably no ³	yes	yes	yes	yes
100 - 150	preferably no ³	preferably yes	yes	yes	yes	yes / possibly pedestrian signals
> 150	preferably no ³	yes	yes	yes	yes / possibly pedestrian signals	yes / possibly pedestrian signals

1 Traffic volume at rush-hour at the cross-section

2 Number of pedestrians at peak pedestrian periods

3 Consideration for user groups

Effects of the location on the network

Attention should be paid to the following local characteristics when designing a pedestrian crossing:

- Pedestrian crossings are not permitted in zones where the speed limit is 30 kph except when required due to special rights of way for pedestrians.
- Neighbouring pedestrian crossings in close proximity must generally be identically or similarly designed (homogeneity, viewed in sections).
- Overtaking near pedestrian crossing must be prohibited wherever possible.
- As a rule, pedestrian crossings at bus stops should be located behind the bus (provision of a central island to prevent the bus from being overtaken and the pedestrians on the central island is seen by the oncoming traffic).
- Islands must be placed in front of the crossing point wherever a pedestrian crossing traverses a tramway with its own track bed. If this is impossible due to space considerations, additional measures must be investigated (e.g. marking on the ground signal 1.18 "Tram"; however, this possible measure would require the prior amendment of legal foundations).
- The layout of pedestrian crossings at junctions depends, firstly, on pedestrian relations and, secondly, the ancillary conditions arising from its layout as well as traffic flows must be taken into consideration.
- Generally speaking, pedestrian crossings without signal controls should not be located between two adjacent traffic lights.
- A minimum distance of 125 metres is recommended between an isolated pedestrian crossing and a junction with traffic lights.
- Pedestrian crossings located where a pedestrian axis crosses a traffic-oriented street must be designed with particular care (major potential for danger).

Technical requirements

The following technical requirements must be fulfilled when designing a pedestrian crossing:

- Waiting areas must be planned for pedestrians on both sides of the street.
- Each pedestrian crossing must be designed so that both it and the waiting area (as a rule the entire waiting area) are in drivers' field of vision and are recognizable both day and night.
- In general, all pedestrian crossings and waiting areas must be illuminated.
- The design of pedestrian crossings should give full consideration to the requirements of all user groups (suitability for use by the disabled).
- When laying out pedestrian crossings, their suitability for use by heavy road vehicles must be checked in all traffic situations.
- In the vicinity of pedestrian crossings, care should be taken to ensure that drivers are distracted as little as possible from the actual crossing point by external factors (advertising, etc.).
- The installation of central pedestrian refuges is a general goal.

Types of equipment for pedestrian crossings

Basic equipment

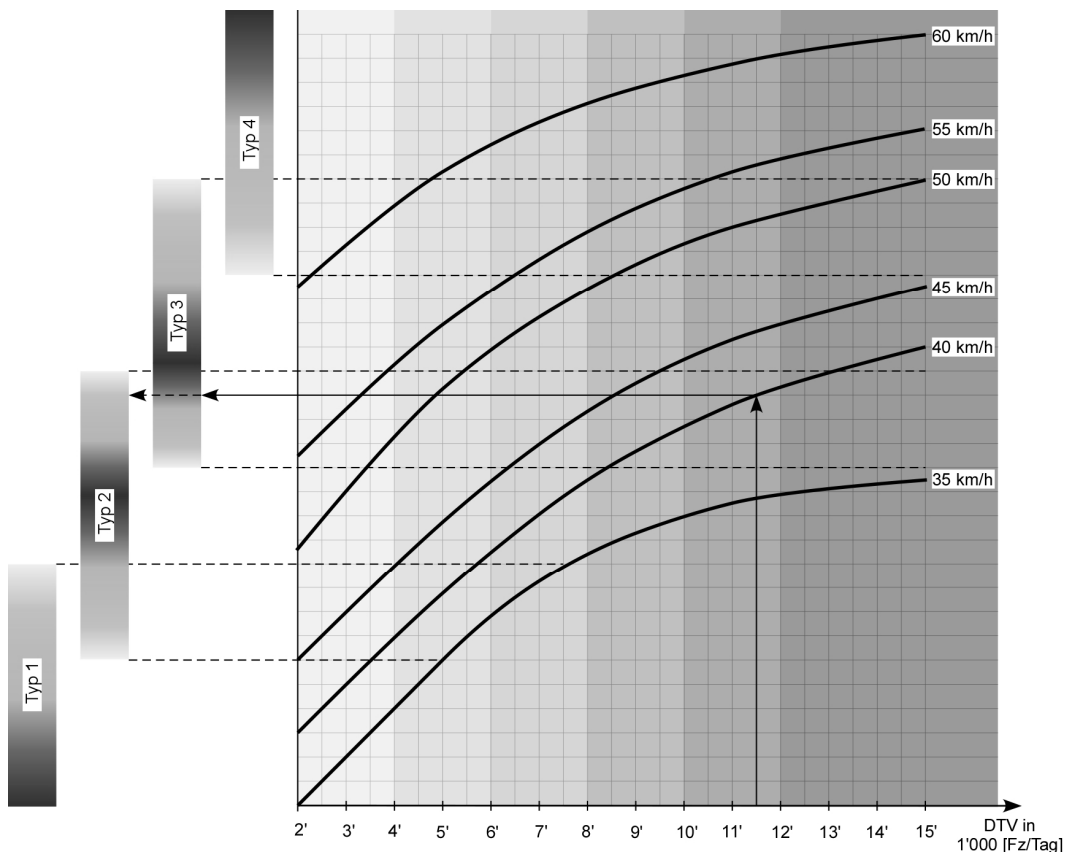
Every pedestrian crossing must meet the requirements for basic equipment. Missing elements may not be compensated for by supplementary measures.

- Pedestrian crossings must be illuminated according to the valid standards and guidelines. The equipment (lamp output) of the lights is dependent on the minimum vertical lighting power required EV (q.v. section 7.1, §2).
- The corresponding waiting areas must be provided at pedestrian crossings. If these areas are not fully visible (to their full depth), marked signal heads are to be stipulated.

- The length of the “no stopping” line must be determined by location (minimum of 15 metres).
- Pedestrian crossings must be designed for use by the disabled (dropped kerbs/ramped sections between pedestrian and roadway areas).
- For equipment types 2, 3 and 4 (q.v. Fig. 3) sign 4.11 “Pedestrian crossing” must be stipulated.

Stipulating specific, local equipment

The type of equipment is stipulated in an initial step, irrespective of traffic density (average daily traffic volume in vehicles/day) and speed level (V85). Conversely, the following chart can also be used to assess the permissible traffic volume and speed limit based on the type of equipment.



DTV = Average daily traffic volume

Fig. 2 Stipulation of the type of equipment for pedestrian crossings

The following table shows the measures needed irrespective of speed level and traffic volume. It is imperative that these measures, as well as the basic equipment are implemented to ensure a high level of safety. Attention should similarly be paid here to special groups of users (e.g. children, schoolchildren, the elderly and people with disabilities). If there are any right of way requirements of this type, preference should be given to a higher level of equipment (supplementary measures).

Fig. 3 Measures dependent on the type of equipment

Measures	Type			
	1	2	3	4
Structural	No special measures	-	Refuge	Refuge
Signals/technical		Sign 4.11	Sign 4.11 supplementary measures possible	Sign 4.11 check on supplementary measures

Stipulation of situation-specific measures

In a second step, situation-specific measures must be taken, irrespective of the location-specific measures based on recognition distance and speed levels.

The following table shows the situation-specific measures:

Fig. 4 Measures dependent on situation

		Speed level V_{85} [kph]		
		30 - 40	40 - 50	50 - 60
Recognition distance	\geq Twice the min. visual range	No special measures	No special measures	Reduce speed level Improve perceptibility of pedestrians
	$>$ min. visual range	No special measures	Improve perceptibility of pedestrians Reduce speed level	Increase recognition distance Improve perceptibility of pedestrians Reduce speed level
	$=$ min. visual range	Increase recognition distance Improve perceptibility of pedestrians	Increase recognition distance Improve perceptibility of pedestrians Reduce speed level	Detailed investigation (safety report)

Measures to reduce speed level

The following measures are recommended for reducing the speed level:

- Central pedestrian refuge
- Narrowed roadway/built-out kerb
- Vertical offset
- Corresponding street design

Measures to increase recognition distance

The following measures are recommended for increasing the recognition distance:

- Central pedestrian refuge
- Sign 4.11 "Pedestrian crossing location"
- Sign 1.22 "Pedestrian crossing"
- Narrowed roadway/built-out kerb
- Yellow flashing light

Measures to improve the perceptibility of pedestrians

The following measures are recommended for improving the perceptibility of pedestrians:

- Head element
- Narrowed roadway/built-out kerb

1 Einleitung (Ausgangslage, Ziele, Vorgehen)

1.1 Ausgangslage

Die Anordnung von Fussgängerstreifen erfolgt in der Regel anhand des Beurteilungsverfahrens der VSS SN 640 241 „Fussgängerverkehr, Fussgängerstreifen“. Diese Norm regelt einerseits die betrieblichen Voraussetzungen und andererseits die notwendige Ausgestaltung der Fussgängerstreifen.

Dabei definiert insbesondere das Beurteilungsverfahren zur Anordnung eines Fussgängerstreifens klare Anforderungen an die notwendigen Fahrzeug- und Fussgängerfrequenzen. Die infrastrukturelle Ausgestaltung eines Übergangs (Fussgängerschutzinsel, Beleuchtung, Signale, usw.) und das Erscheinungsbild der Strasse finden im Beurteilungsverfahren keinen Eingang.

Dieses Beurteilungsverfahren wird je länger je mehr von den Anwendern wie auch den Behörden kritisiert und in Frage gestellt. Insbesondere wird bemängelt, dass das Beurteilungsverfahren zu stark auf die betrieblichen Voraussetzungen ausgerichtet und die Wirkungen der infrastrukturellen Elemente zu wenig berücksichtigt werden (siehe auch Kapitel 4.8.10, Wahrnehmung und Handeln). Zudem besteht ein Spannungsfeld zwischen denjenigen Fachleuten, die einen lockereren Umgang mit den Anordnungskriterien wollen und denjenigen welche einen strikteren Umgang mit gewissen Kriterien fordern. Eine Überprüfung der Norm drängt sich auf, da im Zusammenhang mit der jeweils sich stellenden Frage „Fussgängerstreifen ja/nein“ sich die unterschiedlichen Interessen häufig widersprechen. Es zeigt sich, dass die heutige Norm häufig aus politischen oder aus anderen vermeintlich örtlich zwingenden Gründen nicht eingehalten wird. Deshalb ist zu überprüfen, ob die Norm den Bedürfnissen aller Strassenbenutzenden in genügendem Masse Rechnung trägt und den Vollzugsbehörden klare Kriterien und gleichzeitig genügend Freiraum zur Anordnung eines Fussgängerstreifens gibt. Dies auch in anbetracht der Tatsache, dass die Norm als Weisung des UVEK für die Vollzugsbehörde rechtsverbindlich ist. Im Zusammenhang mit der Beurteilung von Unfällen zwischen Fahrzeugen und Fussgängern durch die Justiz können sich somit für die Behörden unliebsame Folgen ergeben, wenn Fussgängerstreifen ohne zwingenden Grund mit Abweichungen von der Norm angebracht worden sind.

Das Thema Fussgängerstreifen steht aus verschiedenen Gründen immer wieder im Mittelpunkt des Interesses.

- Werden Fussgänger auf einem Fussgängerstreifen durch Fahrzeuge verletzt oder getötet, wird die Revision des Art. 6 Abs. 1 der Verkehrsregelnverordnung von 1994 (Abschaffung des Handzeichens) in Frage gestellt und kritisiert.
- Werden bestehende Fussgängerstreifen entfernt oder Gesuche für das Anbringen von neuen abgelehnt, gibt dies oft Anlass für politische Vorstösse oder Medienberichte, welche das Beurteilungsverfahren für das Anordnen von Fussgängerstreifen in Frage stellt.

Aufgrund dieses Sachverhalts ist auch aus der Sicht des ASTRA eine Revision der erwähnten Norm insbesondere aus folgenden Gründen erforderlich:

- Überprüfung des bestehenden Inhalts der Norm
- Weiterentwicklung der bestehenden Norm, insbesondere bezüglich der Sichtbarkeit von resp. auf Fussgängerstreifen

1.2 Ziel und Nutzen der Forschung

Das Ziel der Forschungsarbeit ist das Überprüfen des Beurteilungsverfahrens zur Anordnung eines Fussgängerstreifens aufgrund neuer Erkenntnisse und Forschungsergebnissen.

Dabei sollen insbesondere die Auswirkungen der infrastrukturellen Ausgestaltung auf die Anforderungen an die Fahrzeug- und Fussgängerfrequenzen untersucht und aufgezeigt werden.

Ziel der Arbeit ist:

- Eine Überprüfung und Differenzierung der heutigen Beurteilungs- und Ausrüstungskriterien bei der Anordnung eines Fussgängerstreifens (Grundsätze): Welche Anforderungen müssen eingehalten werden um einen Fussgängerstreifen anordnen zu können und welche Elemente tragen zusätzlich zu einer besseren Erkennbarkeit und einer Erhöhung der Verkehrssicherheit bei.
- Die Beurteilung des geltenden Rechts und das Klären allfälliger Widersprüche.
- Die Prüfung von in der Norm nicht beschriebenen signalisations- und markierungstechnischen Massnahmen, vertiefte Analyse der Wirksamkeit verschiedener Massnahmen zur Verminderung des Querungsrisikos auf Fussgängerstreifen.
- Die Festlegung der Methode und des Umfangs der Folgeforschung (empirische Erhebungen).

Die Erkenntnisse der Forschungsarbeit dienen als Grundlagen zur ersten Überarbeitung der Norm SN 640 241 „Fussgängerverkehr, Fussgängerstreifen“ sowie als Grundlage für eine allfällige Anpassung des übergeordneten Rechts.

1.3 Forschungsauftrag

Ziel des Forschungsauftrags ist es, anhand einer Literaturlauswertung die massgebenden betrieblichen und infrastrukturellen Beurteilungskriterien für den Einsatz von Fussgängerstreifen darzustellen und die Abhängigkeiten zwischen diesen Kriterien aufzuzeigen. Dabei sollen das Beurteilungsverfahren überarbeitet, die zwingenden Anforderungen zur Anordnung eines Fussgängerstreifens definiert sowie die zusätzlichen Elemente (z.B. optische Bremse) zur Erhöhung der Verkehrssicherheit festgelegt werden.

Aufgrund der fehlenden Untersuchungen und Feldversuche zu den zusätzlichen Elementen erfolgt das Beurteilen der baulichen und signaltechnischen Massnahmen weitgehend auf qualitativer Basis.

Die quantitative Beurteilung der baulichen und signaltechnischen Massnahmen sowie die Wirkung von Kombinationen davon erfolgen in der Folgeforschung „Fussgängerstreifen: Hauptuntersuchung“. Für dieses Forschungsprojekt soll eine Methode für das empirische Bestimmen von betrieblichen und infrastrukturellen Beurteilungskriterien festgelegt werden.

Die beiden Forschungen sind Bestandteil des Forschungsbündels „Punktuelle Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr“.

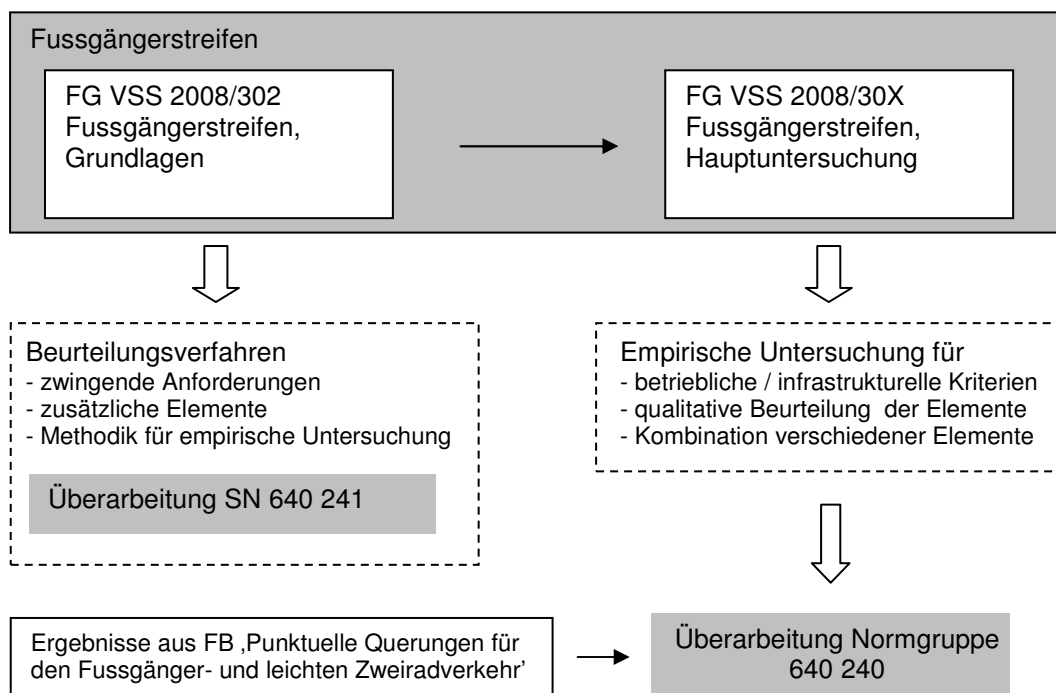


Abb. 1.1 Zusammenhänge Forschungsauftrag

1.4 Abgrenzung der Forschungsarbeit

Das Forschungsprojekt Fussgängerstreifen (Grundlagen) ist Bestandteil des Forschungsbündels „Punktueller Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr“ (Grundnorm 640 240).

In der folgenden Abbildung sind die im Bündel zusammengefassten Forschungsarbeiten und die Einbindung der Forschung Fussgängerstreifen aufgeführt. Die Hauptuntersuchung beziehungsweise Folgeforschung Fussgängerstreifen wird erst nach dem Vorliegen der Resultate der Grundlagenforschung ausgelöst.

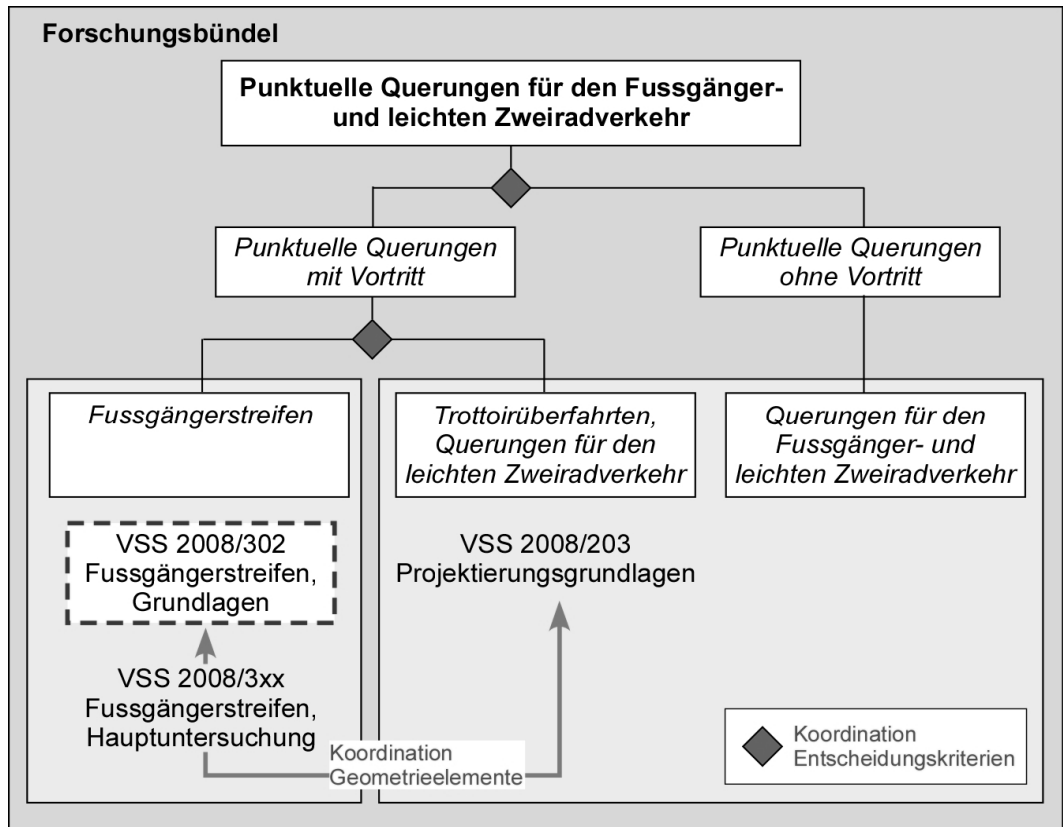


Abb. 1.2 Forschungsbündel

In dieser Forschung werden punktueller Querungen ohne Vortritt für den Fussgänger sowie Trottoirüberfahrten (punktueller Querungen mit Vortritt) nicht behandelt. Diese Problematik wird in separaten Forschungen behandelt. Beim Beurteilungsverfahren wird dargestellt, ab wann ein Fussgängerstreifen angeordnet werden soll. Zudem werden Richtwerte für den Einsatz von Fussgängerstreifen mit LSA aufgezeigt. Auf die detaillierte Ausgestaltung dieser Übergänge wird in der Forschung jedoch nicht eingegangen. Ebenso werden die Eigenschaften der Ausrüstungen (Signalbeschaffenheit etc.) nicht untersucht.

1.5 Vorgehen

Bei der vorliegenden Forschungsarbeit wurde wie folgt vorgegangen (vgl. Abb.):

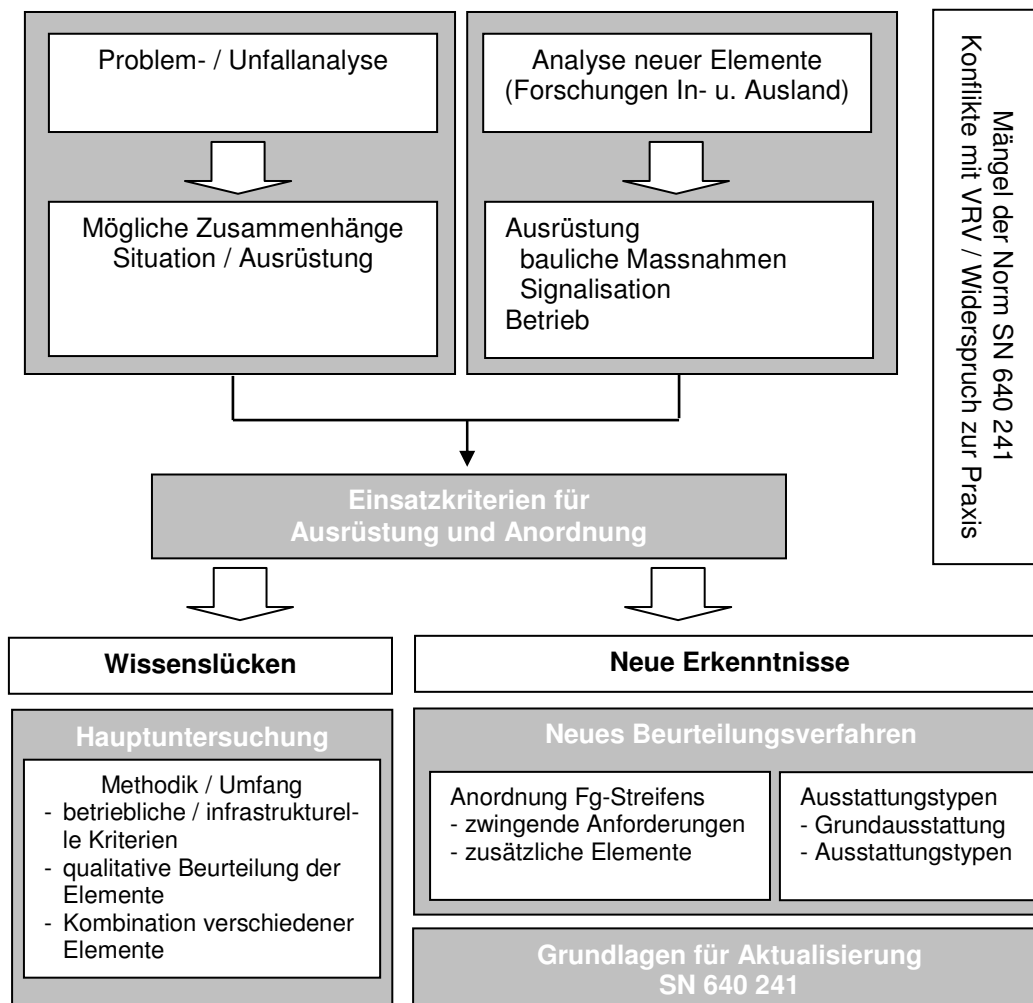


Abb. 1.3 Schematische Darstellung des Vorgehens

Grundlage für die Forschungsarbeit bilden die Erkenntnisse aus der Auswertung der Fachliteratur. Aufgrund dieser Erkenntnisse wurden die möglichen Zusammenhänge zwischen Situation, Betrieb und Ausrüstungsgrad des Fussgängerübergangs unter Berücksichtigung übergeordneter Planungen und verschiedener Anforderungen aufgezeigt. Basierend auf diesen Bewertungen bezüglich der Auswirkungen wurde eine Matrix (siehe Anhang 1) gebildet und Folgerungen abgeleitet, welche die Einsatzkriterien für die Anordnung und den Ausrüstungsgrad eines Fussgängerstreifens definieren. Es wurde ein neues Beurteilungsverfahren ausgearbeitet, welches als Grundlage zur Aktualisierung der Norm dienen kann. Am Schluss wurden die Methodik und der Umfang für weitere empirische Untersuchungen (Teil II) festgelegt.

2 Begriffe

Im Folgenden werden die wichtigsten Begriffe und deren Verwendungsart im vorliegenden Bericht kurz erläutert.

Halteraum / Warteraum

Als Halteräume (Warteräume) werden diejenigen Räume bezeichnet, welche sich auf beiden Strassenseiten, anschliessend an Fussgängerstreifen, befinden. Diese Räume bieten den Fussgängern Platz, um vor dem Queren der Strasse kurz anzuhalten, sich zu orientieren und Blickkontakt mit einem allfälligen Fahrzeuglenker aufzubauen. Halteräume haben folgende minimalen Abmessungen:

- Min. Tiefe = 1.20 m
- Min. Breite = Breite des Fussgängerstreifens

Das Befahren mit Motorwagen der Halteräume ist in der Regel baulich zu verunmöglichen. Halteräume sind in der Regel nicht spezifisch markiert.

Im Rahmen der Forschungsarbeit wird empfohlen für diesen Raum den Begriff „Halteraum“ (anstelle von „Warteraum“) zu verwenden. Bei den Expertendiskussionen hat der Begriff „Halteraum“ verschiedentlich zu Missverständnissen geführt. Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wird er als Arbeitsbegriff verwendet. Der Begriff ist im Rahmen der Normierung zu klären. Als Alternativvorschläge wurden genannt: Standplatz, Fussgänger-Halteraum, Fussgänger-Warteraum.

Kopfelement

Als Kopfelement wird ein markiertes Element innerhalb des Halteraumes (angrenzend an Fahrbahnrand) verstanden, welches eine minimale Tiefe von 0.60 m aufweist und dessen Breite der Breite des Fussgängerstreifens entspricht. Mit einem Kopfelement soll der Fussgänger auf die Konfliktsituation aufmerksam gemacht werden. Die Kommunikation zwischen den Verkehrsteilnehmern soll verbessert und die Erkennbarkeit der Überquerungsabsicht der Fussgänger erhöht werden.

Der Begriff „Kopfelement“ wird im Rahmen dieser Forschungsarbeit als Arbeitsbegriff verwendet. Der Begriff ist im Rahmen der Normierung zu klären. Als Alternativvorschlag wurden genannt: Anfangselement.

Sichtweite

Die Sichtweite ist die vom Fahrzeuglenker frei überblickbare Strassenstrecke inklusive der Halteräume / Warteräume für die Fussgänger beidseits der Strasse, die sich örtlich aus der Linienführung, Querschnitt und Strassenumgebung ergibt. Sie gewährleistet, dass der Fussgänger vom Fahrzeuglenkenden rechtzeitig gesehen werden kann. Die minimale Sichtweite entspricht der Anhaltstrecke (Reaktionsweg und Bremsweg).

Erkennungsdistanz

Unter Erkennungsdistanz wird diejenige Distanz verstanden, ab welcher die Anlage „Fussgängerstreifen“ vom Fahrzeuglenker als solche erkennbar bzw. wahrnehmbar ist. Sie ist nicht mit der oben beschriebenen Sichtweite zu verwechseln, welche die Sicht zwischen dem Fussgänger und dem Fahrzeuglenker beschreibt.

3 Rechtliche Rahmenbedingungen

3.1 Schweiz

3.1.1 Kritik an der Norm SN 640 241

In der massgebenden Norm (SN 640 241) werden die verschiedenen Bedingungen und die Beurteilungskriterien für das Anordnen eines Fussgängerstreifens aufgeführt. Dabei müssen für das Anordnen eines Fussgängerübergangs die zwingenden Anforderungen eingehalten werden. Die Auswirkungen von kompensierenden oder ergänzenden Massnahmen sowie von Zusatzausrüstungen werden in der Beurteilung nicht berücksichtigt.

Aufgrund von Rückmeldungen aus der Praxis wurden die Anforderungsbedingungen als zu starr beurteilt. Zudem fehlen in der Beurteilung Zusammenhänge zwischen den betrieblichen und infrastrukturellen Beurteilungskriterien sowie der Lage und des angrenzenden Strassenraums. Dabei stellt sich unter anderem die Frage ob

- die minimale Anzahl Querungen und Verkehrsbelastungen massgebend sind für die Verkehrssicherheit
- der angrenzende Strassenraum das Verhalten der Fahrzeuglenker im Bereich von Fussgängerstreifen beeinflusst,
- die Anforderungen an die Ausrüstung eines Fussgängerstreifens im Zentrum gleich sind wie am Ortsrand,
- sich die Ausgestaltung eines einzelnen Fussgängerstreifens nicht von der Ausgestaltung eines Fussgängerstreifens in einer Serie von Übergängen entlang eines Strassenzugs unterscheidet oder
- die notwendige Ausrüstung eines Fussgängerstreifens unabhängig von der Art der Beleuchtung (Zusatzbeleuchtung, Strassenbeleuchtung) gleich ist.

Zudem werden in der bestehenden Norm diversen Punkte nur vage oder nicht behandelt und teilweise ist die Norm in sich inkonsistent.

- Präzisierung der Einsatzkriterien von Fussgängerstreifen in Tempo-30-Zonen
- Markierung von Fussgängerstreifen im Bereich von Strassenbahnen. Wie soll beispielsweise ein Fussgängerstreifen angeordnet werden, wenn kein Platz für die Anordnung von Inseln vorhanden ist.
- Unterbindung der Überholvorgänge im Bereich von Fussgängerstreifen.
- massgebende Geschwindigkeit
gefahrenen Geschwindigkeit (V85) ⇔ signalisierte Geschwindigkeit

Grundsätzlich weist zudem der Aufbau der Normengruppe 640 240 einen Systemfehler auf. Der Entscheid zum Anordnen eines Fussgängerstreifens sollte nicht erst in der Norm 640 241 Fussgängerverkehr, Fussgängerstreifen erfolgen. Diese Entscheidung sollte beim Festlegen des Querungstyps im Rahmen der Grundnorm (SN 640 240) erfolgen.

3.1.2 Gesetzliche Rechte und Pflichten (SVG und VRV)

Insbesondere im Strassenverkehrsgesetz (SVG) [74] und in der Verkehrsregelnverordnung (VRV) [76] sind die rechtlichen Rahmenbedingungen im Zusammenhang mit Fussgängerquerungen (mit oder ohne Fussgängerstreifen) geregelt. Es können folgende Kategorien unterschieden werden:

- Vorschriften, die von den Fahrzeuglenkern gegenüber den Fussgängern zu befolgen sind
- Vorschriften, die von den Fussgängern selbst zu befolgen sind

Vorschriften für Fahrzeuglenker (inkl. Radfahrer)

Art. 33 SVG

¹ Den Fussgängern ist das Überqueren der Fahrbahn in angemessener Weise zu ermöglichen.

² Vor Fussgängerstreifen hat der Fahrzeugführer besonders vorsichtig zu fahren und nötigenfalls anzuhalten, um den Fussgängern den Vortritt zu lassen, die sich schon auf dem Streifen befinden oder im Begriff sind, ihn zu betreten.

Art. 35 SVG

⁵ Fahrzeugführer dürfen nicht überholt werden, wenn der Führer die Absicht anzeigt, nach links abzubiegen, oder wenn er vor einem Fussgängerstreifen anhält, um Fussgängern das Überqueren der Strasse zu ermöglichen.

Art. 6 VRV

¹ Vor Fussgängerstreifen ohne Verkehrsregelung muss der Fahrzeugführer jedem Fussgänger oder Benützer eines fahrzeugähnlichen Gerätes („fäG“, z.B. Inline-Skates, Rollbretter, Mini-Trottinette), der sich bereits auf dem Streifen befindet oder davor wartet und ersichtlich die Fahrbahn überqueren will, den Vortritt gewähren. Er muss die Geschwindigkeit rechtzeitig mässigen und nötigenfalls anhalten, damit er dieser Pflicht nachkommen kann.

(Wenn keine Gefährdung des Fussverkehrs vorliegt, kann das Nichtgewähren des Vortritts seit dem 1.3.2006 im Ordnungsbussenverfahren [75] geahndet werden. Die Bussen betragen Fr. 140.-- bei Motorfahrzeugführenden bzw. Fr. 40.-- bei Radfahrern und Führenden von Motorfahrrädern (Anh. 1 Ziff. 337 und 623 OBV [75]). Wird ein Fussgänger durch das Nichtgewähren des Vortritts gefährdet oder verletzt, kann bzw. muss ein strafrechtliches Verfahren eingeleitet werden.)

² Bei Verzweigungen mit Verkehrsregelung haben abbiegende Fahrzeugführer den Fussgängern oder Benützern von fahrzeugähnlichen Geräten für das Überqueren der Querstrasse den Vortritt zu lassen. Dies gilt bei Lichtsignalen nicht, wenn die Fahrt durch einen grünen Pfeil freigegeben wird und kein gelbes Warnlicht blinkt.

³ Auf Strassen ohne Fussgängerstreifen hat der Fahrzeugführer im Kolonnenverkehr nötigenfalls zu halten, wenn Fussgänger oder Benützer von fahrzeugähnlichen Geräten darauf warten, die Fahrbahn zu überqueren.

⁴ Unbegleiteten Blinden ist der Vortritt stets zu gewähren, wenn sie durch Hochhalten des weissen Stockes anzeigen, dass sie die Fahrbahn überqueren wollen.

Art. 8 VRV

³ Beim Fahren in parallelen Kolonnen sowie innerorts auf Strassen mit mehreren Fahrstreifen in der gleichen Richtung ist das Rechtsvorbeifahren an andern Fahrzeugen gestattet, sofern diese nicht halten, um Fussgängern oder Benützern von fahrzeugähnlichen Geräten den Vortritt zu lassen. Das Rechtsüberholen durch Ausschwenken und Wiedereinbiegen ist jedoch untersagt.

Art. 10 VRV

¹ Der Fahrzeugführer, der überholen will, muss vorsichtig ausschwenken und darf nachfolgende Fahrzeuge nicht behindern. Er darf nicht überholen, wenn sich vor dem voranfahrenden Fahrzeug Hindernisse befinden, wie Baustellen, eingespurte Fahrzeuge oder Fussgänger, welche die Strasse überqueren.

Art. 12 VRV

³ Stockt der Verkehr, so darf der Fahrzeugführer nicht auf Fussgängerstreifen und, bei Strassenverzweigungen, nicht auf der Fahrbahn für den Querverkehr halten.

Art. 18. VRV

^{2e} Das freiwillige Halten ist untersagt auf und seitlich angrenzend an Fussgängerstreifen sowie, wo keine Halteverbotslinie angebracht ist, näher als 5 m vor dem Fussgängerstreifen auf der Fahrbahn und dem angrenzenden Trottoir.

Vorschriften für Fussgänger

Art. 49 SVG

² Die Fussgänger haben die Fahrbahn vorsichtig und auf dem kürzesten Weg zu überschreiten, nach Möglichkeit auf einem Fussgängerstreifen. Sie haben den Vortritt auf diesem Streifen, dürfen ihn aber nicht überraschend betreten.

Art. 47 VRV

¹ Die Fussgänger müssen, besonders vor und hinter haltenden Wagen, behutsam auf die Fahrbahn treten; sie haben die Strasse ungesäumt zu überschreiten. Sie müssen Fussgängerstreifen, Über- oder Unterführungen benützen, wenn diese weniger als 50 m entfernt sind.

² Auf Fussgängerstreifen ohne Verkehrsregelung haben die Fussgänger den Vortritt, ausser gegenüber der Strassenbahn. Sie dürfen jedoch vom Vortrittsrecht nicht Gebrauch machen, wenn das Fahrzeug bereits so nahe ist, dass es nicht mehr rechtzeitig anhalten könnte.

³ Bei Fussgängerstreifen ohne Verkehrsregelung, die durch eine Verkehrsinsel unterteilt sind, gilt jeder Teil des Übergangs als selbständiger Streifen.

⁴ Bei dichtem Verkehr haben die Fussgänger auf dem Streifen rechts zu gehen und die Fahrbahn möglichst in Gruppen zu überschreiten.

⁵ Ausserhalb von Fussgängerstreifen habe die Fussgänger den Fahrzeugen den Vortritt zu lassen.

(Auch in Tempo-30-Zonen) Allerdings haben die Fussgänger in Begegnungszonen (Art. 22b SSV) und in Fussgängerzonen (Art. 22c SSV) Vortritt.

3.1.3 Bundesgesetz über Fuss- und Wanderwege (FWG)

Art. 2 FWG [73]

² Sie (Fusswegnetze) umfassen untereinander zweckmässig verbundene Fusswege, Fussgängerzonen, Wohnstrassen und ähnliche Anlagen. Trottoirs und Fussgängerstreifen können als Verbindungsstücke dienen.

Art. 6 FWG

^{1b} Die Kantone sorgen dafür, dass diese Wege (Fuss- und Wanderwege) frei und möglichst gefahrlos begangen werden können.

3.1.4 Signalisationsverordnung (SSV)

Art. 11 SSV [77]

¹ Das Signal „Fussgängerstreifen“ (1.22) kündigt Fussgängerstreifen (Art. 77) an, die der Führer nicht rechtzeitig erkennen kann (z.B. wegen Kurven oder Kuppen), oder Fussgängerstreifen auf dicht und schnell befahrenen Strassen (z.B. ausserhalb von Verzweigungen ausserorts). Für die unmittelbare Kennzeichnung der Fussgängerstreifen gilt Artikel 47 Absatz 1.

2 Das Signal „Kinder“ (1.23) zeigt an, dass häufig mit Kindern auf der Fahrbahn zu rechnen ist; es wird im Bereich von Schulhäusern, Spielplätzen und dergleichen aufgestellt.

Art. 47 SSV

¹ Mit dem Signal „Standort eines Fussgängerstreifens“ (4.11) wird die Lage eines Fussgängerstreifens (Art. 77) verdeutlicht. Es steht immer an Fussgängerstreifen ausserorts sowie an unerwarteten oder schlecht erkennbaren Fussgängerstreifen innerorts. Ein einziges aus beiden Fahrtrichtungen sichtbares Signal genügt auf Strassen mit Fussgängerinseln auf der Insel sowie auf schmalen Nebenstrassen am Rand der Fahrbahn. Für die Vorankündigung mit dem Signal „Fussgängerstreifen“ (1.22) gilt Artikel 11.

Art. 70 SSV

^{1e} Gelbes Blinklicht zur Warnung der Strassenbenützer (Art. 68 Abs. 6) ist zulässig bei Fussgängerstreifen (Art. 77), Inselpfosten und dergleichen.

Art. 72a SSV

¹ Taktil-visuelle Markierungen können auf den für die Fussgänger bestimmten Verkehrsflächen (einschliesslich Fussgängerstreifen) verwendet werden, um die Sicherheit für blinde und sehbehinderte Personen zu erhöhen sowie deren Orientierung zu erleichtern.

Art. 77 SSV

¹ Fussgängerstreifen werden durch eine Reihe gelber, bei Pflasterung allenfalls weisser, Balken parallel zum Fahrbahnrand (6.17) gekennzeichnet.

² Vor Fussgängerstreifen wird auf der Fahrbahn eine mindestens 10 m lange Halteverbotslinie (gelb, ununterbrochen; 6.18) im Abstand von 50 – 100 cm parallel zum rechten Fahrbahnrand angebracht; sie untersagt das freiwillige Halten auf der Fahrbahn und dem angrenzenden Trottoir. In Einbahnstrassen wird die Halteverbotslinie am rechten und linken Fahrbahnrand angebracht. Sie wird weggelassen im Bereich von Verzweigungsflächen, bei Radstreifen sowie bei Park- und Haltebuchten vor einem Fussgängerstreifen.

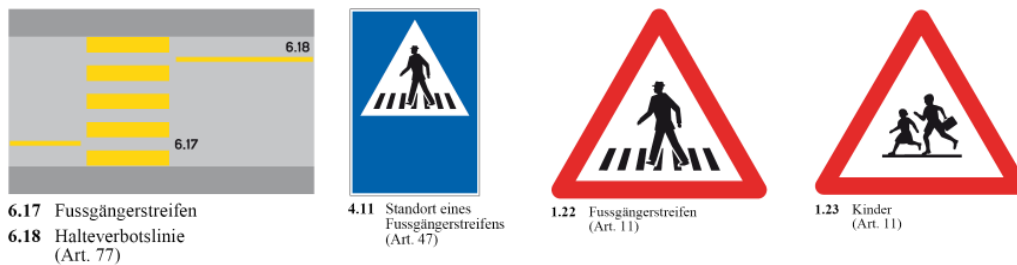


Abb. 3.4 Signale und Markierungen gemäss SSV

Art. 96 SSV

¹ Untersagt sind Strassenreklamen, welche die Verkehrssicherheit beeinträchtigen könnten, namentlich wenn sie:

- a. das Erkennen anderer Verkehrsteilnehmender erschweren, wie im näheren Bereich von Fussgängerstreifen, Verzweigungen oder Ausfahrten;
- b. die Berechtigten auf den für Fussgänger bestimmten Verkehrsflächen behindern oder gefährden

3.1.5 Besondere Markierungen auf der Fahrbahn

Gemäss den Weisungen über besondere Markierungen auf der Fahrbahn [17] kann ein Hinweis auf Kinder im Bereich von Fussgängerstreifen wie folgt markiert werden:

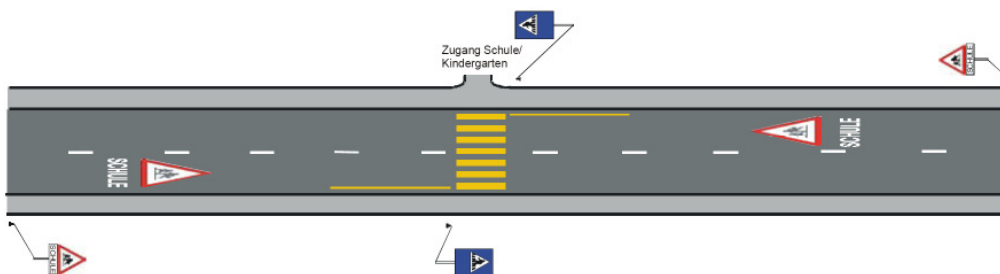


Abb. 3.5 Anordnung der Markierung des Gefahrensignals „Kinder“
Beispiel einer Querungsstelle mit Fussgängerstreifen

Diese Markierung besteht aus dem Gefahrensignal „Kinder“ (rot/weiss) und der Aufschrift „Schule“ (weiss). Sie wird angebracht in Ergänzung zum Gefahrensignal „Kinder“ (Signal 1.23) mit Zusatztafel „Schule“.

Die Markierung darf lediglich im Bereich von Schulen und Kindergärten angebracht werden, wo der Fahrverkehr auf eine besondere Gefahrensituation, die durch das Signal „Kinder“ allein zu wenig deutlich wird, aufmerksam gemacht werden soll.

3.1.6 Verordnung über Tempo-30-Zonen und die Begegnungszonen

Art. 4 [78]

² Die Anordnung von Fussgängerstreifen ist unzulässig. In Tempo-30-Zonen dürfen jedoch Fussgängerstreifen angebracht werden, wenn besondere Vortrittsbedürfnisse für Fussgänger dies erfordern, namentlich bei Schulen und Heimen.

In der Antwort auf eine parlamentarische Anfrage von Nationalrätin Christine Keller hat der Bundesrat den Verzicht auf Fussgängerstreifen weiter präzisiert: „Der Verzicht auf das Anbringen von Fussgängerstreifen auf verkehrsberuhigten Strassen ist nur dort empfehlenswert, wo keine besonderen Schutzbedürfnisse für Fussgängerinnen und Fussgänger bestehen. Besondere Schutzbedürfnisse können insbesondere im Bereich von Schulhäusern oder Altersheimen vorhanden sein oder dort, wo das Verkehrsaufkommen erheblich ist“ (Postulatsantwort Christine Keller 99_3115)

Auf eine parlamentarische Anfrage von NR Margret Kiener Nellen hat der Bundesrat weiter präzisiert: „Fussgängerstreifen können in Tempo-30-Zonen aber dort angebracht werden, wo ein besonderes Bedürfnis nachgewiesen ist. Dies kann in der Nähe von Schulen und Heimen, aber auch bei grossen Fussgängeraufkommen im Bereich von Haltestellen des öffentlichen Verkehrs der Fall sein.“ (Antwort des Bundesrates auf Anfrage Margret Kiener Nellen 04.1090 Sicherheit auf Fussgängerstreifen)

Auch ein erhebliches Verkehrsaufkommen sowie ein grosses Fussgängeraufkommen werden somit als hinreichender Grund für die Markierung eines Fussgängerstreifens aufgeführt.

3.1.7 Erkenntnisse und Fazit

Seit Jahren werden an verschiedenen Orten Markierungen eingesetzt welche nicht dem geltenden Recht entsprechen. Mit dem Erlass der Weisungen über besondere Markierungen wurde mit einigen ausgewählten Markierungen eine Erhöhung der Verkehrssicherheit angestrebt und der bestehende „Wildwuchs“ eingeschränkt. Mit der zurückhaltenden Erweiterung der Markierungsmöglichkeiten wurde dem Grundsatz Rechnung getragen, die Zahl der Signale und Markierungen möglichst gering zu halten.

Die Analyse der rechtlichen Grundlagen in der Schweiz zeigte zwischen den einzelnen Dokumenten verschiedene Widersprüche auf.

- Länge der Halteverbotslinie vor Fussgängerstreifen:
 - Art. 77 Abs. 2 SSV: mindestens 10 m
 - SN 640 241: mindestens 10 m
mindestens 15 m (bei signalisierter Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h)
- Halteverbot auf der Fahrbahn und dem angrenzenden Trottoir
 - Art. 18 Abs.2 VRV: ohne Halteverbotslinie näher als 5m
- Anordnung des Signal „Standort eines Fussgängerstreifens (4.11)“
 - Art. 47 SSV immer an Fussgängerstreifen ausserorts sowie an unerwarteten oder schlecht erkennbaren Fussgängerstreifen innerorts
 - SN 640 241 grundsätzlich immer

Zudem wurden verschiedene Abschnitte in den gesetzlichen Grundlagen den heutigen Bedürfnissen nicht mehr entsprechend formuliert. Diese sind sinngemäss umzuformulieren und anzupassen:

- In Art. 10 VRV werden Fussgänger als „Hindernisse“ bezeichnet.
- Gemäss Art. 11 SSV wird das Signal „Fussgängerstreifen“ (1.22) unter anderem angeordnet, wenn Fussgängerstreifen für die Fahrzeugführer nicht **rechtzeitig erkennbar** sind.

Insbesondere die zurzeit geltenden Anforderungen zum Anordnung von Fussgängerstreifen werden teilweise stark in Frage gestellt. Dabei wird das Beurteilungsschema in der SN 640241 als zu starr beurteilt. Klare Grenzwerte fehlen in der Gesetzgebung jedoch geben verschiedene Abschnitte hinweise auf das Anordnen von Fussgängerstreifen.

- Gemäss FGW werden die Kantone angehalten, dass diese Wege (Fuss- und Wanderwege), zu denen Fussgängerstreifen gehören können, frei und möglichst gefahrlos begangen werden können.
- In Tempo 30 Zonen können Fussgängerstreifen bei erheblichem Verkehrsaufkommen und grossem Fussgängeraufkommen angeordnet werden. Konkrete Werte wurden jedoch nicht definiert.
- Fussgängerstreifen können in Tempo-30-Zonen bei besonderen Bedürfnissen (Schulen, Heime) angeordnet werden.

In der Öffentlichkeit ist die Ansicht weit verbreitet, dass ein Fussgängerstreifen per se die Verkehrssicherheit für Zufussgehende erhöht. Eine Abhängigkeit der Verkehrssicherheit zur Verkehrsbelastung und zur Anzahl Querungen wird nicht erwartet und somit vielfach ein ablehnender Entscheid aufgrund zu wenigen Querungen nicht verstanden. .

Zudem ist der Zweck und Nutzen verschiedener Gesetzesartikel zu überprüfen sowie die neuen Elemente zum Signalisieren von Fussgängerstreifen zu überprüfen.

- Art. 47 VRV: Zufussgehende müssen Fussgängerstreifen, Über- oder Unterführungen benutzen, wenn diese weniger als 50 m entfernt sind.
- Prüfung von bestehenden sowie im Recht noch nicht vorgesehenen signalisations- und markierungstechnischen Massnahmen (z.B. Querbalken, gelb hinterlegte Signale).
- Klärung der offenen Frage betreffend der Markierung von Fussgängerstreifen im Bereich von Tramgleisen
- Beurteilung eines generellen Überholverbots im Bereich von Fussgängerstreifen

Da die SN 640 241 als UVEK-Weisung gilt, müssen die Widersprüche zwischen Norm und übergeordnetem Verordnungsrecht eliminiert werden. Wenn sich zeigen würde, dass aus technischen Gründen die Verordnung geändert werden sollte, muss von der zuständigen VSS-Kommission ein Antrag betreffend Rechtsänderung gestellt werden. Ohne Eliminierung der Elemente, die übergeordnetem Recht widersprechen, kann die Norm nicht länger als UVEK-Weisung aufrechterhalten werden.

3.2 Rechtliche Situation im Ausland

3.2.1 Österreich (Strassenverkehrsordnung, StVO)

§56 StVO [80]

³ Solange es die Verkehrsverhältnisse nicht erfordern, kann von einer Regelung des Verkehrs durch Lichtzeichen Abstand genommen werden (*In der Regel ist ein Schutzweg mit Lichtzeichen auszustatten*). In diesem Fall ist der Schutzweg mit blinkendem gelben Licht oder mit dem Hinweissignal nach § 53 Ziff. 2a (Kennzeichnung eines Schutzweges) zu kennzeichnen.



Abb. 3.6 Hinweiszeichen 2a „Kennzeichnung eines Schutzweges“

Gebote gemäss StVO

- Für Fussgänger und Rollstuhlfahrer gilt, dass sie in Ortsgebieten einen Schutzweg, der nicht weiter als 25 m von ihnen entfernt liegt, zum Überqueren der Fahrbahn benutzen müssen.
- Fussgänger haben auf Gehsteigen oder Gehwegen zu gehen; sie dürfen nicht überraschend die Fahrbahn betreten.
- Fahrzeuglenker müssen Fussgängern das ungehinderte Überqueren der Fahrbahn auf dem Schutzweg ermöglichen, sobald die Absicht eines Fussgängers, die Fahrbahn zu überqueren, erkennbar ist. In der Regel wird dazu ein Anhalten notwendig sein; es kann aber auch unterbleiben, wenn der Zweck des Schutzweges (nämlich dass Fussgänger die Fahrbahn sicher und ungehindert überqueren können, obwohl sich Fahrzeuge dem Schutzweg nähern) auch so erreicht wird.
- Fussgänger haben die Fahrbahn in angemessener Eile zu überqueren.

Verbote gemäss StVO

- Vor unregulierten Schutzwegen gilt: Überholen von allen Fahrzeugen ist verboten, außer wenn der Überholvorgang noch vor dem Schutzweg beendet und das Fahrzeug wenn notwendig angehalten werden kann, um Fußgängern das Überqueren zu ermöglichen.
- Auf dem Schutzweg besteht absolutes Halte- und Parkverbot; ebenso 5 m vor dem Schutzweg aus der Sicht des ankommenden Verkehrs, wenn der Schutzweg unreguliert ist.
- Das Vorbeifahren an Fahrzeugen, die vor einem Schutzweg angehalten haben, um einem Fußgänger das Überqueren zu ermöglichen, ist verboten.
- Das Anhalten auf dem Schutzweg im Rückstau einer Kolonne ist ebenfalls verboten.

Diskussion um eine allfällige Revision der StVO

- Seit 2004 gibt es schon weitgehende Versuche in Amstetten, den Schutzweg mit abwechselnd roten und weissen Streifen zu kennzeichnen. Diese Änderungen könnten in der nächsten Novelle der StVO genehmigt werden.
- Aus psychologischen Gründen wurden in Graz von Herbst 2004 bis Frühjahr 2006 Versuche unternommen, die Zebrastreifen in Querrichtung anzubringen, um dadurch den Autofahrer besser zum Anhalten vor dem Schutzweg zu motivieren. Nach Auswertung der begleitenden Studien gelten diese Versuche im Juni 2006 als gescheitert, da sie keine Verbesserung der Situation gebracht haben.

3.2.2 Deutschland (Strassenverkehrsordnung, StVO)

§ 25 StVO [81]

³ Fussgänger haben Fahrbahnen unter Beachtung des Fahrzeugverkehrs zügig auf dem kürzesten Weg quer zur Fahrtrichtung zu überschreiten, und zwar, wenn die Verkehrslage es erfordert nur an Kreuzungen oder Einmündungen, an Lichtzeichenanlagen innerhalb von Markierungen oder auf Fussgängerüberwegen (Zeichen 293). Wird die Fahrbahn an Kreuzungen oder Einmündungen überschritten, so sind dort angebrachte Fussgängerüberwege oder Markierungen an Lichtzeichenanlagen stets zu benutzen.

§ 26 StVO

¹ An Fußgängerüberwegen haben Fahrzeuge mit Ausnahme von Schienenfahrzeugen den Fußgängern sowie Fahrern von Krankenfahrstühlen oder Rollstühlen, welche den Überweg erkennbar benutzen wollen, das Überqueren der Fahrbahn zu ermöglichen. Dann dürfen sie nur mit mäßiger Geschwindigkeit heranzufahren; wenn nötig, müssen sie warten.

² Stockt der Verkehr, so dürfen Fahrzeuge nicht auf den Überweg fahren, wenn sie auf ihm warten müssten.

³ An Überwegen darf nicht überholt werden.

⁴ Führt die Markierung über einen Radweg oder einen anderen Straßenteil, so gelten diese Vorschriften entsprechend.



Abb. 3.7 Zeichen 350 – Fussgängerüberweg (zwingend anzuordnen)



Abb. 3.8 Zeichen 293 – Fussgängerüberweg

3.2.3 England

[89]

Richtlinien für Kraftfahrer

- Sie dürfen im Bereich der Fussgängerquerung oder im Bereich einer Zickzacklinie nicht parkieren.
- Sie dürfen bei einer Fussgängerquerung ein fahrendes Fahrzeug oder ein Fahrzeug welches vor einer Fussgängerquerung angehalten hat, um einem Fussgänger den Vortritt zu gewähren, nicht überholen.
- Wenn sie sich einem Zebrastreifen nähern müssen sie dem Fussgänger den Vortritt gewähren, wenn dieser die Fahrbahn betreten hat.

Richtlinien für Fussgänger

- Sie dürfen auf Zebrastreifen nicht bummeln.

3.2.4 Dänemark

[89]

- An einem Fussgängerübergang, bei dem der Verkehr durch einen Polizisten oder eine Verkehrsampel geregelt wird, soll ein Fahrzeuglenker den Fussgängern welche die Fahrbahn kreuzen auch dann den Vortritt gewähren, wenn ihm die Fahrt durch den Polizisten oder die Verkehrsampel frei gegeben wurde.
- Wenn ein Fussgängerübergang an einer Kreuzung angeordnet ist, sollte ein abbiegender Fahrzeuglenker langsam fahren und falls nötig stoppen, um den Fussgängern welche sich auf dem Fussgängerübergang befinden oder beabsichtigen den Fussgängerübergang zu betreten, das Queren zu erlauben.
- Fahrzeuglenker, welche sich einem unkontrollierten Fussgängerübergang nähern, stellen ihre Geschwindigkeit so ein, dass Fussgänger auf dem Fussgängerübergang oder Fussgänger welche beabsichtigen den Fussgängerübergang zu betreten nicht gefährdet oder behindert werden.
- Ein Fahrzeuglenker vermeidet das Stoppen seines Fahrzeuges auf dem Fussgängerübergang soweit wie möglich.

3.2.5 Finnland

[89]

- Der Fahrzeuglenker, welcher sich einem Fussgängerübergang nähert muss seine Geschwindigkeit so einstellen, dass er falls nötig vor dem Fussgängerübergang anhalten kann.
- Der Fahrzeuglenker muss einem Fussgänger, welcher sich auf dem Fussgängerübergang befindet oder ihn soeben betreten hat, den Vortritt zu gewähren.
- Ein Fussgänger, welcher einen Fussgängerübergang oder die Fahrbahn betritt muss auf sich nähernde Fahrzeuge aufpassen und ihrer Entfernung und Geschwindigkeit besondere Aufmerksamkeit schenken.

3.2.6 Niederlande

[89]

- Ein Fahrer von einem Fahrzeug sollte Fussgängern und handicaperten Leuten, welche ein spezielles Fahrzeug für handicaperte Leute führen, den Vortritt gewähren wenn diese einen Fussgängerübergang queren oder es offensichtlich machen dies zu tun.
- Diese Regel trifft nicht zu, wenn sich Fahrzeuge mit Priorität wie Krankenwagen Feuerwehrautos oder Polizeiautos (mit Horn und Warnlicht) einem Fussgängerübergang nähern.

3.2.7 Tschechien

[89]

- Es ist die Pflicht von Fahrzeuglenkern (ausser Strassenbahnfahrern) Fussgängern, die sich beim Fussgängerübergang befinden oder ihn offensichtlich benutzen wollen, das Queren sicher zu ermöglichen. Folglich müssen sich Fahrzeuglenker einem Fussgängerübergang mit einer Geschwindigkeit nähern, mit welcher sie falls notwendig vor dem Fussgängerübergang anhalten können.
- Wenn eine Kreuzung mit kontrollierten Verkehr (LSA), ein Fussgängerübergang, oder eine Fussgängerüber- oder unterführung näher als 50 m entfernt ist, muss ein Fussgänger die Strasse an diesen Orten queren.
- Wenn kein Fussgängerübergang vorhanden ist, muss ein Fussgänger die Strasse senkrecht zu deren Achse queren.
- Bevor er die Strasse quert, muss ein Fussgänger sich vergewissern, dass er die Strasse queren kann, ohne sich selbst oder einen anderen Verkehrsteilnehmer zu gefährden.
- Fussgänger dürfen eine Strasse nur queren, wenn sie dadurch einen Fahrzeugführer nicht zu einer plötzlichen Richtungs- oder Geschwindigkeitsänderung zwingen.
- Von dem Moment an wo ein Fussgänger einen Fussgängerübergang oder eine Strasse betritt, darf er nicht stoppen oder sich dort unnötigerweise aufhalten.
- Ein blinder Fussgänger signalisiert seine Absicht eine Strasse zu Queren durch Winken seines weissen Blindenstockes in Richtung der Kreuzung.
- Fussgänger dürfen einen Fussgängerübergang oder eine Strasse nicht betreten, wenn sich ein Fahrzeug mit Priorität nähert.
- Fussgänger müssen Strassenbahnen Vorfahrt gewähren.
- Fussgänger dürfen Geländer oder andere Barrieren auf einer Strasse nicht queren.

3.2.8 TCS- Studie „EuroTEST, Pedestrian crossing survey in Europe“

Im Rahmen der TCS-Studie „EuroTest, Pedestrian crossings survey in Europe“ [84] wurden die rechtlichen Grundlagen betreffend Fussgängerstreifen (ohne Lichtsignalanlage) in 10 Ländern¹ analysiert. Die folgende Tabelle fasst die gesetzlichen Grundlagen, welche sich auf den Fahrer oder den Fussgänger beziehen zusammen.

Abb. 3.9 Rechtliche Grundlagen betreffend Fussgängerstreifen im Ausland

Rechtliche Situation bei Fussgängerstreifen	Länder									
	A	B	D	E	FIN	GB	I	N	NL	CH
Vorschriften für Fahrzeuglenker										
Muss der Fahrzeuglenker besonders aufmerksam sein, wenn er sich einem Fussgängerstreifen nähert?	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Wird der Fahrzeuglenker gebeten den Fussgängern den Vortritt zu gewähren?	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Wird angegeben, dass der Fahrzeuglenker verlangsamen muss, um den Fussgängern den Vortritt zu gewähren?	√	√	√	X	√	√	√	√	X	√
Unter welchen Voraussetzungen hat der Fussgänger Vortritt?										
- Er die Strasse kreuzt?	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
- Er offensichtlich die Strasse kreuzen will?	√	√*	√	√	√	√*	X	√*	√	√
Kann die Missachtung des Vortrittsrechts bestraft werden?	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Gegenwärtige Geldstrafen (EUR) (Zusätzlich können Punkte den Führerschein belasten)	72 - 2180	150 - 2750	50	91 - 300	50	77	143 - 570	650	130	24 - 84
Wird betreffend Vortritt zwischen verschiedener Fussgängerkategorien unterschieden wie:										
- Andere Transportmittel (Skatern, Rollstuhlfahrer ...)	√	√	√	X	X	X	X	√	X	√
- Behinderte oder Sehbehinderte Menschen	X	√	X	√	√	X	√	√	√	√
- Junge Kinder oder ältere Menschen	√	√	X	√	√	X	√	√	X	X
Vorschriften für Fussgänger										
Muss der Fussgänger beim Betreten des Fussgängerstreifens besonders vorsichtig sein?	√	X	√	√	√	√	√	√	X	√
Wird angegeben, dass der Fussgänger Vortritt hat?	√	X	√	√	X	√	√	√	√	√
Wird angegeben, wie sich der Fussgänger auf dem Fussgängerstreifen benehmen muss?	√	X	√	√	√	√	X	√	X	√
Ausnahmen										
Gibt es Ausnahmen (Buslinien, Strassenbahnen, Militärfahrzeuge, Polizei, Feuerwehr, oder spezielle Situationen) betreffend Fussgängervortritt?	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

* Zusätzliches Zeichen der Fussgänger notwendig

¹ Österreich, Belgien, Deutschland, Spanien, Finnland, England, Italien, Norwegen, Holland, Schweiz

3.2.9 Schlussfolgerungen

Aufgrund des Literaturstudiums können folgende relevanten Unterschiede / Gemeinsamkeiten betreffend der rechtlichen Situation an Fussgängerstreifen in den verschiedenen Ländern festgestellt werden:

- In allen Ländern sind Automobilisten verpflichtet, vor Fussgängerstreifen besondere Vorsicht walten zu lassen. Ausgenommen in Spanien und in Holland werden die Fahrzeuglenker zudem aufgefordert zu verlangsamen, wenn sie sich einem Fussgängerstreifen nähern.
- In den meisten Ländern (ausgenommen Italien) – so auch in der Schweiz – ist den Fussgängern Vortritt zu gewähren, wenn sie im Begriff sind, diesen zu überqueren. In einigen Ländern, darunter auch in der Schweiz, ist ein Handzeichen nicht obligatorisch, es kann aber nach wie vor verwendet werden.
- In den Strassenverkehrsgesetzen einiger Länder wird explizit darauf hingewiesen, dass bei „Fussgängerkategorien“ wie Skatern, Rollstuhlfahrern, Behinderten, Sehbehinderten, Kleinkindern und älteren Fussgängern besondere Vorsicht geboten ist. Tatsache ist, dass immer mehr Fussgänger Skates und Kickboards benützen. Sie werden einzig in Österreich, Belgien, Deutschland, Norwegen und der Schweiz ausdrücklich als Fussgänger eingestuft. Junge Kinder und ältere Menschen werden in der Schweiz im Zusammenhang mit dem Vortritt an Fussgängerstreifen nicht explizit erwähnt.
- Grosse Unterschiede sind in der Bussenpraxis festzustellen.
- In einigen Ländern müssen Fussgänger Fussgängerstreifen benutzen, wenn diese in einem gewissen Abstand vorhanden sind.
 - Schweiz: 50 m (Art. 47 VRV)
 - Österreich: 25 m
 - Tschechien: 50 m
- In vielen Ländern besteht im Bereich der Fussgängerstreifen ein Überholverbot.
 - Schweiz: Art. 35 SVG und Art. 10 VRV (Formulierung nicht befriedigend, siehe auch Kapitel 10)
- In einigen Ländern ist das freiwillige Halten auf und seitlich angrenzend an Fussgängerstreifen (inkl. Trottoir) untersagt.
 - Schweiz:
Näher als 5 m wo keine Halteverbotslinie angebracht ist (Art. 18. VRV)
Die Halteverbotslinie vor Fussgängerstreifen hat gemäss Art. 77 SSV eine Mindestlänge von 10 m
 - Österreich:
Näher als 5 m vor dem Schutzweg

4 Problem- und Unfallanalyse

4.1 Verkehrsnetze

Das Verkehrsnetz des motorisierten Individualverkehrs besteht grundsätzlich aus den vorwiegend öffentlichen Strassen, an die er zwangsläufig gebunden ist. Hingegen sind die Verkehrsbeziehungen für den Fussverkehr - bedingt durch die unabhängigeren Bewegungsweisen – nicht nur linienförmig (Trottoirs oder Fusswege) sondern oft flächig (Plätze oder Fussgängerzonen) und auch bedeutend engermaschiger. Ein vollständiges Fussverkehrs-Netz basiert auf bestehenden und erwünschten Fussverkehrs-Wegstrecken und muss **sicher, zusammenhängend, hindernisfrei, direkt und attraktiv / komfortabel** sein ([71] und [68]). Unter „Fussverkehrs-Netz“ wird hier nicht das Fusswegnetz gemäss Bundesgesetz über Fuss- und Wanderwege (FWG) verstanden. Es wird von einem Netz ausgegangen, welches sämtliche Fusswege beinhaltet und somit viel engermaschiger ist. Die fiktive Überlagerung des Netzes für den motorisierten Individualverkehr und des Fussverkehrs-Netzes zeigt die Berührungspunkte und somit die potentiellen Konfliktstellen. Dabei kann die Lage der einzelnen Fussverkehrsnetz-Abschnitte bezüglich des Netzes für den motorisierten Individualverkehr grob wie folgt gegliedert werden:

- Querungsstellen
Örtlichkeiten, wo sich der Fussverkehr und der motorisierte Individualverkehr kreuzen.
- Abschnitte entlang von Strassen
Bereiche, in denen der Fussverkehr und der motorisierte Individualverkehr im selben Strassenraum parallel geführt werden (beispielsweise auf Trottoirs, Längsstreifen für Fussgänger).
- Getrennt geführte Fusswege
- Umsteigepunkte zum öffentlichen Verkehr

4.2 Konflikt Querungsstelle

An Querungsstellen benutzen der motorisierte Individualverkehr und der Fussverkehr dieselbe Verkehrsfläche. Das Überqueren einer Verkehrsfläche des motorisierten Individualverkehrs zu Fuss ist ein komplexer Vorgang. Fussgänger müssen Länge, Distanz und Geschwindigkeit im Verkehrsstrom gleichzeitig auf in der Regel zwei Fahrstreifen derart einschätzen, dass sie die Fahrbahn sicher überqueren können. Der oft rechtwinklige Verlauf von Fahrbahn und Querung verschärfen die Situation, weil deswegen die Fahrzeug-Lenker die Fussgänger und deren Querungsabsicht oft erst unmittelbar vor dem Überqueren sehen. Die Bemühungen, die dabei entstehenden Gefahren zu entschärfen, sind in der Praxis erheblich. Dabei ist zu beobachten, dass bei der Lösungssuche oft auf Fussgängerstreifen fokussiert wird. Die Erwartung, dass das Markieren von Fussgängerstreifen per se die Sicherheit für überquerende Fussgänger gewährleistet, ist weit verbreitet. Das Unfallgeschehen zeigt demgegenüber, dass am Fussgängerstreifen Fussgänger oft durch nicht anhaltende Fahrzeuge schwer verletzt oder getötet werden. Planung, Projektierung und Bau von Fussgängerstreifen bedürfen deshalb grösster Sorgfalt. Dabei ist stets zu berücksichtigen, dass die Sicherheit bei Querungsstellen auch mit anderen Massnahmen erhöht werden kann.

4.3 Grundsätzliche Überlegungen

Der Fussgängerstreifen ist (nebst Trottoirüberfahrten) die einzige Massnahme, die es dem Fussgänger ermöglicht, punktuell und vortrittsberechtigt die Fahrbahn zu überqueren. Fussgängerstreifen sind also in erster Linie eine Vortrittsregelung zu Gunsten des Fussverkehrs. Doch der hohe Anteil der auf Fussgängerstreifen verunfallten Fussgänger sowie die tiefen Anhaltequoten bei Fussgängerstreifen zeigen, dass Fussgängerstreifen nicht bedingungslos als Sicherheitsmassnahme bezeichnet werden können und deshalb im Zusammenhang mit Querungsstellen zwischen Vortritt und Sicherheit differenziert werden muss. Konkret ist die Sicherheit für Fussgänger beim Überqueren einer Strasse dann gegeben, wenn entweder

- Genügend grosse Zeitlücken im Fahrzeugstrom ein konfliktfreies Überqueren ermöglichen
oder
- Fahrzeuge anhalten und Fussgänger überqueren lassen

Die Gestaltung von Querungsstellen muss diesen grundsätzlichen Überlegungen Rechnung tragen und in erster Linie die Sicherheit an Querungsstellen gewährleisten. Im Einzelfall ist abzuklären, ob dies mit oder ohne Vortrittsregelung (d. h. mit oder ohne Fussgängerstreifen) zu erreichen ist.

4.3.1 Subjektive, objektive und falsche Sicherheit

Im Zusammenhang mit Querungsstellen spielen diese Begriffe eine zentrale Rolle. Die subjektive Sicherheit ist die von einer Person empfundene Sicherheit, die objektive Sicherheit ist die gemessene, effektiv vorhandene Sicherheit. Eine hohe subjektive Sicherheit kann unvorsichtiges Verhalten zur Folge haben. Ist in einer gegebenen Situation die subjektive Sicherheit grösser als die objektive Sicherheit, liegt eine falsche Sicherheit beziehungsweise ein hohes Gefahrenpotenzial vor. An diesen Querungsstellen besteht ein erhöhtes Unfallrisiko, das primär auf einer falschen Sicherheitseinschätzung des durchschnittlichen Verkehrsteilnehmers beruht.

Anhand des Beispiels «Fussgängerstreifen» soll dieses Konzept veranschaulicht werden:

- Fussgängerstreifen vermitteln ein hohes Sicherheitsgefühl (hohe subjektive Sicherheit). Dies zeigt sich insbesondere an der Vehemenz, mit welcher oft die Bevölkerung Fussgängerstreifen von den Signalisationsbehörden verlangt werden sowie an den heftigen Reaktionen, welche negative Verfügungen auslösen.
- Lenker von Fahrzeugen halten vor Fussgängerstreifen nicht immer an (tiefe objektive Sicherheit). So zeigen beispielsweise die Befunde aus [69], dass Anhaltequoten unter 60% nicht selten vorkommen.

Für eine hohe Sicherheit muss beim Fussgängerstreifen der Vortritt zu Gunsten der Fussgänger funktionieren. Die zwingenden Sicherheitskriterien sind zu erfüllen (z.B. Sichtweite). Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass bestimmte verkehrstechnische Kriterien (z.B. tiefes Geschwindigkeitsniveau) und Massnahmen (z.B. Schutzinseln) die Sicherheit positiv beeinflussen.

Fussgängerstreifen, bei denen die sicherheitstechnischen Kriterien nicht oder nur teilweise erfüllt werden, spiegeln zwar eine hohe subjektive Sicherheit vor, weisen aber eine tiefe objektive Sicherheit auf und weisen deshalb ein hohes Gefahrenpotential auf. Das Unfallrisiko, das beim Fordern des Vortritts durch den Fussgänger besteht, wird nicht wahrgenommen oder falsch beurteilt. Der Fussgänger wiegt sich in einer falschen Sicherheit.

Fussgängerstreifen dürfen nur angeordnet werden, wenn die verkehrstechnischen Kriterien erfüllt werden oder baulich beziehungsweise signaltechnisch erreicht werden können. Es kann für Fussgänger unter gewissen Bedingungen sicherer – wenngleich weniger komfortabel – sein, eine mit anderen Massnahmen gesicherte Querungsstelle zu überqueren. In Kenntnis des fehlenden Vortrittsrechtes, also ohne Fussgängerstreifen, wird er dies mit der nötigen Vorsicht tun.

4.4 Unfallgeschehen mit Fussgängern - Schweiz

4.4.1 Nach Bewegungsrichtung des Fussverkehrs

Die Auswertung der amtlichen Strassenverkehrsunfallstatistik nach der Bewegungsrichtung des Fussverkehrs und Ortslage lehnt sich an die in Kapitel 4.1 aufgezeigte Aufteilung der Fussverkehrsnetz-Abschnitte bezüglich des Netzes des motorisierten Individualverkehrs an. Dabei wird klar deutlich (vgl. Abbildung), dass das Überqueren von Strassen innerorts mit Abstand am meisten Schwerverletzte und Getötete zur Folge hat. Rund 2/3 sämtlicher Fussgänger-Unfälle beziehungsweise rund $\frac{3}{4}$ aller Innerorts-Fussgänger-Unfälle ereignen sich beim Überqueren der Fahrbahn. Diese Auswertung bestätigt das Fokussieren auf Querungsstellen innerorts hinsichtlich Fussverkehrs-Sicherheit, denn hier besteht das grösste Rettungspotential.

Abb. 4.10 Summe der Getöteten und schwer verletzte Fussgänger nach Bewegungsrichtung des Fussverkehrs und Ortslage (Jahre 2004-2008)

	innerorts	ausserorts	Autobahn	Total
Kollision mit querendem FG	532	28	1	561
FG-Unfall in Längsrichtung	34	14	0	48
anderer Unfall mit FG-Beteiligung	153	19	7	179
Total	719	61	8	788

4.4.2 Querende Fussgänger innerorts nach Vortrittsregelung

Diese Auswertung zeigt, dass mehr als die Hälfte der schweren Querungsunfälle innerorts auf Fussgängerstreifen stattfindet (55% auf Fussgängerstreifen und 45 % abseits von Fussgängerstreifen). Dabei sind die Unfälle auf Fussgängerstreifen an Lichtsignalanlagen nicht mitberücksichtigt. Da die Anzahl getätigter Überquerungen seitens der Fussgänger auf und abseits von Fussgängerstreifen unbekannt ist, kann keine Aussage gemacht werden hinsichtlich des Risikos der Fussgänger, pro getätigter Überquerung zu verunfallen.

Folgende Annahmen lassen immerhin eine Bandbreite der Risiken abschätzen. Falls die Anzahl getätigter Überquerungen auf und abseits von Fussgängerstreifen gleich gross ist, so beträgt das Risiko, auf Fussgängerstreifen schwer verletzt oder getötet zu werden, das 1.2-fache. Geht man von einer extremen Annahme von doppelt so vielen Überquerungen auf Fussgängerstreifen im Vergleich zu abseits von Fussgängerstreifen aus, so beträgt das Risiko, auf dem Fussgängerstreifen das 0.6-fache. Die zweite Annahme ergäbe zwar ein geringeres Risiko auf Fussgängerstreifen zu verunfallen, vermutlich aber kaum in einem Ausmass, wie es in der Öffentlichkeit erwartet wird.

Sie zeigt auch, dass die derzeit in der Schweiz markierten Fussgängerstreifen nicht den oft erhofften Sicherheitsgewinn erbringen.

Abb. 4.11 Getötete und schwer verletzte Fussgänger beim Queren innerorts nach Vortrittsregelung (Jahre 2004-2008)

	Schwer verletzt	Getötet	Total
Abseits Fussgängerstreifen	221	19	240
Auf Fussgängerstreifen	269	23	292
Total	490	42	532

4.4.3 Querende Fussgänger innerorts nach Unfallstelle

Gemäss der gesamtschweizerischen Unfallstatistik wird die Mehrzahl der strassenüberquerenden Fussgänger sowohl auf Fussgängerstreifen als auch abseits von Fussgängerstreifen nicht im Bereich einer Kreuzung oder einer Einmündung, sondern auf freier Strecke (Gerade oder Kurve) schwer verletzt oder getötet. Auch diese Zahlen sind nicht expositionsbereinigt. Sie zeigen aber auf, dass der Ausgestaltung der Querungsstellen für den Fussverkehr auf freier Strecke grosse Wichtigkeit beizumessen ist. Diese Zahlen stehen im Widerspruch zu den Auswertungen des Kantons ZH (ohne Städte Winterthur und Zürich). Dieser Unterschied beruht auf der unterschiedlichen Art, die Unfälle der Freien Strecke oder einem Knoten zuzuordnen. Im Kanton ZH wird ein Unfall in jedem Fall einem Knoten zugeordnet, falls er im Bereich eines Knotens stattfindet. Dagegen ist gemäss Instruktionsblatt des Bundesamtes für Statistik ein Unfall nur dann einem Knoten zuzuordnen, wenn mindestens ein Fahrzeug ein Abbiegen bzw. Queren durchführte oder beabsichtigte.

Abb. 4.12 Getötete und schwer verletzte Fussgänger beim Queren innerorts nach Unfallstelle (Jahre 2004-2008)

	Abseits Fussgängerstreifen	Auf Fussgängerstreifen	Total
gerade Strecke / Kurve	177	237	414
Einmündung / Kreuzung	51	52	103
Andere	11	3	15
Total	240	292	532

4.4.4 Querende Fussgänger innerorts nach Lichtverhältnissen

Die Auswertung der amtlichen Unfallstatistik nach Lichtverhältnissen zeigt für querende Fussgänger innerorts, dass abseits von Fussgängerstreifen rund knapp ein Drittel der schwer verletzten und getöteten Fussgänger bei eingeschränkten Lichtverhältnissen zu verzeichnen sind (vgl. Abbildung). Auf Fussgängerstreifen sind es rund 43% nachts oder bei Dämmerung. Wenngleich auch für diesen Fall die Expositionsreinigung fehlt, so kann doch davon ausgegangen werden, dass die Nacht und/oder die Dämmerung für querende Fussgänger sicherheitstechnisch problematisch sind. Es ist in der Tat zu vermuten, dass der Anteil strassenüberquerender Fussgänger nachts oder bei Dämmerung bedeutend geringer ist der entsprechende Anteil im Unfallgeschehen. Das Unfallrisiko wäre demnach bei eingeschränkten Lichtverhältnissen bedeutend höher als tags. Daraus folgt, dass der Beleuchtung von Querungsstellen, insbesondere von Fussgängerstreifen, besonders Beachtung zu schenken ist.

Abb. 4.13 Getötete und schwer verletzte Fussgänger beim Queren innerorts nach Lichtverhältnissen (Jahre 2004-2008)

	Abseits Fussgängerstreif en	Auf Fussgängerstreif en	Total
Tag	164	166	330
Dämmerung	14	28	42
Nacht	62	98	160
Total	240	292	532

4.4.5 Querende Fussgänger innerorts nach Alter der verunfallten Fussgänger

Aufschlussreich ist auch die Analyse des Unfallgeschehens mit querenden Fussgängern innerorts hinsichtlich Alter der verunfallten Fussgänger (vgl. Abbildung). Basierend auf der Anzahl der schwer Verletzten, ergeben sich zwei Schwerpunkte, und zwar Jugendliche im Alter von 7 bis 14 Jahre und Senioren ab dem 65. Altersjahr. Die Betrachtung der Anzahl Getöteten zeigt allerdings auf, dass die älteren Fussgänger bedeutend öfter betroffen sind. Diese Aussagen gelten sowohl auf als auch abseits von Fussgängerstreifen.

Abb. 4.14 Getötete und schwer verletzte Fussgänger beim Queren innerorts nach Alter der Fussgänger (Jahre 2004-2008)

	Auf Fussgängerstreifen		Abseits Fussgängerstreifen		Total
	Schwerverletz t	Getötet	Schwerverletz t	Getötet	
0-6	10	0	24	1	35
7-14	32	0	41	1	75
15-17	14	0	10	0	24
18-24	21	1	17	0	39
25-44	38	1	35	1	75
45-64	53	2	38	2	95
65-74	37	4	25	3	69
75+	63	14	31	11	119
Total	269	23	221	19	532

Insbesondere wird der letztgenannte Hinweis durch die altersabhängige Analyse der so genannten Letalität (vgl. Abbildung) veranschaulicht. Die Letalität entspricht der Anzahl Getöteter pro 10'000 Verunfallter (Getötete plus leicht Verletzte plus schwer Verletzte).

Abb. 4.15 Letalität von Fussgänger-Unfällen (Jahre 2004-2008)

Alter	Auf Fussgängerstreifen	Abseits Fussgängerstreifen
0-6	98	152
7-14	11	112
15-17	0	274
18-24	81	155
25-44	63	219
45-64	144	344
65-74	451	507
75+	993	956
Total	1'841	2'719

Die Planung und Projektierung von Querungsstellen muss deshalb auch besonders den Bedürfnissen der älteren Fussgänger Rechnung tragen. Dies umso mehr wenn die derzeitige demografische Entwicklung berücksichtigt wird.

4.4.6 Entwicklung des Unfallgeschehens auf Fussgängerstreifen

Im Folgenden wird das Unfallgeschehen, das heisst Verletzte und Getötete (nicht gesamtes Unfallgeschehen) auf Fussgängerstreifen betrachtet. Die zeitliche Entwicklung des Unfallgeschehens auf den Fussgängerstreifen zeigt in den letzten 29 Jahren eine tendenziell sinkende Zahl der Getöteten und schwer Verletzten. Von 69 Getöteten im Jahr 1980 fiel die Zahl auf 25 im Jahr 2008 - von 929 schwer Verletzten im Jahr 1980 auf 250 im Jahr 2003. Ab 2003 stieg diese Zahl jedoch wieder auf 334 im Jahr 2007 an. Im Jahr 2008 sank das Unfallgeschehen wieder auf das Niveau von 2003/2004. Hinsichtlich des immer wieder in der Öffentlichkeit diskutierten Einflusses der Änderung der Verkehrsregelverordnung (Handzeichen nicht mehr obligatorisch) ist in dieser Zeitreihe kein Hinweis zu finden (vgl. Abbildung). In der Tat erfolgte diese Änderung im Jahre 1994.

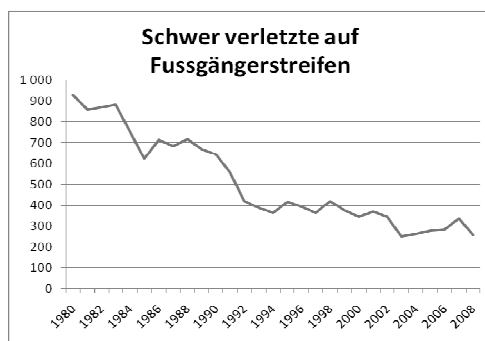


Abb. 4.16 Schwer verletzte Fussgänger bei Unfällen auf Fussgängerstreifen seit 1980

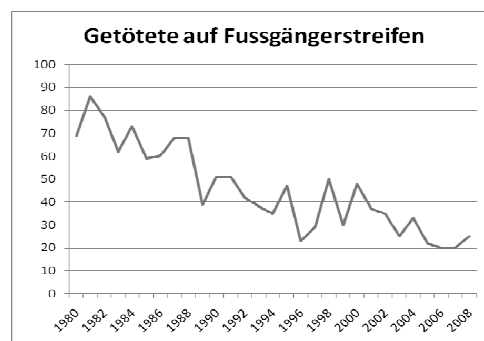


Abb. 4.17 Getötete Fussgänger bei Unfällen auf Fussgängerstreifen seit 1980

4.5 Unfallgeschehen Kanton Zürich

Während der letzten fünf Jahre (1.1.2004 – 31.12.2008) ereigneten sich im Kanton Zürich (ohne Städte Zürich und Winterthur) über 1'500 Unfälle im Zusammenhang mit einem Fussgängerstreifen (= Unfälle bei Fussgängerstreifen). Bei knapp einem Viertel der Unfälle waren Zufussgehende involviert (= Fussgängerunfälle). Neben der Zusammenfassung aller Unfälle standen der Forschungsstelle die über 400 Unfallprotokolle der Fussgängerunfälle sowie alle Protokolle der Übergänge, bei denen sich während der letzten fünf Jahre mehr als fünf Unfälle ereigneten, zur Verfügung. Die Unfalldaten wurden der Forschungsstelle von der Kantonspolizei Zürich, Verkehrstechnische Abteilung, zur Verfügung gestellt.

Definition der Unfälle

- Unfälle im Zusammenhang mit Fussgängerstreifen (= bei Fussgängerstreifen): Alle Unfälle, die sich vor einem Fussgängerstreifen ereignen, unabhängig ob ein Fussgänger in den Unfall involviert war oder nicht.
- Unfälle an Fussgängerstreifen mit Fussgängern (= Fussgängerunfälle): Alle Unfälle bei Fussgängerstreifen, bei denen ein Fussgänger in den Unfall involviert war.

Anzahl Unfälle und Unfallschwere

Zwischen dem 1.1.2004 und dem 31.12.2008 wurden bei den über 1'500 Unfällen knapp 900 Verletzte registriert. Obwohl Fussgänger nur bei einem Viertel der Unfälle direkt involviert waren, sind über 40% der Verunfallten (Verletzte und Getötete) Zufussgehende. Die Unfallschwere (Verunfallte/Unfall) ist bei Unfällen mit Zufussgehenden somit deutlich höher als bei den übrigen Unfällen bei Fussgängerstreifen.

Abb. 4.18 Anzahl Unfälle und Unfallschwere

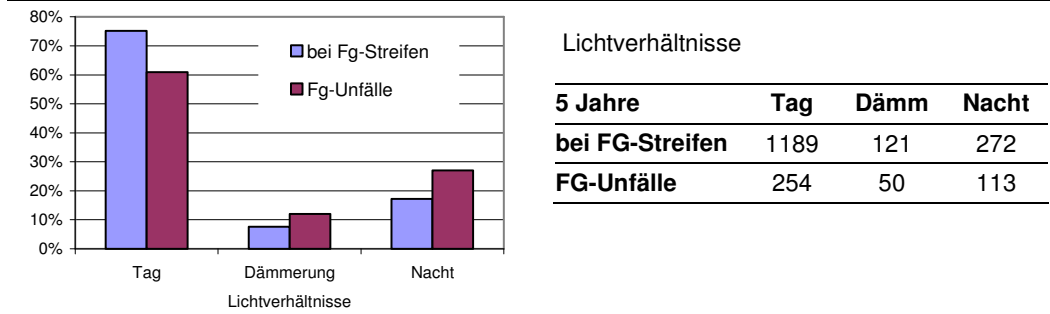
Unfälle 1.1.04 – 31.12.08	Unfälle / 5 Jahren	Verunfallte / 5 Jahre	Unfälle / Jahr	Verunfallte / Jahr	Verunfallte / Unfall
bei Fussgängerstreifen	1'582	858	316	172	0.54
nur Fussgänger	417	369	83	74	0.88

Die Auswertung der Fussgängerunfälle zeigte eine konstant hohe Anzahl Unfälle pro Jahr. So variierte die Anzahl Unfälle mit Zufussgehenden während dieser fünf Jahre zwischen 88 (2004) und 77 Unfällen (2008).

Lichtverhältnisse

In der folgenden Abbildung ist das Unfallgeschehen in Abhängigkeit der Lichtverhältnisse dargestellt.

Abb. 4.19 Unfallgeschehen und Lichtverhältnisse



- bei allen Unfällen im Zusammenhang mit Fussgängerstreifen ereignen sich 25% der Unfälle während der Dämmerung oder in der Nacht
- zu 40% ereignen sich die Unfälle mit beteiligten Fussgängern während der Dämmerung oder in der Nacht
- über die Hälfte der Unfälle ereigneten sich bei schlechten Sichtverhältnissen (52% bzw. 56%)

Die Witterung- und Sichtverhältnisse beeinflussen das Unfallgeschehen stark. So wurden aufgrund von ungünstigen Witterungsverhältnisse am 2. Januar 2007 in einer kleinen Region drei Unfälle mit Fussgängern zur gleichen Zeit registriert (2. Jan. 07: Schneefall / Regen: 18:00 Uhr in Egg, 18:35 Uhr in Oetwil am See und 19:30 Uhr in Küsnacht). Die Auswertung des Unfallgeschehens zeigte, dass bei über der Hälfte der Unfälle (52% bzw. 56%) die Witterung- und Sichtverhältnisse als schlecht beurteilt wurden.

Unfallstelle

Je die Hälfte der Unfälle mit Fussgängern (Fussgängerunfälle) ereigneten sich auf Haupt- (48%) und Nebenstrassen (52%). Bei den Unfällen im Zusammenhang mit Fussgängerstreifen (bei Fussgängerstreifen) wurden deutlich mehr Unfälle an Haupt- (62%) als an Nebenstrassen (38%) registriert. Dies könnte unter anderem auf die hohen Belastungen auf den Hauptstrassen und der entsprechend höheren Gefahr von Auffahrkollisionen zurückzuführen sein.

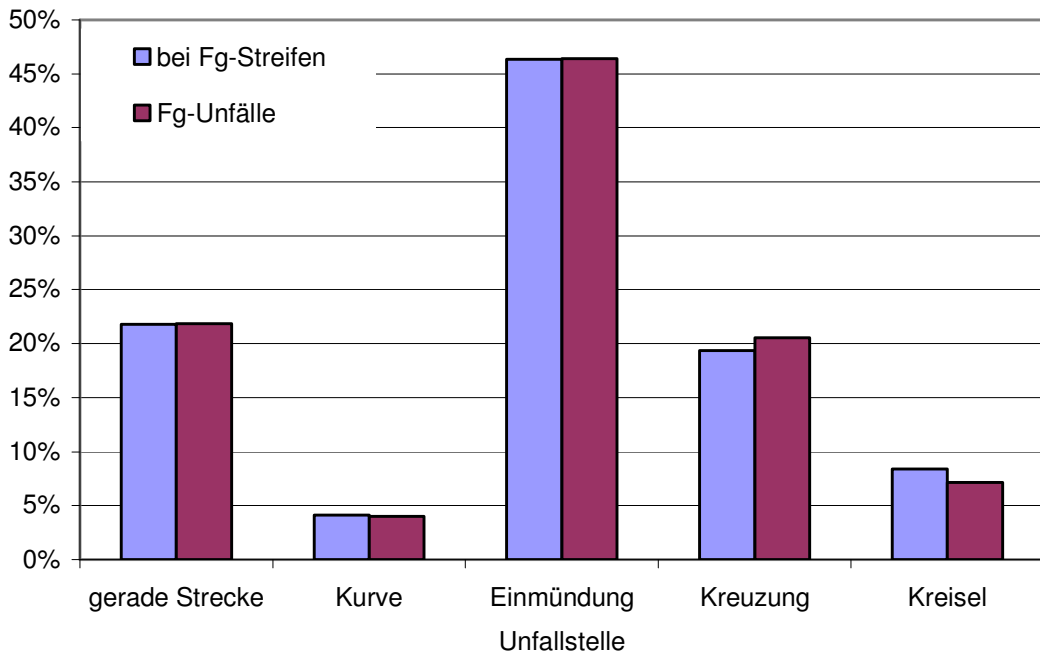


Abb. 4.20 Lage der Unfälle im Netz

- rund drei Viertel der Unfälle ereigneten sich in Knotenbereichen und nur ein Viertel auf offener Strecke
- Unfälle mit Fussgängern ereigneten sich zu über 90% mit geradeaus fahrenden Fahrzeugen und zu einem geringen Anteil mit links oder rechts abbiegenden Fahrzeugen.

Lage der Unfälle auf Fussgängerstreifen²

Von den knapp 420 Unfällen, die zwischen dem 1.1.2003 und dem 31.12.2007 mit beteiligten Fussgängern registriert wurden, ereignete sich knapp die Hälfte (45%) bei einem Fussgängerstreifen mit Schutzinsel. Zudem fanden unabhängig vom Vorhandensein einer Schutzinsel rund 45% der Kollisionen mit dem Fussgänger auf der zweiten Fahrbahnhälfte statt.

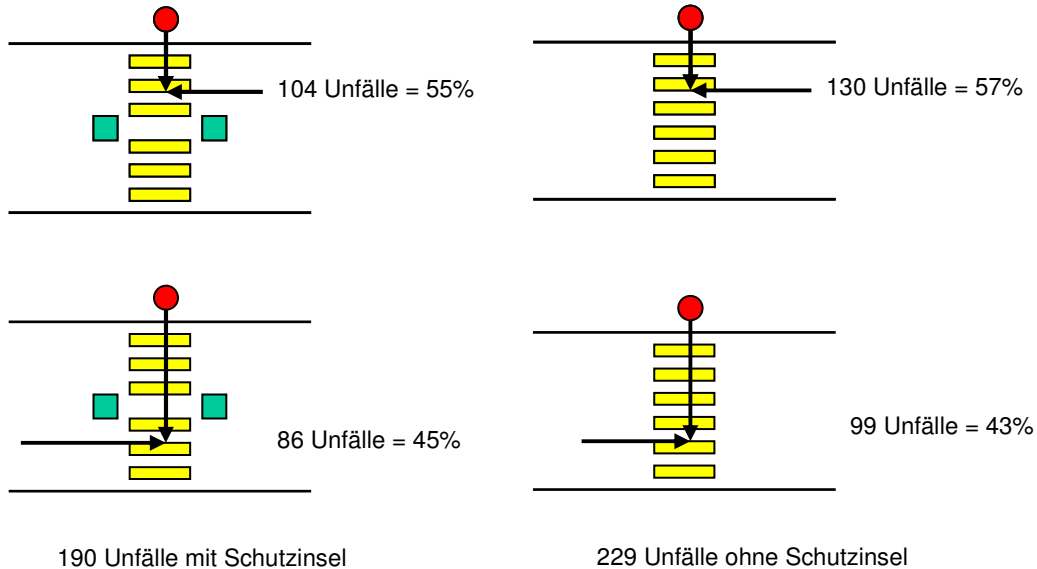


Abb. 4.21 Lage der Unfälle auf Fussgängerstreifen

Insbesondere die Häufigkeit der Unfälle auf der zweiten Fahrbahnhälfte ist mit rund 45% sehr hoch. Der Fussgänger hat bereits über die Hälfte der Fahrbahn gequert und war entsprechend gut und lang für den Fahrzeuglenkenden sichtbar. Trotzdem wurde ihm das Vortrittsrecht verweigert und es kam zur Kollision des Fahrzeuges mit dem Fussgänger. Die Unfallursache beziehungsweise die Witterungsumstände dieser Unfälle sind leider nicht bekannt. Die Ursache der Unfälle auf der zweiten Fahrbahnhälfte sollte untersucht werden. Denkbar sind folgende Ursachen:

- Die Fahrzeuglenker werden in der Nacht durch entgegenkommende Fahrzeuge geblendet und nehmen die Fussgänger nicht wahr.
- Der Blick der Fahrzeuglenker richtet sich primär auf den rechten Fahrbahnrand. Die von links kommenden Fussgänger werden schlechter wahrgenommen.

² Die Auswertung wurden der Forschungsstelle grosszügigerweise von der Kantonspolizei Zürich, verkehrstechnische Abteilung, zur Verfügung gestellt.

4.6 Unfallschwerpunkte Kanton Zürich

4.6.1 Übersicht der Unfallschwerpunkte

Während der letzten fünf Jahre (2004 – 2008) ereigneten sich bei elf Fussgängerstreifen fünf oder mehr Unfälle (Unfälle bei Fg-Streifen). In der folgenden Tabelle sind die Örtlichkeiten sowie die massgebenden Unfalltypen dargestellt.

Abb. 4.22 Fussgängerstreifen mit fünf oder mehr Unfällen zwischen 2004 und 2008

Ort / Strasse(n)	Alle Unfälle im Zusammenhang mit FG-Streifen	Fussgängerunfälle	Unfälle mit Velo und FäG auf FG-Streifen	Auffahrunfälle vor FG-Streifen	Diverse andere Unfälle vor dem FG-Streifen
Eglisau (1) Zürcherstrasse zw. Bahn-/Roggenfarstr.	12	-	-	12	-
Dietikon (2) Steinmülistrasse Höhe Alemannenweg	7	2	2	5	-
Opfikon-Glattbrugg (3a) Schaffhauser-/ Fabrikstr. (Übergang Nord)	6	1	1	3	2
Opfikon-Glattbrugg (3b) Schaffhauser-/ Fabrikstr. (Übergang Süd)	4	1	-	3	-
Dübendorf (4) Zürich-/ Birchlenstr.	5	1	-	4	-
Wädenswil (5) See-/ Gambrinusstr.	5	3	-	2	-
Affoltern am Albis (6) Zürich- / Obere Bahnhofstr.	5	1	-	4	-
Hirzel (7) Zugerstrasse / Dorfstr.	5	-	-	5	-
Küsnacht (8) Seestrasse / Freihofstr.	5	3	-	2	-
Küsnacht (9) Seestrasse / Kirchstrasse	5	1	-	4	-
Adliswil (10) Sihltalstrasse / Rainstr.	5	-	-	5	-
Weiningen (11) Kreisel Überland- / Niederholzstr.	5	2	2	3	-


Bei den elf Örtlichkeiten ereigneten sich total 69 Unfälle in fünf Jahren. Der massgebende Unfalltyp war mit 52 Unfällen der Auffahrunfall und bei 15 Unfällen waren Zufussgehende involviert. Die Verkehrsbelastung liegt bei allen Unfallschwerpunkten bei über 10'000 Fz/Tag. Sechs Fussgängerstreifen führten über Strassen mit einem DTV von knapp 20'000 Fz/Tag.

Acht Örtlichkeiten liegen in Knotenbereichen, so dass neben den Unfällen am Fussgängerstreifen auch Ein- und Abbiegeunfälle registriert wurden. Beim Knoten Schaffhauser- / Fabrikstrasse ereigneten sich beispielsweise während der letzten fünf Jahre total 29 Unfälle. Elf Unfälle wurden im Zusammenhang mit einem Fussgängerstreifen registriert. Diese ereigneten sich auf drei verschiedenen Übergängen. Tendenziell ereigneten sich die Unfälle im Knotenausfahrtsbereich. Die vier Übergänge (1), (7), (10) und (11) liegen im Übergangsbereich zwischen dem Inner- / Ausserortsbereich und auf dem Strassenabschnitt mit den Fussgängerstreifen (8), (9) und (10) liegt die zulässige Höchstgeschwindigkeit bei 60 km/h.

Bei den Örtlichkeiten (5) und (8) war der Anteil Unfälle mit Zufussgehenden (3 Unfälle) gegenüber den Auffahrunfällen (2 Unfälle) mit 60% höher als bei den übrigen Unfallschwerpunkten (rund ein Viertel). In der folgenden Abbildung sind die Ansichten der Fussgängerstreifen dargestellt sowie die massgebenden Kennwerte aufgeführt.


4.6.2 Detailbeschreibung der Unfallschwerpunkte

Abb. 4.23 Eglisau (1): Zürcherstrasse zwischen Bahn- / Roggenfarstrasse

	DTV: 17'800 Fz/Tag	Vzul = 50 km/h
	Anzahl Unfälle	12, 12 Auffahrunfälle
	Verletzte / Tote	0 / 0
	Licht	9x Tag, 2x Dämmerung, 1x Nacht
	Witterung	10x schön/bedeckt, 2x Regen
	Verkehrsmen-ge	4x stark, 7x rege, 1x stockend
	Hauptursache	9x Unaufmerksamkeit 2x zu nahes Aufschliessen 1x mangelhafte Bedienung
	Besonderhei-ten	9 Unfälle Richtung Zürich, 3 Unfälle Richtung Eglisau 5 Unfällen mit drei Fahrzeuge

- Übergang liegt am Ortsrand zwischen dem Ausserorts- und Innerortsbereich
- gute Ausgestaltung mit Mittelinsel und Signal 4.11; Übersicht gewährleistet
- Unfälle wurden zu drei Vierteln durch auswärtsfahrende Fahrzeuglenkende (Richtung Zürich) verursacht
- nur Auffahrunfälle und keine Kollisionen mit Zufussgehenden
- Querung als Bestandteil einer Zweiradachse

Abb. 4.24 Dietikon (2): Steinmürlistrasse Höhe Alemannenweg

	Vzul = 50 km/h	
	Anzahl Unfälle	7, 5 Auffahrunfälle, 2 Kollisionen mit FG
	Verletzte / Tote	5 / 0
	Licht	5x Tag, 1x Dämmerung, 1x Nacht
	Witterung	5x schön/bedeckt, 2x Regen
	Verkehrsmen-ge	4x rege, 3x schwach
	Hauptursache	5x Unaufmerksamkeit 1x Anhaltepflicht vor Fussgängerstreifen 1x Einwirkung von Medikamenten
	Besonderhei-ten	bei 2 der 5 Auffahrunfälle wurde das vordere Fahrzeug in den Fussgänger geschoben und diesen verletzt. 5 Unfälle Richtung Dietikon Zentrum 3 Unfälle Richtung Spreitenbach.

- Fussgängerachse, die rechtwinklig Fahrbahn quert (Fussweg); Sicht auf Fussgängerachse knapp
- Fussgängerstreifen ohne Mittelinsel und Signal 4.11
- alle Übergänge entlang Strassenzug identisch ausgestattet

Abb. 4.25 Opfikon – Glattbrugg (3): Schaffhauserstrasse / Fabrikstrasse



		DTV: 18'000 Fz/Tag	Vzul = 50 km/h
	Anzahl Unfälle	6, 3 Auffahrunfälle, 2 Kollisionen mit FG, (durch wartende Fahrzeuge verdeckt)	
	Verletzte / Tote	3 / 0	
	Licht	5x Tag, 1x Dämmerung	
	Witterung	6x schön/bedeckt	
	Verkehrsmen-ge	2x stark, 4x rege	
	Hauptursache	4x Unaufmerksamkeit 2x Anhaltepflicht vor Fussgängerstreifen	
Besonderhei-ten	4 Unfälle Richtung Zürich 2 Unfälle Richtung Kloten.		
	Anzahl Unfälle	4, 3 Auffahrunfälle, 1 Kollision mit FG	
	Verletzte / Tote	4 / 0	
	Licht	3x Tag, 1x Nacht	
	Witterung	3x schön/bedeckt, 1x Regen	
	Verkehrsmen-ge	4x rege	
	Hauptursache	3x Unaufmerksamkeit 1x Anhaltepflicht vor Fussgängerstreifen	
Besonderhei-ten	bei 3 Unfällen Fussgänger auf Mittelinsel oder querte Strasse von Mittelinsel alle Unfälle ereigneten sich Richtung Zürich.		
<ul style="list-style-type: none"> • gute Ausgestaltung mit Mittelinsel und Signal 4.11; Übersicht gewährleistet • Querung über 2 Fahrstreifen in gleicher Richtung führt zur Verdeckung der Fussgänger • Knoten rund 150m nach einer LSA (kritische Fahrtrichtung) • acht Unfälle bei querenden Fussgängern von der Mittelinsel (Fussgängerquerung von links) • im Knotenbereich total 29 Unfälle, davon 11 im Zusammenhang mit Fussgängerstreifen (3 Fussgängerstreifen) 			


Abb. 4.26 Dübendorf (4): Zürichstrasse / Birchlenstrasse

DTV: 14'000 Fz/Tag		Vzul = 50 km/h
	Anzahl Unfälle	5, 4 Auffahrunfälle, 1 Kollision mit FG
	Verletzte / Tote	4 / 0
	Licht	2x Tag, 2x Dämmerung, 1x Nacht
	Witterung	3x schön/bedeckt, 2x Regen
	Verkehrsmen-ge	2x stark, 2x rege, 1x schwach
	Hauptursache	2x Unaufmerksamkeit 2x zu nahes Aufschliessen 1x Anhaltepflicht vor Fussgängerstreifen
	Besonderhei-ten	bei 2 der 4 Auffahrunfälle waren drei Fahrzeuge beteiligt. 4 Unfälle Richtung Dübendorf Zentrum 1 Unfall Richtung Zürich

im Knotenbereich total 17 Unfälle.


- nur Signal 4.11 (Übersicht gewährleistet)
- vorgelagerter Übergang (rund 50m) mit Insel und Signal 4.11
- Knoten knapp 200m nach einer LSA (kritische Fahrtrichtung)

Abb. 4.27 Wädenswil (5): Seestrasse / Gambrinusstrasse

DTV: 12'000 Fz/Tag		Vzul = 50 km/h
	Anzahl Unfälle	5, 3 Kollisionen mit FG, 2 Auffahrunfälle
	Verletzte / Tote	3 / 0
	Licht	3x Tag, 1x Dämmerung, 1x Nacht
	Witterung	4x schön/bedeckt, 1x Regen
	Verkehrsmen-ge	3x rege, 2x schwach
	Hauptursache	2x Unaufmerksamkeit 3x Anhaltepflicht vor Fussgängerstreifen
	Besonderhei-ten	4 Unfälle Richtung Richterswil, 1 Unfall Richtung Horgen


- Fussgängerachse, die rechtwinklig Fahrbahn quert (Fussweg), Sicht auf Fussgängerachse knapp
- nur Signal 4.11

Abb. 4.28 Affoltern am Albis (6): Zürichstrasse / Obere Bahnhofstrasse

	DTV: 14'000 Fz/Tag	Vzul = 50 km/h
	Anzahl Unfälle	5, 4 Auffahrunfälle, 1 Kollision mit FG
	Verletzte / Tote	1 / 0
	Licht	4x Tag, 1x Nacht
	Witterung	5x schön/bedeckt
	Verkehrsmen-ge	3x stark, 1x rege, 1x schwach
	Hauptursache	4x Unaufmerksamkeit 1x Anhaltepflicht vor Fussgängerstreifen
	Besonderhei-ten	alle Unfälle aus Richtung Hedingen


- gute Ausgestaltung mit Mittelinsel und Signal 4.11; Übersicht gewährleistet
- angrenzende Übergänge identisch ausgestaltet

Abb. 4.29 Hirzel (7): Zuger- / Dorfstrasse

	DTV: 18'500 Fz/Tag	Vzul = 50 km/h
	Anzahl Unfälle	5, fünf Auffahrunfälle
	Verletzte / Tote	3 / 0
	Licht	4x Tag, 1x Nacht
	Witterung	4x schön/bedeckt, 1x Regen
	Verkehrsmen-ge	4x rege, 1x schwach
	Hauptursache	5x Unaufmerksamkeit
	Besonderhei-ten	4 Unfälle Richtung Horgen 1 Unfall Richtung Sihlbrugg bei 1 Unfall waren 4 und bei einem 3 Fz beteiligt


- gute Ausgestaltung mit Mittelinsel und Signal 4.11; Übersicht gewährleistet
- Übergang am Ortsrand zwischen Ausser- und Innerortsbereich (4 Unfälle Richtung Horgen)
- vier der fünf Unfälle im Knotenausfahrtbereich

Abb. 4.30 Küsnacht (8): Seestrasse / Freihofstrasse

DTV: 20'000 Fz/Tag		Vzul = 60 km/h
	Anzahl Unfälle	5, zwei Auffahrunfälle, drei Kollisionen mit FG
	Verletzte / Tote	4 / 0
	Licht	4x Tag, 1x Nacht
	Witterung	5x schön/bedeckt
	Verkehrsmenge	2x stark, 3x rege
	Hauptursache	2x Unaufmerksamkeit 3x Anhaltepflicht vor Fussgängerstreifen
	Besonderheiten	2 Unfälle Richtung Zürich 3 Unfälle Richtung Rapperswil

- gute Ausgestaltung mit Mittelinsel und Signal 4.11; Übersicht gewährleistet
- Knoten knapp 150m nach einer LSA (Fahrtrichtung Rapperswil)


Abb. 4.31 Küsnacht (9): Seestrasse / Kirchstrasse

DTV: 20'000 Fz/Tag		Vzul = 60 km/h
	Anzahl Unfälle	5, 4 Auffahrunfälle, 1 Kollision mit FG
	Verletzte / Tote	3 / 0
	Licht	3x Tag, 1x Dämmerung, 1x Nacht
	Witterung	5x schön/bedeckt
	Verkehrsmenge	2x stark, 3x rege
	Hauptursache	4x Unaufmerksamkeit 1x Anhaltepflicht vor Fussgängerstreifen
	Besonderheiten	1 Unfall Richtung Zürich, 4 Unfälle Richtung Rapperswil

im Knotenbereich total 11 Unfälle


- Ausgestaltung mit Signal 4.11; Übersicht gewährleistet
- Knoten 250m nach einer LSA (Fahrtrichtung Rapperswil), angrenzende Fussgängerstreifen mit Insel

Abb. 4.32 Adliswil (10): Sihltal- / Rainstrasse

	DTV: 22'500 Fz/Tag	Vzul = 60 km/h
	Anzahl Unfälle	5, fünf Auffahrunfälle
	Verletzte / Tote	1 / 0
	Licht	4x Tag, 1x Nacht
	Witterung	4x schön/bedeckt, 1x Regen
	Verkehrsmen-ge	3x stark, 2x rege
	Hauptursache	5x Unaufmerksamkeit
	Besonderhei-ten	4 Unfälle Richtung Adliswil 1 Unfall Richtung Zürich

- Übergang liegt am Ortsrand, stark Ausrichtung des Verkehrs in Längsrichtung
- gute Ausgestaltung mit Mittelinsel und Signal 4.11; Übersicht gewährleistet
- nur Auffahrunfälle und keine Kollisionen mit Zufussgehenden

Abb. 4.33 Weiningen (11): Kreisel Überland- / Niederholzstrasse

	DTV: 16'500 Fz/Tag	Vzul = 50 km/h
	Anzahl Unfälle	5, 3 Auffahrunfälle, je 1 Unfall mit F&G/ZR
	Verletzte / Tote	2 / 0
	Licht	5x Tag
	Witterung	5x schön/bedeckt,
	Verkehrsmen-ge	2x stark, 2x rege, 1x schwach
	Hauptursache	3x Unaufmerksamkeit 1x Sonnenblendung 1x Befahren eines Fussgängerstreifens
	Besonderhei-ten	4 Unfallverursachende kamen aus Richtung Weiningen und einer aus Richtung Schieren alle Unfälle Richtung Dietikon

- Übergang liegt am Ortsrand
- gute Ausgestaltung mit Mittelinsel und Signal 4.11; Übersicht gewährleistet
- Unfälle durch ausfahrende Fahrzeuge, die bei der voranliegenden Zufahrt erst eingefahren sind
- im Knotenbereich total 31 Unfälle

4.6.3 Fazit aus Unfallanalyse Kanton Zürich

Die Ausgestaltung und die Lage der Fussgängerstreifen bei den einzelnen Unfallschwerpunkten sind sehr unterschiedlich. Sieben Übergänge sind mit einer Fussgängerschutzinsel gesichert und neun Übergängen sind mit dem Signal 4.11 „Standort eines Fussgängerstreifens“ gekennzeichnet. Aufgrund der Analyse der elf Unfallschwerpunkte konnten folgende Erkenntnisse abgeleitet werden:

- alle Übergänge liegen an Strassenabschnitten mit hohen Verkehrsbelastungen
- drei Übergänge (1) (7) (10) übernehmen eine gewisse Torfunktion, diese sind alle mit einer Schutzinsel ausgerüstet
- bei rund einem Viertel der Unfälle sind Zufussgehende involviert; Übergänge mit mehr als einem Fussgängerunfall liegen oftmals im Schnittpunkt einer Fussgängerachse, die rechtwinklig zur Strasse verläuft, dabei ist die Sicht auf die Fussgängerachse oftmals durch angrenzende Häuser begrenzt
- aus Sicht der kritischen Zufahrt liegen fünf Übergänge kurz nach lichtsinalgesteuerten Knoten, diese weisen alle einen hohen Anteil Auffahrunfälle auf
- bei Fussgängerstreifen im Knotenbereich ereignen sich die Unfälle tendenziell bei der Knotenausfahrt
- bei einem Strassenzug mit einheitlich gestalteten Fussgängerstreifen (Dietikon) lag das Unfallgeschehen an einem Übergang deutlich höher als bei angrenzenden Übergängen
(→ Anzahl querende Fussgänger und Sicht auf Fussgänger massgebend)
- bei einem Strassenzug mit unterschiedlich ausgestalteten Fussgängerstreifen (Küsnacht) wurde ein hohes Unfallgeschehen bei je einem Fussgängerstreifen mit und ohne Schutzinsel registriert
(→ Ausgestaltung des Fussgängerstreifens nicht alleine entscheidend für Unfallgeschehen)

Die Auswertung der Fussgängerunfälle im Kanton ZH zeigt, dass Fussgängerstreifen am Siedlungsrand sowie im Bereich von LSA gesteuerten Knoten als kritisch zu beurteilen sind. Zudem ereignen sich bei Querungen von Fussgängerachsen, die rechtwinklig die Fahrbahn queren, vermehrt Unfälle mit Zufussgehenden. Die Sicht auf die Fussgängerachse ist oftmals ungenügend.

Die Auswertung der Unfallschwerpunkte im Kanton ZH lässt vermuten, dass die Ausrüstung des Fussgängerstreifens nicht alleine massgebend für einen sicheren Übergang ist. Bei der Ausgestaltung eines Fussgängerstreifens muss die Lage im Netz, der Verkehrsablauf und die -belastung sowie die lokalen Verhältnisse (Sicht, Geschwindigkeitsniveau usw.) mitberücksichtigt und gewichtet werden.

4.7 Schlussfolgerungen aus der Unfallanalyse

Ein grundsätzliches Problem, das sich beim Auswerten sämtlicher vorliegender Unfallstatistiken stellt, ist die fehlende Angabe zur Exposition. So ist beispielsweise nicht bekannt, wie viele Überquerungsvorgänge nachts bzw. tags erfolgen oder wie viele Überquerungsvorgänge auf bzw. ausserhalb von Fussgängerstreifen stattfinden. Infolgedessen können die Unfallrisiken für die einzelnen Bedingungen höchstens grob abgeschätzt werden. Die absoluten Unfallzahlen lassen jedoch auch einige aufschlussreiche Schlussfolgerungen zu. Zudem ist zu beachten, dass bei der Unfallauswertung ein Schwerpunkt auf Unfälle mit Fussgängerbeteiligung gelegt worden ist. Lediglich bei der Auswertung der Unfälle im Kanton Zürich wurden als Exkurs bei den spezifisch betrachteten Querungsstellen alle Unfälle in deren Bereich (z.B. auch Auffahrunfälle vor den Fussgängerstreifen) betrachtet.

- Das grösste Potenzial zur Steigerung der Sicherheit von Fussgängern (im Zusammenhang mit Fussgängerstreifen) besteht bei Querungsstellen innerorts.
- Handlungsbedarf ist sowohl bei Querungsstellen mit als auch ohne Fussgängerstreifen angezeigt.
- Es ist davon auszugehen, dass das Risiko, bei eingeschränkten Lichtverhältnissen beim Überqueren zu verunfallen, grösser ist als tags. Deshalb ist der Ausgestaltung der Beleuchtung besondere Aufmerksamkeit zu schenken.
- Bezüglich Lage (Knoten, freie Strecke) führen die Auswertungen der gesamten Schweiz gegenüber denjenigen des Kantons ZH zu unterschiedlichen Ergebnissen. Dies ist auf unterschiedliche Erhebungsarten zurück zu führen. Eine abschliessende Aussage ist deshalb auf Grund der Unfallstatistik nicht möglich. Diese Fragestellung müsste deshalb in der Hauptstudie untersucht werden.
- Ältere Personen verunfallen beim Überqueren schwerer als junge. Dies ist bei der Projektierung von Querungsstellen mit zu berücksichtigen.
- Die Entwicklung des Unfallgeschehens auf Fussgängerstreifen der letzten knapp 30 Jahren zeigt eine kontinuierliche Abnahme sowohl der schwer Verletzten als auch der Getöteten. Ein Einfluss der im Jahre 1994 geänderten Regelung auf das Unfallgeschehen lässt sich dabei nicht erkennen.

Die detaillierte Analyse der Unfälle an Fussgängerstreifen im Kanton ZH (ohne Städte Zürich und Winterthur) zeigt zudem folgende Merkmale.

- Bei Fussgängerstreifen in Knotenbereichen ereignen sich die Unfälle tendenziell im Knotenausfahrtsbereich.
- Kreuzt eine Fussgängerroute die Strasse senkrecht, so sind die Zufussgehenden bei der Querung besonders gefährdet. Die Anzahl Unfälle mit Beteiligung von Fussgängern ist überproportional hoch.
- Der Übergang vom Ausserorts- in den Innerortsbereich (mit tendenziell hohen Geschwindigkeiten) muss unabhängig der Ausgestaltung als kritisch beurteilt werden.
- Bei Fussgängerstreifen auf Abschnitten mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h und einem hohen Verkehrsaufkommen sowie Fussgängerstreifen kurz nach einem lichtsignalgesteuerten Knoten sind insbesondere kritisch in Bezug auf Auffahrunfälle.
- Das Wahrnehmen des Fussgängers (mit Querungsabsicht) durch den Fahrzeuglenker ist notwendig jedoch nicht hinreichend für die Gewährleistung des Vortrittsrechts und somit für das sichere Queren.
- Unabhängig vom Vorhandensein einer Schutzinsel ereignet sich fast die Hälfte aller Kollisionen mit Fussgängern auf der zweiten Fahrbahnhälfte.

4.8 Problempunkte bei den bestehenden Fussgängerstreifen

4.8.1 Sichtweiten

Die minimalen Sichtweiten bei Fussgängerstreifen sind bereits in der bestehenden Norm definiert. Dabei ist das Sichtfeld auf den Fussgängerstreifen und die Halteräume von allen Hindernissen freizuhalten.

Trotzdem konnten bei den Felderhebungen Fussgängerstreifen analysiert werden, bei denen diese wichtigen Kriterien nicht eingehalten werden. Beim Fussgängerstreifen in Abbildung 4.34 werden die Halteräume und somit wartende Fussgänger durch parkierte Fahrzeuge verdeckt und der Fussgängerstreifen in Abbildung 4.35 liegt unmittelbar in einer Krümmung, so dass die Sicht auf den Warteraum aber auch auf den rechten Fahrbahnrand nicht gewährleistet ist. Der Fussgängerstreifen ist aufgrund der Linienführung nur schlecht erkennbar.

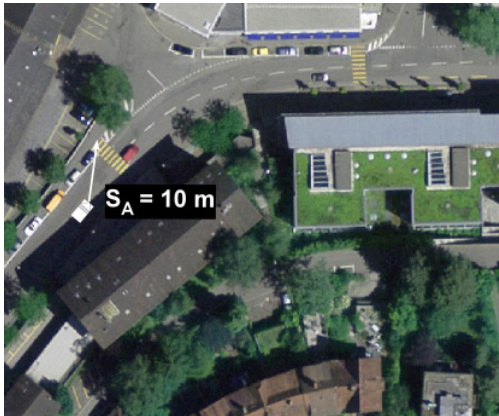


Abb. 4.34 Beispiel: fehlende Sichtweite nach links (Fussgänger versteckt hinter dem PW)

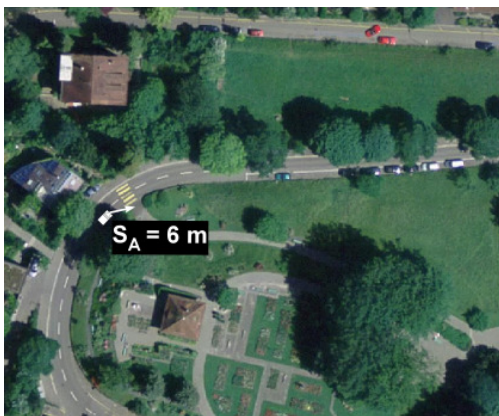


Abb. 4.35 Beispiel: fehlende Sichtweite nach rechts

Die Sichtverhältnisse bei Fussgängerstreifen zwischen den Fussgängern und Motorfahrzeugführern wird oftmals durch die Anordnung von Werbe- und Reklametafeln beeinträchtigt. Dabei werden die Sichtweiten nachträglich durch das Anbringen einer Werbetafel stark reduziert und ein vormals sicher ausgestalteter Übergang weist einen sicherheitsrelevanten Mangel auf.



Abb. 4.36 Beispiel: fehlende Sichtweite aufgrund Werbetafel

4.8.2 Beleuchtung

Ein Fussgänger, der auf einem markierten oder nicht markierten Fussgängerübergang die Strasse überquert, soll von einem nahenden Fahrzeuglenker frühzeitig erkannt werden, damit dieser entsprechend reagieren kann. Das Gleiche gilt auch für den Fussgänger, der noch im Halteraum (z.B. auf dem Trottoir oder auf der Schutzinsel) zum Fussgängerübergang steht und auf die Gelegenheit zum Überschreiten der Strasse wartet. Markierte und nicht markierte Fussgängerübergänge werden lichttechnisch gleich behandelt.

Die Beleuchtung soll den Passanten anleuchten, damit der Fahrzeuglenker ihn sehen und entsprechend reagieren kann. Es ist nicht in erster Linie erforderlich, dass der Fahrzeuglenker den Fussgängerstreifen sieht, er muss den Fussgänger sehen. Die Ausleuchtung von Fussgängerstreifen und Personenübergängen ist in die Strassenbeleuchtung zu integrieren und durch geeignete Massnahmen zu verstärken.

Anforderungen an die Beleuchtung von Fussgängerstreifen enthalten die Leitsätze für die öffentliche Beleuchtung der Schweizer Licht Gesellschaft, SLG 202: 11-205 Strassenbeleuchtung – Ergänzung zu SN TR 13201 und SN EN 13201-2 bis -4; SLG 450 Energie in der öffentlichen Beleuchtung. In diesen Normen sind Angaben zur zweckmässigen Beleuchtung von Fussgängerstreifen aufgeführt.

Rund 30% der schweren Fussgängerunfälle geschehen bei Dunkelheit. Auf Fussgängerstreifen sind es rund 43% nachts oder bei Dämmerung (siehe auch Kap. 4.4.4). Wenn die Überquerungsfrequenzen herangezogen werden, ist das Unfallrisiko noch höher.

Folgende offene Fragen stehen im Raum:

1. Werden die Anforderungen der SLG-Richtlinien in der Praxis eingehalten?
2. Erreicht man mit einer normkonformen Beleuchtung eine ausreichende Verkehrssicherheit?
3. Entsprechen die Anforderungen der SLG-Richtlinie dem heutigen Wissensstand?
4. Gibt es mögliche kostengünstige und aus Sicht der Verkehrssicherheit vertretbare Alternativen zu den Strassenkandelabern?
5. Kann mit den bestehenden Strassenbeleuchtungen eine genügende Beleuchtungsstärke bei den Fussgängerstreifen erreicht werden?

Anhand des durchgeführten Interviews mit dem Experten der SLG und nach einer der Beurteilung der Forschungsstelle kann folgendes zu den fraglichen Punkten gesagt werden:

1. Bei Neuanlagen und baulichen Anpassungen im Bereich von Fussgängerstreifen werden die Richtlinien im Allgemeinen eingehalten. Problematisch sehen die Experten die Anordnung der Beleuchtung in ländlichen Gebiete und kleinen Gemeinden mit beschränkten Mitteln. Aus Sicht der Forschungsstelle ist die Beleuchtungssituation bei vielen bestehenden Fussgängerstreifen mangelhaft. Die Empfehlung ist:
 Im Rahmen der Sicherheitsbeurteilung von bestehenden Anlagen „Road Safety Inspection“ RSI sind alle Fussgängerstreifen zu überprüfen und zu beurteilen (siehe auch Kap. 7.1, P. 2).
2. Mit einer normkonformen Beleuchtung können die Fahrzeuglenker die Fussgänger, welche auf einem Fussgängerstreifen die Strasse überqueren oder sich im Halteraum befinden und auf die Gelegenheit zum Überschreiten der Strasse warten, frühzeitig erkennen und entsprechen reagieren.
3. Die Schweiz ist CEN-Mitglied und gehalten, die von den europäischen Fachgremien erarbeiteten Normen anzuwenden. Aus Sicht der Forschungsstelle sollte die minimale vertikale Beleuchtungsstärke über den ganzen Halteraum ausgedehnt werden. Es ist eine Checkliste „Road Safety Inspection – Fussgängerstreifen“ auszuarbeiten.
4. Aus Sicht des zwingenden Sicherheitskriteriums „Minimale Sichtweiten“ muss nicht primär der Fussgängerstreifen gesehen werden. Die Fussgänger müssen gesehen und erkannt werden. Aus Sicht der Verkehrssicherheit sind Reflektoren oder Unterflurleuchten keine vertretbare Alternativen zur Strassenbeleuchtung.
5. Die zusätzliche Anordnung einer Beleuchtung vor allem bei bestehenden Anlagen oder in komplexen Situationen ist oft nicht möglich. In diesem Fall kann eine Aufhellung mit der bestehenden Strassenbeleuchtung realisiert werden (siehe auch Kap. 7.1, P.2, Priorität C)). Dabei ist ein Lichttechniker beizuziehen.

Richtige Beleuchtung schafft gute Wahrnehmungsbedingungen („Gesehen werden“) in Konfliktzonen und reduziert das Unfallrisiko. Im Sinne einer sicheren Fussgängerführung sind die Querungen während den gesamten Dunkelstunden zu beleuchten.

Im Rahmen eines Pilotprojektes der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) wurde die Einsetzbarkeit von LED-Leuchten bei einer Konfliktzone (Fussgängerstreifen) getestet. Gemäss einem Artikel in der Fachzeitschrift TEC21 (1-2/2010) konnten folgende Erkenntnisse gewonnen werden: Die LED-Leuchten haben hohe vertikale Beleuchtungsstärken, die Beleuchtungswerte fallen jedoch an den Randbereichen stark und schnell ab. Die Kandelaber mussten folglich exakt platziert werden, die Toleranz für Fehler ist äusserst gering. LED-Leuchten haben im Vergleich zu Natriumdampfleuchten den Vorteil, dass sie über eine sehr gute Farbwiedergabe verfügen: Objekte können besser erkannt und Gefahren dadurch richtig eingeschätzt werden. Ein weiterer Pluspunkt von LED-Leuchten ist, dass ihr Licht mit einer Linse punktgenau dahin gelenkt werden kann, wo es benötigt wird. LED-Leuchten eignen sich deshalb grundsätzlich gut für diese Beleuchtungsaufgaben. Dennoch ist der heutige Einsatz der LED-Technologie für die Strassenbeleuchtung nicht unproblematisch: LED-Leuchten werden heute mit verschiedenen Stromstärken oder Spannungen betrieben, für die entsprechend unterschiedliche Betriebsgeräte notwendig sind. Es besteht das Risiko, dass heute eingesetzte LED-Leuchten in ein paar Jahren nicht mehr produziert werden, weil sich eine andere LED-Versorgungsspannung durchsetzt. Sicherlich wird die LED in einigen Jahren der Standard in der öffentlichen Beleuchtung sein. Der zu frühe Wechsel ist jedoch risikobehaftet.

4.8.3 Halteraum (Warteraum)

Der Begriff „Warteraum“ wird als nicht treffend beurteilt. Da dieser Raum primär dazu dienen soll, vor dem Queren der Strasse kurz anhalten, um sich zu orientieren und Blickkontakt mit einem allfälligen Fahrzeuglenker aufzubauen wird empfohlen, stattdessen den Begriff „Halteraum“ zu verwenden.

Bei den Fussgängerstreifen sind beidseitig der Strasse Halteräume vorzusehen, die möglichst nicht befahrbar sind. Die Halteräume müssen eine minimale Tiefe von 1.20m aufweisen und dürfen nicht durch Hindernisse überstellt sein (siehe auch Kapitel 6.3, 7.1 und 7.2.4).



Abb. 4.37 Beispiel für Hindernis im Halteraum (Signalmast mit Signalgeber)

Diese Halteräume werden jedoch oftmals nicht als Bestandteil des Bauwerks Fussgängerstreifen wahrgenommen und bei der Planung und Realisierung entsprechend vernachlässigt. Mit der Forderung eines klar definierten Halteraums (allenfalls mit markiertem Kopfelement) wird das Bauwerk Fussgängerstreifen bis in den Trottoirbereich verlängert. Dadurch wird der Übergang vom Trottoir zum Fussgängerstreifen klar abgegrenzt, der Halteraum als Bestandteil der Fussgängerstreifen ausgewiesen und die Kommunikation zwischen den Verkehrsteilnehmern („sehen und gesehen werden“) wird gefördert.



Abb. 4.38 Beispiele aus dem Ausland sowie Versuchsanordnung TCS Lausanne: markierte Kopfelemente im Halteraum

4.8.4 Ausrüstung und Markierung bei Strassenbahnen

Bei Fussgängerstreifen, die über Geleise der Strassenbahn führen, gilt gemäss (VRV, Art. 47, Abs. 2) das Vortrittsrecht für den Fussgänger nicht. Strassenbahnen sind auch auf Fussgängerstreifen gegenüber den Zufussgehenden vortrittsberechtigt.

Dieser Aspekt erschwert das sichere Ausgestalten von Fussgängerstreifen. Über Geleise der Strassenbahn, die von der Fahrbahn mit Inseln abgetrennt sind, werden in der Regel keine Fussgängerstreifen markiert. Beim Fehlen einer baulichen Abtrennung oder in Abschnitten, in denen die Strassenbahn im Mischverkehr auf der Fahrbahn geführt wird, werden Fussgängerstreifen häufig über die ganze Fahrbahn markiert.



Abb. 4.39 Anordnung und Markierung von Fussgängerstreifen bei Strassenbahnen

4.8.5 Kontrolle und Unterhalt

Fussgängerstreifen sind Bauwerke, die einen entsprechenden Unterhalt bedingen. So sind unter anderem die Erkennbarkeit und vorhandenen Sichtweiten regelmässig zu überprüfen und gegebenenfalls entsprechende Massnahmen zu treffen. Zu den Unterhaltsarbeiten gehören auch das Instandstellen der Signalisation und Markierung. Schlecht sichtbare oder fehlende Markierungen erschweren die Erkennbarkeit des Fussgängerstreifens und können vermehrt zu Konfliktsituationen zwischen Zufussgehenden und Fahrzeuglenkenden führen.



Abb. 4.40 Beispiel für abgenutzte Markierung im Einfahrtsbereich eines Betonkreisels



Abb. 4.41 Beispiel für abgenutzte Markierung

4.8.6 Behindertengerechte Fussgängerstreifen

Gemäss SN 521 500 «Behindertengerechtes Bauen» müssen Fussgänger- und Fahrbereich überall durch eine Absatz getrennt werden. Diese Trennung ist erforderlich, damit Menschen mit Sehbehinderung ihre Querungsabsicht anzeigen und ihr Vortrittsrecht einfordern können.

Verschiedene Übergänge sind nicht behindertengerecht ausgestaltet. So stellen beispielsweise auch markierte Schutzinseln ein Problem dar.

4.8.7 Lage

Der Fussgängerstreifen muss wie ein Bauwerk geplant und ausgeführt werden. Bei der Anordnung müssen für einen sicheren Fussgängerstreifen neben den betrieblichen Einflüssen auch die anlage- und umfeldbedingten Elemente berücksichtigt werden. So ist unter anderem für die Erkennbarkeit ein guter Kontrast zwischen dem Fussgängerstreifen und seiner Umgebung notwendig. Dieser kann stark durch die Lage sowie durch die angrenzende Bauten beeinflusst werden. So führt beispielsweise das Anordnen in einer Mulde im Bereich des Schattenwurfs der Autobahnbrücke zu einer schlechten Erkennbarkeit des Fussgängerstreifens aber auch der querenden Fussgänger.

Insbesondere bei Übergängen ausserhalb der Siedlungsgebiete müssen die Lage und die Ausgestaltung des Übergangs mit besonderer Sorgfalt festgelegt werden. Nur das Einhalten aller betrieblichen, anlage- und umfeldbedingten Kriterien führt zu einem sicheren Fussgängerstreifen.



Abb. 4.42 Beispiel: ausserorts (schlechte Erkennbarkeit (Lichtverhältnisse), tiefe Verkehrsmengen – FZ/FG)

Der Fussgängerstreifen muss einem Bedürfnis der Zufussgehenden entsprechen. Zudem ist ein hinreichend gebündeltes Auftreten des Fussgängerverkehrs an der Querungsstelle eine Voraussetzung für die Anordnung eines Fussgängerstreifens. Anordnungen von Fussgängerstreifen als Elemente der Verkehrsberuhigung sind auf alle Fälle zu vermeiden.



Abb. 4.43 Fussgängerstreifen als Element zur Verkehrsberuhigung (ausländisches Beispiel)

4.8.8 Anordnung über mehrere Fahrstreifen

Gemäss geltender Norm SN 640 241 dürfen Fussgängerstreifen ausser bei Übergängen mit Lichtsignalanlagen und über vortrittsbelastete Einmündungen nicht über mehr als einen Fahrstreifen je Richtung angeordnet werden. In der Praxis kann diese Forderung jedoch oftmals nicht eingehalten werden. Die geeignete Ausgestaltung von Fussgängerstreifen über zwei Fahrstreifen je Richtung konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht vertieft untersucht werden.



Abb. 4.44 Anordnung Fussgängerstreifen über zwei Fahrstreifen in selber Richtung

Vereinzelt werden zur Erhöhung der Verkehrsicherheit die beiden Fahrstreifen mit einer Mittelinsel getrennt. Dieser Lösungsansatz wird jedoch nur selten umgesetzt.



Abb. 4.45 Fussgängerstreifen mit Mittelinsel bei zwei Fahrstreifen in selber Richtung

4.8.9 Homogenität bei der Ausgestaltung

Die Gestaltung der verschiedenen Fussgängerstreifen auf einem Strassenabschnitt ist teilweise sehr unterschiedlich.

→ nicht sehr homogen: Am Rand Fussgängerstreifen mit Inseln im Zwischenbereich ohne Inseln



Abb. 4.46 Beispiel eines Strassenabschnittes mit inhomogener Ausgestaltung der Fussgängerübergängen

Benachbarte Fussgängerübergänge sind insbesondere bei engen Abständen gleich oder ähnlich auszugestalten / auszurüsten. Bei der Beurteilung der Ausstattungshomogenität ist der Charakter des Strassenabschnittes (Betrieb und Erscheinungsbild) zu berücksichtigen. Diese Anforderungen konnten im Rahmen dieser Forschungsarbeit nicht belegt werden. Es besteht jedoch ein breiter Konsens unter den Experten.

4.8.10 Wahrnehmung und Handeln

In der angewandten Psychologie wird der Vorgang Wahrnehmen einer Situation bis zum Ausführen der richtigen Handlung als komplexer Ablauf dargestellt. Dabei spielt die "Erfahrung" der Fahrzeuglenkenden eine zentrale Rolle. Ein zielorientiertes Fahrverhalten bedingt konkrete, verlässliche und möglichst präzise Informationen.

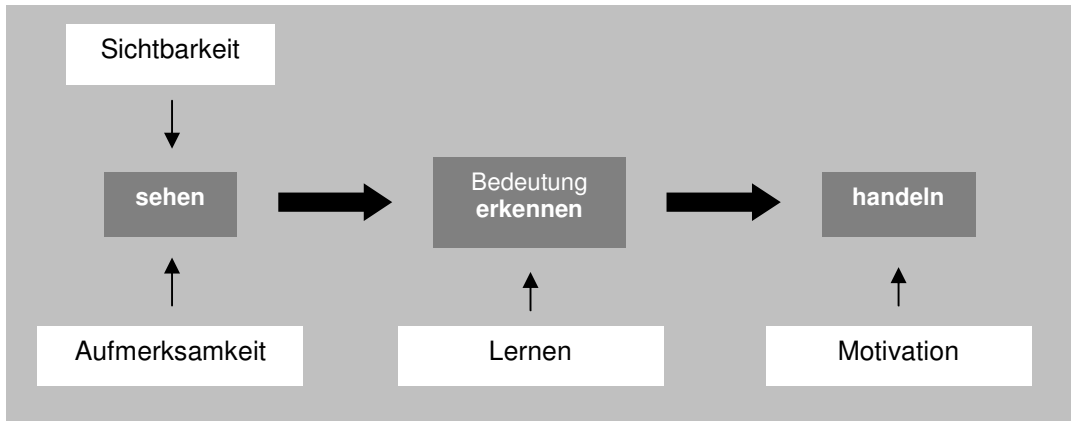


Abb. 4.47 Vom Wahrnehmen zum Handeln [34]

Die Grundlagen basieren aus [14]. Dabei können die einzelnen Begriffe im Zusammenhang mit einem Fussgängerstreifen wie folgt umschrieben werden:

- | | |
|-----------------|---|
| Sichtbarkeit: | <ul style="list-style-type: none"> • Die Sichtbarkeit des Fussgängerstreifens wird beeinflusst durch die Ausgestaltung und den angrenzenden Strassenraum. |
| Aufmerksamkeit: | <ul style="list-style-type: none"> • Pro Sekunde können durchschnittlich drei Gegenstände fixiert werden. |
| Lernen: | <ul style="list-style-type: none"> • Die Zuordnung des Erscheinungsbildes muss möglichst eindeutig und konsistent sein. • Erst das oft wiederholte Verknüpfen ein- und desselben Erscheinungsbildes mit einer stets gleichen Handlung führt einen kontrollierten Prozess in einen automatischen über. |
| Motivation: | <ul style="list-style-type: none"> • Das Wahrnehmen von Fussgängern beim Fussgängerstreifen und das Anpassen des Verhaltens sind stark abhängig von der Motivation (Tempo, Sicherheit, Sanktionserwartung, frühere Erfahrung) der am Verkehr Teilnehmenden. • Negatives Lernen führt zu einer Entwertung von Verkehrsvorschriften, Sanktionserwartung wirkt dem entgegen. |

Aufgrund dieses komplexen Vorgangs kann die allgemein geringe Anhaltequote bei Fussgängerstreifen nicht nur auf die Erkennbarkeit des Übergangs zurückgeführt werden, da die selektive Informationsauswahl wie auch die Motivation der Fahrzeuglenkenden eine ebenso bedeutende Rolle spielen.

4.8.11 Einsatz von infrastrukturellen Massnahmen und ihre Auswirkungen

Die Einsatzmöglichkeiten von infrastrukturellen Massnahmen sind weitgehend bekannt und die Auswirkungen auf den Verkehrsablauf und die Sicherheit wurden in verschiedenen Arbeiten untersucht und beurteilt. Zum Verbessern der Erkennbarkeit des Übergangs werden in verschiedenen Kantonen vermehrt Zusatzausrüstungen (Reflektoren, besondere Signale usw.) bei Fussgängerstreifen eingesetzt um die Fahrzeuglenkenden entsprechend beeinflussen zu können. Der Nutzen dieser Zusatzausrüstungen ist jedoch oftmals umstritten und fraglich.

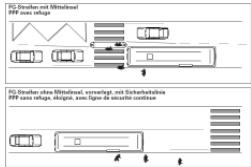
Das Beeinflussen der Fahrzeuglenkenden setzt in einem ersten Schritt die Erkennbarkeit des Fussgängerstreifens voraus. Mit entsprechenden infrastrukturellen Massnahmen kann der Erkennungsabstand des Übergangs verlängert werden. Auf den Sichtabstand des Fussgängers selbst haben die meisten infrastrukturellen Massnahmen jedoch keinen Einfluss.

Das Erkennen des Fussgängerstreifens alleine stellt eine konkrete Information aber keine eindeutige Handlungsanweisung dar. Folglich reicht die Wahrnehmung des Streifens alleine noch nicht aus, um das weitere Handeln abzuschätzen. Das bessere Erkennen des Fussgängerstreifens ist eine notwendige aber keine hinreichende Voraussetzung für das richtige Verhalten der Fahrzeuglenkenden.

5 Schlussfolgerungen aus der Literaturlauswertung

Im Folgenden werden die Erkenntnisse aus dem Literaturstudium zusammengefasst. Die vollständige Literaturlauswertung befindet sich im Anhang.

5.1 Einsatzkriterien

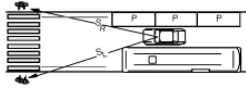
<p>Lage (inner- / ausserorts)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Querungsstellen mit Vortritt sind ausserorts zu vermeiden. • Zu diesem Thema liegen keine gesicherten Forschungsergebnisse vor. Insbesondere in Anlehnung an die Forschungsergebnisse betreffend der gefährlichen Geschwindigkeit besteht jedoch ein grosser Konsens, dass Fussgängerstreifen nur im Innerortsbereich angeordnet werden sollten.
<p>Lage (Knoten / Feie Strecke)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es scheint unbestritten, dass Fussgängerstreifen im Bereich von Knoten sicherer sind, als solche auf freien Strecken. Zu diesem Thema liegen jedoch keine gesicherten Forschungsergebnisse vor.
<p>Gestaltungscharakter</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zu diesem Thema liegen keine gesicherten Forschungsergebnisse vor. • Im Rahmen von verschiedenen Untersuchungen (z.B. Belloli, T. 2008 [7]) wird davon ausgegangen, dass das Sicherheitsniveau eines Fussgängerstreifens nicht ausschliesslich durch die Infrastruktureigenschaft des Streifens selber (z.B. Signalisation, Insel, etc.), sondern auch durch die Ausgestaltung und den Charakter des Strassenraums im Umfeld des Fussgängerstreifens bestimmt wird. Andere Untersuchungen (z.B. Ortlepp, J. und Ziegler, U., 2002 [55] oder Mennicken, C., 1999 [13]) kamen jedoch zum Ergebnis, dass der Strassencharakter keinen Einfluss auf die Sicherheit eines Fussgängerstreifens hat.
<p>Öv</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Zu diesem Thema liegen keine spezifischen Untersuchungen vor. Folgendes scheint jedoch unbestritten: <ul style="list-style-type: none"> • Im Regelfall wird der Fussgängerübergang bei Bushaltestellen hinter dem Bus angeordnet. • In allen Fällen sind die Anordnung einer Mittelinsel sowie das Markieren einer Sicherheitslinie zu prüfen. • Ist die Anordnung einer Mittelinsel nicht möglich, soll der Fussgängerübergang so weit verlegt werden, dass die erforderlichen Sichtweiten gewährleistet sind. • Kreuzt der Fussgängerübergang eine Strassenbahn mit Eigentrassee, so sind vor der Kreuzungsstelle Inseln anzuordnen. Im Bereich der Kreuzungsstelle ist kein Fussgängerstreifen zu markieren. • Diese Anordnungsprinzipien werden analog in Österreich angewendet und haben sich bewährt. In Deutschland ist bei Fahrbahnhaltestellen die Anordnung von Fussgängerstreifen nur hinter der Haltestelle (in Fahrtrichtung betrachtet) und nur dann zulässig, wenn das Vorbeifahren am haltenden Bus verhindert werden kann und die Bushaltestelle in Gegenrichtung nicht ebenfalls am Fussgängerübergang liegt. Diese Anordnung wird für die Schweiz als nicht zweckmässig beurteilt.

Anzahl Fahrstreifen



- Fussgängerstreifen, welche über **mehr als zwei Fahrstreifen** führen, sind signifikant **häufiger unfallbelastet**.
- Bezüglich der Anzahl Fahrstreifen sind recht eindeutige Resultate vorhanden. Scaramuzza & Ewert (1997) (zitiert nach [65]) zeigten, dass Fussgängerstreifen, die über mehr als zwei Fahrstreifen führen, signifikant häufiger unfallbelastet sind. Zegeer et al. konnten 2005 (zitiert nach [65]) ebenfalls nachweisen, dass sich das Markieren von Fussgängerstreifen über mehrstreifige Strassen sicherheitstechnisch negativ auswirkt.

Sichtweite



- Die **Sichtdistanz** zwischen Fussgängern und motorisiertem Individualverkehr (von und auf Warteflächen) **beeinflusst wesentlich die Sicherheit** der querenden Fussgänger.
- Betreffend der minimal einzuhaltenden Sichtdistanz zwischen Fussgängern und motorisiertem Individualverkehr herrscht ein grosser Konsens. In diversen Quellen [17], [7], [13], [20] wird erwähnt, dass die Haltesichtweite in jedem Fall einzuhalten ist. Ein Vergleich der Richtwerte zeigt jedoch, dass die Sichtweite bei den VSS Normen 640 090b und 640 241 grösser sind als diejenigen in Deutschland und Österreich [17].

Erkennungsdistanz

- Fussgängerstreifen welche aus einer Distanz **von mehr als 100 m Erkennbar** sind, sind **signifikant häufiger unfallfrei** als Fussgängerstreifen mit einer geringeren Distanz der Erkennbarkeit.
- Diese Erkenntnis wurde in verschiedenen Untersuchungen nachgewiesen. So konnten Scaramuzza und Ewert 1997 (zitiert nach [65]) zeigen, dass Fussgängerstreifen mit einer Erkennungsdistanz von über 100 m auf das Signal 4.11 der Signalisationsverordnung SSV „Standort eines Fussgängerstreifens“ signifikant häufiger unfallfrei waren als Fussgängerstreifen mit einer geringeren Sichtdistanz. Zudem wurde in verschiedenen Studien nachgewiesen, dass sich das Unfallgeschehen verbessert, wenn Lenker die Fussgänger vor dem Überqueren der Strasse besser wahrnehmen konnten. (Siehe auch Thema „Fahrbahneinengungen oder vorgezogener Seitenraum“). Unter Erkennbarkeit wird das Erkennen bzw. das Wahrnehmen der Anlage „Fussgängerstreifen“ verstanden. Sie ist somit nicht zu verwechseln mit der oben beschriebenen Sichtweite, welche die Sicht zwischen dem Fussgänger und dem Fahrzeuglenker beschreibt.

Wunschlinien

- Zu diesem Thema liegen **keine gesicherten Forschungsergebnisse** vor. Es besteht jedoch ein grosser Konsens, dass für die Anordnung eines Fussgängerstreifens eine **punktueller Querungsnachfrage** vorhanden sein muss.
- Im VSS-Forschungsberichtes „Querungen für den Fuss- und leichten Zweiradverkehr“ [27] wird festgehalten, dass bei Fussgängerstreifen **Abweichungen von der Wunschlinie** von maximal 5 m angenommen werden. Bei Abweichungen **bis zu 10 m** ist noch mit einer **genügenden Akzeptanz** zu rechnen.

Benutzergruppen

- Zu diesem Thema liegen **keine gesicherten Forschungsergebnisse** vor. Es besteht jedoch ein grosser Konsens, dass bei Querungen mit einer **hohen Bedeutung für besondere Benutzergruppen** (Kinder, Schüler, Betagte, Behinderte) ein **Fussgängerstreifen unabhängig von der Verkehrsbelastung und der Fussgängerfrequenzen** markiert werden soll.

Verkehrsbelastung	<ul style="list-style-type: none"> • Der Zusammenhang zwischen Motorfahrzeugmenge und Unfallrisiko scheint weitgehend gesichert zu sein. Die Forschungsergebnisse zu den betrieblichen Voraussetzungen für die Markierung eines Fussgängerstreifens sind jedoch nicht eindeutig. • Erwartungsgemäss nimmt das Unfallrisiko für querende Fussgänger mit grösser werdenden Motorfahrzeugmengen zu (z. B. Wazana et al., 1997 (zitiert nach [65]); Zegeer et al., 2005 (zitiert nach [65])), unabhängig davon, ob Querungen mit oder ohne Fussgängerstreifen ausgerüstet sind. Gemäss Weber und Weissert (1997) wird der Fussgängerstreifen ab einer Verkehrsmenge von 6000 Fahrzeugen/Tag sicherheitstechnisch relevant [93].
Gefahrene Geschwindigkeit V_{85}	<ul style="list-style-type: none"> • Es scheint unbestritten, dass die Sicherheit bei Fussgängerstreifen von der gefahrenen Geschwindigkeit abhängt. Typischerweise sollten Fussgängerstreifen bei einer gefahrenen Geschwindigkeit zwischen 30 km/h und 50 km/h zum Einsatz gelangen. Bei gefahrenen Geschwindigkeiten unter 30 km/h sind Fussgängerstreifen in der Regel entbehrlich (Ausnahme: bei besonderen Benutzergruppen, hohem Verkehrsaufkommen oder grossen Fussgängerfrequenzen). Bei gefahrenen Geschwindigkeiten zwischen 50 km/h und 60 km/h müssen Fussgängerstreifen entsprechend ausgerüstet werden. Zusätzliche Schutzmassnahmen sind zwingend notwendig. • Das Kuratorium für Verkehrssicherheit [48] [49] hat festgestellt, dass die Kfz-Anhaltebereitschaft ab einer gefahrenen Geschwindigkeit von 50 km/h deutlich sinkt. Bei Geschwindigkeiten ab 60 km/h wurden Werte von weniger als 10% erreicht (Durchschnitt bei 20% bis 25%).
Anzahl Fussgängerquerungen	<ul style="list-style-type: none"> • Die Forschungsergebnisse zu den betrieblichen Voraussetzungen betreffend einer Fussgängermindestfrequenz für die Markierung eines Fussgängerstreifens sind nicht eindeutig. • Einige Hinweise deuten darauf hin, dass die Menge der querenden Fussgänger das Unfallrisiko (Unfälle pro gegebene Anzahl Überquerungen) beeinflusst. Ekman konnte 1996 (zitiert nach [65]) zeigen, dass das Querungsrisiko für Fussgänger tendenziell abnimmt, wenn die Anzahl der querenden Fussgänger steigt. Diese Aussage gilt sowohl für Querungen mit als auch ohne Fussgängerstreifen. Derweil untersuchte Jacobsen 2003 (zitiert nach [65]) den Zusammenhang zwischen der Menge von Personen, die zu Fuss unterwegs sind, und der Wahrscheinlichkeit, dass diese verunfallen. Er konnte nachweisen, dass eine Verdoppelung der Anzahl Fussgänger mit einer Reduktion der Unfallwahrscheinlichkeit um 66 % einherging. Aussagen bezüglich Grenzwerten von Fussgänger- oder Motorfahrzeugmengen, die für oder gegen das Markieren eines Fussgängerstreifens sprechen, sind spärlich vorhanden. Mennicken (1999) (zitiert nach [65]) kommt zwar zum Schluss, dass die Realisierung von Fussgängerstreifen nicht an Fussgängerzahlen zu binden ist, schlägt jedoch deren Einsatz trotzdem ab rund 25 Überquerungen pro Stunde vor (was für Verhältnisse an Schweizer Fussgängerstreifen als hoher Wert einzuschätzen ist). Expositionsbereinigte Aussagen fehlen jedoch in dieser Studie. Für Schweizerische Verhältnisse konnten Weber und Weissert (1997) ein 4 Mal geringeres Risiko, auf Fussgängerstreifen zu verunfallen nachweisen, wobei die in dieser Studie untersuchten Fussgängerstreifen der damals geltenden VSS-Norm entsprach und insbesondere Fussgängerzahlen von durchschnittlich 51 Fussgänger/Stunde aufwies [93]. Ein ähnlicher Sicherheitsgewinn wurde 1983 in [67] nachgewiesen. Auf Fussgängerstreifen, die eine durchschnittliche Fussgängerzahl von 28 Fussgängern/Stunde aufwies, sank das Risiko um rund das Fünffache im Vergleich zu Querungsstellen ohne Fussgängerstreifen.

5.2 Ausrüstung, Signalisation und Markierung

Signal 1.22



- Zu diesem Thema liegen **keine Forschungsergebnisse** vor.

Änderungsvorschlag Signal 1.22



- Neben einigen weiteren Autoren fordert Regine Bernet [56] die SSV-Signale 1.22 und 4.11 „Fussgängerstreifen“ zu ändern. Anstelle des Gefahrensignals ist ein Vortrittssignal einzuführen.
- Der Einfluss einer derartigen Signalisationsänderung auf die Verkehrssicherheit wurde noch nie untersucht.

Signal 1.23



- Zu diesem Thema liegen **keine Forschungsergebnisse** vor.

Markierung Gefahrensignal „Kinder“



- Die **Forschungsergebnisse** betreffend des Nutzens von markierten Gefahrensignalen sind **nicht eindeutig**. Eine **Erhöhung der Sicherheit** kann nur **vermutet** werden.
- Im Rahmen einer Studie des Kuratoriums für Verkehrssicherheit (Österreich, 2004) [49] wurden tendenziell positive Auswirkungen bezüglich der Anhaltebereitschaft der Fahrzeuglenker festgestellt.

Signal 4.11



- Das Signal 4.11 **erhöht** die **Sicherheit** bei Fussgängerstreifen.
- Ein schweizspezifisches Resultat lieferten Scaramuzza und Ewert (1997) (zitiert nach [65]). Es zeigte sich, dass unfallfreie Fussgängerstreifen signifikant häufiger mit dem Signal 4.11 der Signalisationsverordnung SSV „Standort eines Fussgängerstreifens“ ausgerüstet sind.

Überholverbot (Sicherheitslinie)

- Zu diesem Thema liegen **keine Forschungsergebnisse** vor.
- In verschiedenen Richtlinien in Deutschland und Österreich wird die Markierung einer durchgezogenen Mittellinie vor und nach dem Fussgängerstreifen zur Verdeutlichung des Überholverbots gefordert [29] [55] [48].

Gelbes Blinklicht

- Zu diesem Thema liegen **keine Forschungsergebnisse** vor.

5.3 Ausrüstung, bauliche Massnahmen

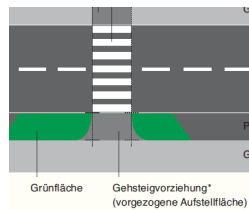
Schutzinsel



- Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass sich der Einbau einer **Fussgängerschutzinsel positiv auf das Unfallgeschehen auswirkt**.
- Weber & Weissert konnten 1997 [93] zeigen, dass die Unfallrate für strassenüberquerende Fussgänger auf Fussgängerstreifen mit Fussgänger-Schutzinsel halb so hoch ist wie auf Fussgängerstreifen ohne Fussgänger-Schutzinsel. Desgleichen konnte Blanc (1999) [10] auf Grund einer Detailanalyse der tödlichen Fussgängerunfälle auf Fussgängerstreifen in jenem Jahr eine positive Wirkung von Fussgänger-Schutzinseln nachweisen. Scaramuzza & Ewert wiesen 1997 nach (zitiert nach [65]), dass Fussgängerstreifen mit Fussgängerschutzinsel signifikant häufiger unfallfrei sind. Gärder (1989) (zitiert nach [65]) wies eine Reduktion der Konflikte zwischen Fussgängern und motorisiertem Individualverkehr um 66 %, Herrstedt (1999) (zitiert nach [65]) gar um 80 % nach. Zu ähnlichen Resultaten gelangten auch Thompson et al. (1990) (zitiert nach [65]) und Zegeer et al. (2005) (zitiert nach [65]). Schliesslich empfiehlt auch Alrutz in den Deutschen Empfehlungen für Fussgängerverkehrsanlagen EFA (2002) (zitiert nach [65]) den Einsatz von Fussgängerschutzinseln. Vorsicht ist jedoch bei knappen Platzverhältnissen angezeigt. An solchen Örtlichkeiten ist der Verlauf des Fahrbahnrandes anzupassen, um kritische Engstellen für den leichten Zweiradverkehr zu vermeiden (vgl. dazu Walter et al., 2005) (zitiert nach [65]).

In einer Meta-Analyse konnte schliesslich Erke 2008 einen signifikante Wirkung von Fussgänger-Schutzinseln hinsichtlich Reduktion der Fussgänger-Unfälle nachweisen [21].

Fahrbahneinengungen oder vorgezogener Seitenraum



- Fahrbahneinengungen bzw. vorgezogene Seitenräume **erhöhen die Sicherheit** bei Fussgängerstreifen. Dieses Element sollte primär in Zonen mit reduzierter Geschwindigkeit (Verkehrsberuhigungselement in Tempo 30 – Zonen, Verkürzung der Querungsdistanz) oder bei Längsparkfeldern am Fahrbahnrand (zur Verbesserung der Sicht) zum Einsatz gelangen.
- Im Rahmen von zwei deutschen Studien (Mennicken C., 1999 [13] und Ortlepp J. und Ziegler U., 2002 [55]) wurde nachgewiesen, dass Fahrbahneinengungen sich positiv auf die Sicherheit auswirken. Johansson et al. (2004) (zitiert nach [65]) wiesen zudem in einer Fallstudie Verbesserungen im Unfallgeschehen nach, wenn Lenker die Fussgänger vor dem Überqueren der Strasse besser wahrnehmen konnten. Insbesondere wurden Fahrbahnverengungen im Bereich von parkierten Fahrzeugen und Parkverbote als sichtverbessernde Intervention untersucht, wobei der positive Effekt für Kinder bedeutend grösser ist als für ältere Fussgänger. Elvik und Vaa (2004) (zitiert nach [65]) konnten ebenfalls eine leichte Reduktion (5 %) der Fussgänger-Unfälle nachweisen, nachdem Sichtverbesserungen für Fussgänger realisiert wurden (insbesondere Fahrbahnverengungen), wobei die Streuung der Werte sehr hoch ist. Johnson (2005) (zitiert nach [65]) konnte bei einer Untersuchung nachweisen, dass die Reduktion der nicht anhaltenden Motorfahrzeuge nach dem Einbau einer Fahrbahnverengung 42.7 % auf dem näheren Fahrstreifen betrug (n=219) und 33.9 % auf dem entfernteren Fahrstreifen (n=214). An dieser Stelle sei erneut darauf hingewiesen, dass keine Studien über den Zusammenhang zwischen Anhaltequote und Unfallgeschehen gefunden wurden.

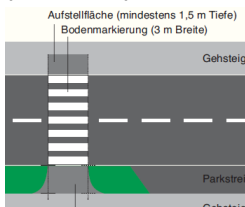
Vertikalversatz (Teilaufpflasterung)



- Dass Vertikalversätze (Teilaufpflasterungen) die **Sicherheit** von Fussgängerstreifen insbesondere in Zonen mit reduzierter Geschwindigkeit (Tempo – 30 – Zonen) und geringer Verkehrsbedeutung **erhöhen** scheint **relativ gesichert** zu sein. Ob der Einsatz von Vertikalversätzen (z.B. mit geringer Anrampung) auch auf verkehrsorientierten Strassen mit unverminderter Geschwindigkeit (50 km/h) aus Sicherheitsgründen zweckmässig ist, ist unklar.
- Insbesondere die Forschungsarbeit von Mennicken C. (1999) [13] und die Untersuchungen des Kuratoriums für Verkehrssicherheit (2004) [49] haben aufgezeigt, dass sich Teilaufpflasterungen positiv auf die Sicherheit (insb. Anhaltequote) auswirken. Untersucht wurden insbesondere Beispiele mit reduzierter Geschwindigkeit (30 km/h).

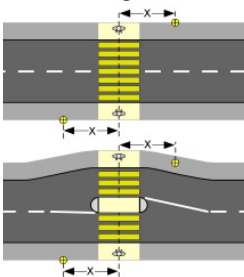
Auch in [82] konnten niedrigere Geschwindigkeiten und eine geringere Anzahl von Konflikten zwischen Fussverkehr und motorisiertem Individualverkehr nachgewiesen werden. Die Meta-Analyse [21] weist eine durchschnittliche Reduktion der Fussgänger-Unfälle um knapp 50% nach, wenngleich nicht auf statistisch signifikantem Niveau.

Fussgängerhalteraum (Warteraum)



- Zu diesem Thema liegen **keine gesicherten Forschungsergebnisse** vor. Es wird jedoch **vermutet**, dass ein sicherer Halteraum (möglichst baulich von der Fahrbahn abgetrennt) mit einer Mindestbreite von 1.2 m (Regelbreite: 1.5 m) die **Sicherheit** bei Fussgängerstreifen **erhöht**.
- Der Leitfaden des Kuratoriums für Verkehrssicherheit (Österreich, 2006) [48], sowie Empfehlungen der Tiroler Landesregierung (2006) [3] empfehlen die Anordnung von sicheren Fussgängerhalteräume.

Beleuchtung



- Erwartungsgemäss ist die **korrekte Beleuchtung** eine notwendige **Bedingung für den sicheren Betrieb von Fussgängerstreifen**.
- So konnten Scaramuzza und Ewert 1997 (zitiert nach [65]) zeigen, dass das Unfallgeschehen bei eingeschränkten Lichtverhältnissen signifikant gravierender ist als tags. Im Zusammenhang mit der geänderten Regelung an Fussgängerstreifen konnte auch Weissert (1995) [94] die Problematik bei eingeschränkten Lichtverhältnissen aufzeigen. Nach der Änderung von Artikel 6 der Verkehrsregelverordnung nahmen die Unfälle mit Fussgängern auf Fussgängerstreifen von knapp 34% auf knapp 42% zu.

Pegrum (1972) (zitiert nach [65]) und Polus und Katz (1978) (zitiert nach [65]) konnten eine signifikante Reduktion des Unfallgeschehens nach verbesserter Beleuchtung von Fussgängerquerungen nachweisen.

Die Ausführung einer korrekten Beleuchtung bedarf grundlegender lichttechnischer Kenntnisse. Insbesondere muss sichergestellt werden, dass ein genügender Kontrast zwischen überquerendem Fussgänger und Hintergrund entsteht. Nur so kann der Lenker einen querenden Fussgänger wahrnehmen. In den Normen der Schweizerischen Lichttechnischen Gesellschaft SLG sind die entsprechenden Anforderungen enthalten. Ein Resümee davon findet sich in [37].

5.4 Ausrüstung, Zusatzausrüstung

Markierte FG-Schutzinsel

Schweiz



Deutschland

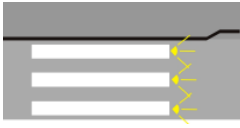


- Markierte Fussgängerschutzinseln **erhöhen die Anhaltebereitschaft** der Fahrzeuglenker (sie liegt nur leicht niedriger als bei baulichen Schutzinseln). Markierte Schutzinseln sollten somit **nur dann** eingesetzt werden, **wenn die Platzverhältnisse keine baulich ausgeführte Fussgängerschutzinsel ermöglichen** (nur im Innerortsbereich). Die rechtliche Machbarkeit und die hindernisfreie Gestaltung von markierten Schutzinseln muss noch geklärt werden.
- Sowohl die Schweizer Studie der ETH aus dem Jahr 2008 [6] als auch die Deutsche Studie aus dem Jahr 2002 [55] kommen zum Schluss, dass markierte Mittelinseln die Sicherheit bei Fussgängerstreifen in nahezu gleichem Mass verbessern wie bauliche Mittelinseln. In der Schweizer Studie wird eine minimale Fahrbahnbreite von 7.70 m (Inselbreite mind. 1.50 m) gefordert. Gemäss der Deutschen Studie sind markierte Mittelinseln ab einer Fahrbahnbreite von 5.5 m möglich (ab einer Breite von 6.5 m mit Poller innerhalb der Markierung). Im Gegensatz zur Schweizer Markierungsvariante wird in Deutschland der Fussgängerstreifen im Bereich der markierten Mittelinsel durchgezogen und nicht unterbrochen. In der Schweiz ist jedoch die Unterbrechung der Fussgängerstreifen-Markierung und die markierte Wartefläche Voraussetzung um durch die Mittelinsel die erforderliche Sichtweite zu verringern. Eine Verringerung der Sichtweite bei markierten Schutzinseln ist jedoch aus Sicht der Sicherheit fraglich (das durchgehende Markieren der Fussgängerstreifen sollte geprüft werden).
- Die Forschungsarbeit „Hindernisfreier Verkehrsraum – Anforderungen aus Sicht von Menschen mit Behinderungen“ (VSS 2008/201, August 2010) kommt zum Schluss, dass markierte Mittelinseln für hindernisfreie Querungsstellen nicht empfehlenswert sind. Es wird jedoch festgehalten, dass eine solche Anlage grundsätzlich einen höheren Schutz darstellt als keine Anlage. Deswegen ist anzustreben, die provisorischen bzw. markierten Anlagen möglichst zeitnah hindernisfrei umzubauen, sofern es das Verhältnismässigkeitsprinzip zulässt.

Reflektoren



- Die **Forschungsergebnisse** betreffend des Nutzens der Reflektoren sind **nicht eindeutig**.
- Im Rahmen einer Studie an der ETH aus dem Jahr 2003 [51] und einer Studie des Kuratoriums für Verkehrssicherheit (Österreich, 2004) [49] wurde der Einfluss von HMB - Reflektoren auf die Sicherheit bei Fussgängerstreifen untersucht. Ein positiver Nutzen der Reflektoren konnte jedoch nur ungenügend nachgewiesen werden. Die ETH-Studie wies einen leichten, jedoch signifikanten Rückgang des Geschwindigkeitsniveaus nach, insbesondere kurz vor und nach Fussgängerstreifen. Erkennbarkeit und Beurteilung der Reflektoren seitens der Lenker ergaben ebenfalls positive Befunde. Ein zentrales Kriterium, nämlich die Verbesserung der Anhaltequote, führte jedoch zu keinem signifikanten Ergebnis. Fachleute vermuten trotzdem, dass unter speziellen Bedingungen eine positive Wirkung von HMB-Reflektoren zu erwarten ist. Im Rahmen der ETH – Studie wird der Einsatz von Reflektoren nur in folgenden Fällen empfohlen:
 - Nur im Innerortsbereich, bei einwandfrei angeordneten und ausgerüsteten Fussgängerstreifen
 - Nur bei isolierten Fussgängerstreifen
 - Nicht im Zusammenhang mit LSA
 - Insbesondere bei besonderen Benutzergruppen

Unterflurlichtanlagen

- Die **Forschungsergebnisse** betreffend des Nutzens von Unterflurlichtanlagen sind **nicht eindeutig**. Eine **Erhöhung der Sicherheit** kann nur **vermutet** werden.
- Unterflurlichtanlagen werden entweder permanent leuchtend oder blinkend (z.T. mit FG-Sensor) auf dem Bordstein, am Fahrbahnrand oder auf der Mittelinsel montiert oder vor dem Fussgängerstreifen in die Fahrbahn eingelassen. Im Rahmen der Deutschen Studien (Ortlepp J. und Ziegler U., 2002 [55]) und einer Studie des Kuratoriums für Verkehrssicherheit (Österreich, 2004) [49] wurden tendenziell positive Auswirkungen bezüglich Annäherungsgeschwindigkeit und der Anhaltebereitschaft der Fahrzeuglenker festgestellt.

Blinkleuchten

- Die **Forschungsergebnisse** betreffend des Nutzens von Blinkleuchten sind **nicht eindeutig**. Eine **Erhöhung der Sicherheit** kann nur **vermutet** werden.
- Im Rahmen einer Studie des Kuratoriums für Verkehrssicherheit (Österreich, 2004) [49] wurden tendenziell positive Auswirkungen bezüglich der Anhaltebereitschaft der Fahrzeuglenker festgestellt.

Gelb hinterlegte Signale

- Der **Nutzen** von gelb hinterlegten Signalen wird als **gering** eingestuft.
- Verschiedene Studien enthalten Aussagen betreffend gelb hinterlegter Signale. Im Rahmen einer VSS Forschung aus dem Jahr 2005 [12] konnte nachgewiesen werden, dass der Nutzen von gelb hinterlegten Signalen nur gering ist. Diese Aussage wird durch eine Studie des Kuratoriums für Verkehrssicherheit (Österreich, 2004) [49] sowie Van Houten et al. (2002) (zitiert nach [65]) gestützt. Im Rahmen der VSS Forschung wird der Einsatzbereich von gelb hinterlegten Signalen nur temporär für Neusignalisationen empfohlen.

Haifischzähne vor FG-Streifen (TCS)**Haifischzähne vor FG-Streifen (KfV)**

- Die **Forschungsergebnisse** betreffend Nutzen von Quermarkierungen vor Fussgängerstreifen (Haifischzähne, Querbalken) sind **tendenziell positiv**. Es zeigte sich, dass sich die Anhaltequote vor dem Fussgängerstreifen tendenziell erhöht und sich die Konflikte tendenziell vermindern.
- In einer Schweizerischen Studie des TCS an 7 Fussgängerstreifen (Markierung von Haifischzähnen unmittelbar vor dem Fussgängerstreifen) konnten erhöhte Anhaltequoten von 10 bis 20 Prozentpunkten erzielt werden [69]. Im Rahmen einer Studie des Kuratoriums für Verkehrssicherheit (Österreich, 2004) [49] wurde der Einfluss von Haifischzähnen auf die Anhaltequote bei 2 Fussgängerstreifen untersucht. Dabei waren die Haifischzähne in einer Distanz von rund 30 m vom Fussgängerstreifen markiert. Beim einen Fussgängerstreifen stieg die Anhaltequote, beim anderen sank sie, sodass die Autoren die Anwendung von Haifischzähnen nicht empfehlen. Bei einem ähnlichen Versuch konnte Van Houten 1988 (zitiert nach [65]) eine Reduktion der Konflikte um 80% nachweisen. Die Versuchsanordnung beinhaltete die Markierung von Haltebalken und Ankündigungssignale mit der Aufforderung an die Lenker, für Fussgänger zu halten und ihnen den Vortritt zu gewähren. 2002 konnte Van Houten et al. (zitiert nach [65]) erneut einen positiven Einfluss von Signalen und Markierungen, die dem motorisierten Individualverkehr den Vortritt entziehen, auf die Anhaltequote nachweisen. Interessant ist auch, dass Klebelsberg schon 1963 (zitiert nach [65]) darauf hinwies, dass ein Querbalken unmittelbar vor dem Fussgängerstreifen am besten geeignet sei, die Sicherheit der querenden Fussgänger zu optimieren.

Rote Umrandung



Leiterschutzweg



Rot-weiss-roter FGS



Quermarkierung



Blau-weiße Balken



- Die **Forschungsergebnisse** betreffend des Nutzens dieser Zusatzausrüstungen sind **nicht eindeutig**. Es wird jedoch **vermutet**, dass sie **nicht** besonders **geeignet** sind um die Anhaltebereitschaft zu steigern.
- Im Rahmen einer Studie des Kuratoriums für Verkehrssicherheit (Österreich, 2004) [49] wurde der Einfluss dieser Zusatzausrüstungen auf die Sicherheit (Anhaltebereitschaft) bei Fußgängerstreifen untersucht. Man kam zum Ergebnis, dass diese Varianten (vorbehältlich neuer Forschungsergebnisse) nicht zur Anwendung kommen sollten.

Markierter Halteraum



- Auf Grund der Schweizerischen Studie des TCS [69] kann keine eindeutige Wirkung eines markierten Halteraumes auf die Fahrzeuglenker nachgewiesen werden. Der Einfluss auf das Verhalten der Fußgänger ist nicht eindeutig.

Optische Bremse



- Die **Forschungsergebnisse** betreffend des Nutzens von optischen Bremsen sind **nicht eindeutig**. Eine **Erhöhung der Sicherheit** kann nur **vermutet** werden.
- Im Rahmen einer Studie des Kuratoriums für Verkehrssicherheit (Österreich, 2004) [49] wurden tendenziell positive Auswirkungen bezüglich der Anhaltebereitschaft der Fahrzeuglenker festgestellt.

LED - Kinder



- Die **Forschungsergebnisse** betreffend des Nutzens von LED – Anzeigen sind **nicht eindeutig**.
- Im Rahmen einer Studie des Kuratoriums für Verkehrssicherheit (Österreich, 2004) [49] wurden unterschiedliche Auswirkungen bezüglich der Anhaltebereitschaft der Fahrzeuglenker festgestellt.

5.5 Fazit

Eine umfassende Aussage über Wirkung, Effekt und insbesondere Zusammenwirken der infrastrukturellen und betrieblichen Elemente auf die Sicherheit für querende Fussgänger an Querungsstellen kann auf Grund des heutigen Wissensstandes nicht gemacht werden.

5.5.1 Verkehrliche Voraussetzungen

Verschiedene Untersuchungen zeigen eine Abhängigkeit zwischen der Verkehrsbelastung beziehungsweise der Anzahl querender Fussgänger und der Unfallwahrscheinlichkeit auf. Mit Zunahme der Verkehrsbelastung respektive der Abnahme der Anzahl querender Fussgänger nimmt das Unfallrisiko zu.

Auf der anderen Seite konnten in keiner Forschung aus Sicherheitsgründen Mindestwerte für die Anzahl Motorfahrzeuge oder querender Fussgänger definiert werden. Trotzdem werden in den meisten Ländern Anforderungen an die Mindestbelastung vom Fahrzeug- und Fussverkehr gestellt. Dabei stehen jedoch hauptsächlich verkehrstechnische Überlegungen (z.B. Bündelungen der Fussgängerströme) im Vordergrund. Ein Bündeln der Fussgängerströme ist jedoch auch z.B. mit Mittelinseln (ohne Fussgängerstreifen) möglich.

Bei schutzbedürftigen Benutzergruppen (Schule, Heime) wird in vielen Ländern von den Mindestwerten der Fahrzeuge und Fussgänger abgewichen. Bei diesen Benutzergruppen kann ein Fussgängerstreifen unabhängig der Verkehrsbelastung und der Anzahl Fussgängerquerungen realisiert werden.

- ➔ Aus Sicherheitsgründen konnte die Notwendigkeit von Mindestwerten für die Anzahl von Fahrzeugen und querenden Fussgängern in keiner bisherigen Forschung nachgewiesen werden.
- ➔ Insbesondere aufgrund fehlender neuer Erkenntnisse und aus verkehrstechnischen Überlegungen werden jedoch ausser bei besonderen Benutzergruppen Mindestwerte zum Anbringen eines Fussgängerstreifens gefordert.

Auswirkungen auf Normüberarbeitung:

Aufgrund der Erkenntnisse aus den verschiedenen Forschungen müssen wie bis anhin bei der Anordnung von Fussgängerstreifen die Menge der querenden Fussgänger und die Fahrzeugverkehrsstärke berücksichtigt werden. Um aus verkehrstechnischen Überlegungen das Vortrittsrecht zwischen Fussgängern und Fahrzeugen zu ändern, ist eine gewisse Mindestanzahl an Fussgängerquerungen sowie eine Mindestbelastung des Fahrzeugverkehrs notwendig. Diese müssen jedoch nicht gleichzeitig auftreten sondern nur in der für diesen Verkehrsteilnehmenden massgebenden Spitzenstunde.

Bei besonderen Benutzergruppen kann von diesen Anforderungen abgewichen werden.

5.5.2 Sichtweiten und Erkennungsdistanz

Die Sichtweite ist die vom Verkehrsteilnehmer frei überblickbare Strassenstrecke inklusive der Halteräume für die Fussgänger beidseits der Strasse, die sich örtlich aus Linienführung, Querschnitt und Strassenumgebung ergibt. Sie gewährleistet, dass der Fussgänger vom Fahrzeuglenkenden rechtzeitig gesehen werden kann. Die minimale Sichtweite entspricht der Anhaltstrecke.

Verschiedene Studien zeigten, dass mit dem vorzeitigen Erkennen des Fussgängerübergangs (grosse Erkennungsdistanz) die Verkehrssicherheit deutlich erhöht werden kann. Mit einer guten Erkennbarkeit des Fussgängerübergangs sollen die Fahrzeuglenkenden auf die Situation sensibilisiert, ihre Aufmerksamkeit erhöht und das Fahrverhalten entsprechend angepasst werden. Zudem zeigte sich in verschiedenen Studien, dass das frühzeitige Wahrnehmen der Fussgänger die Verkehrssicherheit am Übergang erhöht.

Gemäss [51] kann eine vergrösserte Erkennungsdistanz bei Fussgängerstreifen zu einer spezifischen Aufmerksamkeitserhöhung führen. Das zeitlich vorverlegte Erkennen des Übergangs durch die verlängerte Erkennungsdistanz verbessert die Ausgangslage für den Fahrzeuglenker wesentlich.

- Das Erkennen des Fussgängerübergangs führt neben der allgemeinen Erhöhung der Aufmerksamkeit zu einer spezifischen Suche nach der Anwesenheit eines Fussgängers. Dadurch steigt die Wahrscheinlichkeit zum frühen Wahrnehmen eines anwesenden Fussgängers, verglichen mit einem Vorgang der unspezifischen Informationssuche.
- Die vergrösserte Erkennungsdistanz ermöglicht zudem dem Fahrzeuglenker sein Handeln frühzeitig (z.B. Reduktion der Geschwindigkeit) anzupassen. Durch die Vorsichtsmassnahme versetzt sich der Lenker in eine günstigere Ausgangslage (Verkürzung der Reaktionszeit), als wenn er einen Fussgänger erst in einem späteren Zeitpunkt wahrnimmt.

- | |
|--|
| <p>→ Minimale Sichtweite: → Anhaltstrecke (Reaktionsweg und Bremsweg)</p> <p>→ Erkennbarkeit gewährleistet Wahrnehmbarkeit des Fussgängerstreifens,
 → Voraussetzung für ein richtiges Handeln
 → ermöglicht korrektes Verhalten der Fahrzeuglenkenden</p> |
|--|

Die minimale Sichtweite ist aus Sicherheitsgründen die minimale Distanz, bei der der Fussgängerstreifen mit den Halteräumen für den Fahrzeuglenkenden frei überblickbar sein muss. Entspricht diese der Erkennungsdistanz des Fussgängerstreifens muss die Erkennbarkeit des Fussgängerstreifens als kritisch beurteilt werden. Mit dem Erkennen des Fussgängerstreifens muss bereits das Bremsmanöver eingeleitet werden, um rechtzeitig vor dem Fussgängerübergang anhalten zu können. Eine Beurteilung der Situation und die spezifische Suche nach einem Fussgänger in unmittelbarer Nähe des Fussgängerstreifens sind nicht möglich.

Auswirkungen auf Normüberarbeitung:

Mit Zusatzausrüstungen kann die Erkennungsdistanz des Übergangs verlängert werden. Dadurch kann der Fahrzeuglenkende rechtzeitig sein Verhalten anpassen und die Aufmerksamkeit auf allfällige Fussgänger richten. Somit sollten Zusatzeinrichtungen bei Fussgängerstreifen mit kritischen Erkennungsdistanzen (= Sichtweite) eingesetzt werden, um die Erkennungsdistanz zu verlängern. Das alleinige Vergrössern der Erkennungsdistanz bei Übergängen führt aufgrund der verschiedenen Studien jedoch nicht unbedingt zu einem richtigen Verhalten der Fahrzeuglenkenden.

Zudem sollte bei Fussgängerstreifen mit kleiner Erkennungsdistanz (= Sichtweite) mit Zusatzeinrichtungen die Wahrnehmbarkeit der Fussgänger verbessert werden.

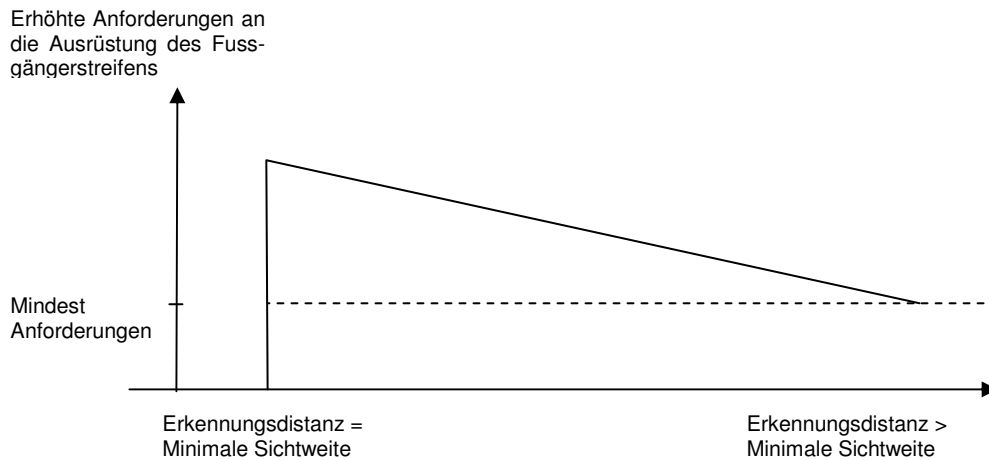


Abb. 5.48 Anforderungen an die Ausrüstung (Verbesserung Wahrnehmbarkeit der Fussgänger in Abhängigkeit der Erkennungsdistanz des Fussgängerstreifens)

5.5.3 Geschwindigkeitsniveau

Mit zunehmender Geschwindigkeit sinkt die Anhaltequote. Zudem zeigten verschiedene Untersuchungen, dass die Unfallschwere bei Fussgängerstreifen von der gefahrenen Geschwindigkeit abhängt. Massnahmen zur Reduktion des Geschwindigkeitsniveaus weisen somit einen hohen Nutzen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit auf.

Auswirkungen auf Normüberarbeitung:

Aufgrund der Erkenntnisse aus der Literatur ist die tatsächliche gefahrene Geschwindigkeit zu berücksichtigen.

Fussgängerstreifen sollten bei einer gefahrenen Geschwindigkeit zwischen 30 und 50 km/h angeordnet werden. Bei gefahrenen Geschwindigkeiten zwischen 50 und 60 km/h müssen Fussgängerstreifen entsprechend ausgerüstet werden. Bei gefahrenen Geschwindigkeiten ab 60 km/h sollte auf die Anordnung von Fussgängerstreifen verzichtet werden.

5.5.4 Beurteilung der einzelnen Massnahmen

Anhand der Literaturrecherche zeigte sich, dass Massnahmen, die das Geschwindigkeitsniveau reduzierten die Sicherheit am Fussgängerstreifen deutlich verbessern. Ein grosser Nutzen kann zudem mit Massnahmen, die die Erkennungsdistanz des Fussgängerstreifens erhöhen oder die Wahrnehmbarkeit des Fussgängers verbessern, erzielt werden. Den geringsten Nutzen weisen in der Regel Massnahmen aus, die lediglich die Erkennbarkeit des Fussgängerstreifens erhöhen (ohne Erhöhung Erkennungsdistanz).

Die folgende Tabelle enthält Massnahmen, deren Wirkung aus Sicht der Verkehrssicherheit beurteilt wurde. Aufgrund eines Expertenkonsenses werden diese Massnahmen zum Einsatz empfohlen:

	Verbessert Erkennbarkeit FGS	Erhöhung Erkennungsdistanz FGS	Verbessert Wahrnehmbarkeit Fussgänger	Reduziert Geschwindigkeitsniveau	Beurteilung der Wirkung
Schutzinsel	X	X		X	hoch
Fahrbahneinengung oder vorgezogener Seitenraum	X	X	X	X	hoch
Vertikalversatz	X			X	hoch
Signal 4.11	X	X			hoch
Gefahrensignal 1.22		X			tief
gelbes Blinklicht Blinkleuchten	X	X			mittel
Kopfelement im Halteraum des Fussgängerstreifens			X		tief
Besondere Markierung „Hinweis auf Kinder“	X				eher tief

Abb. 5.49 Nutzen von Massnahmen aus Sicht der Verkehrssicherheit

Eine entsprechende Strassenraumgestaltung kann sich ebenfalls positiv auf die in der obigen Abbildung aufgezeigten Kriterien (z.B. Reduktion Geschwindigkeitsniveau) auswirken. Die Wirkung ist jedoch sehr stark von der Art und Weise der Strassenraumgestaltung abhängig.

6 Neues Beurteilungsverfahren

Basierend auf den Erkenntnissen aus der Literaturlauswertung, der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen sowie der Einschätzungen der bei dieser Arbeit beteiligten Experten wurde folgendes neue Beurteilungsverfahren entwickelt.

6.1 Beurteilungsverfahren Anordnung Fussgängerstreifen

In der folgenden Abbildung ist das Vorgehensschema zum verkehrstechnischen Beurteilen der Anordnung und Ausrüstung eines Fussgängerstreifens dargestellt. Dabei erfolgt bis zum Vorliegen der Resultate des Forschungsbündels „Punktuelle Querung für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr“ der Entscheidung zum Anordnen eines Fussgängerstreifens weiterhin in der Norm 640 241. Erst beim Überarbeiten der ganzen Normgruppe wird der Querungstyp bereits in der Grundnorm SN 640 240 festgelegt.

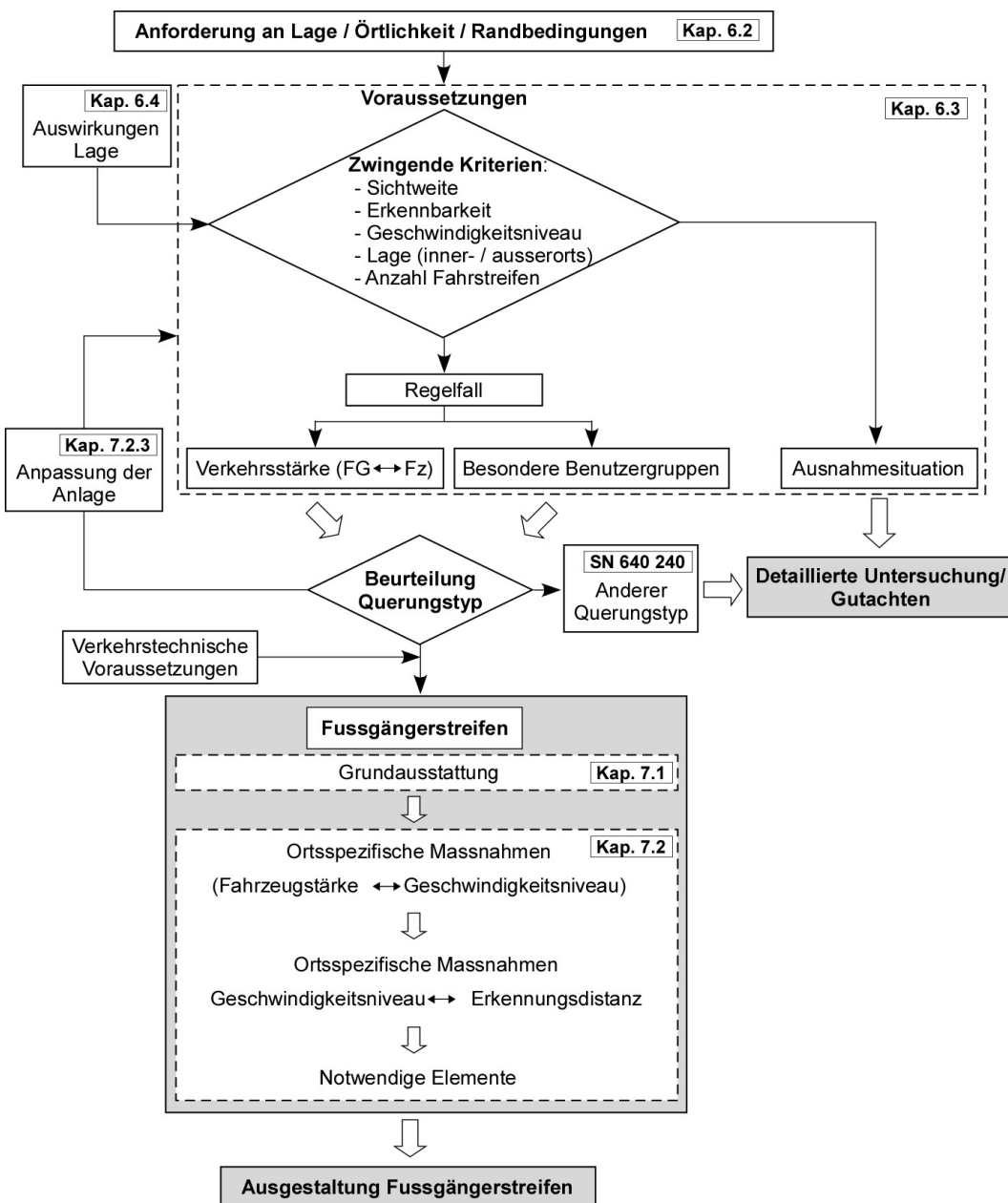


Abb. 6.50 Beurteilungsverfahren zur Anordnung eines Fussgängerstreifens

6.2 Grundsätze

Bei der Anordnung eines Fussgängerstreifens sind folgende Grundsätze zu beachten:

1. Alle Querungsstellen sind planerische Einzelfälle

Fussgängerstreifen sind nicht als reine Markierung zu verstehen, sondern wie Bauwerke zu planen, zu projektieren und auszuführen. Für die Beurteilung und Anordnung eines Fussgängerstreifens sind alle örtlichen bzw. betrieblichen, anlage- und umfeldbedingten Einflüsse einzubeziehen.

2. Notwendigkeit zur Querung vorhanden

Fussgängerstreifen müssen Bestandteil des Fusswegnetzes sein oder der Bedarf muss ausgewiesen sein und sie sind wunschliniengerecht anzulegen.

Abweichungen von der Wunschlinie von mehr als 10 m sind zu vermeiden. An stark befahrenen Strassen nehmen Fussgänger Abweichungen von der Wunschlinie eher in Kauf als an schwach befahrenen. Die SN 640 070 und 640 240 sind zu berücksichtigen.

6.3 Voraussetzungen zur Anordnung eines FGS

Für die Beurteilung der Anordnung eines Fussgängerstreifens sind folgende **zwingenden Sicherheitskriterien** zu erfüllen:

1. Minimale Sichtweiten

Die minimale Sichtweite (bei Tag und Nacht) ist in jedem Fall einzuhalten. Fussgängerstreifen dürfen nur an übersichtlichen Stellen angeordnet werden. Im Bereich von Strassenlängsparkfeldern ist die Anordnung von Trottoirnasen zweckmässig. In der Regel ist sicherzustellen, dass die minimale Sichtweite für den gesamten Halteraum (siehe Kapitel 7.1) eingehalten ist. In begründeten Ausnahmefällen ist die minimale Sichtweite ab dem Sichtpunkt (0.5 m von der Fahrbahn zurück, 0.6 m in der Höhe) einzuhalten. Das Sichtfeld ist von allen Hindernissen gemäss Skizzen frei zu halten.

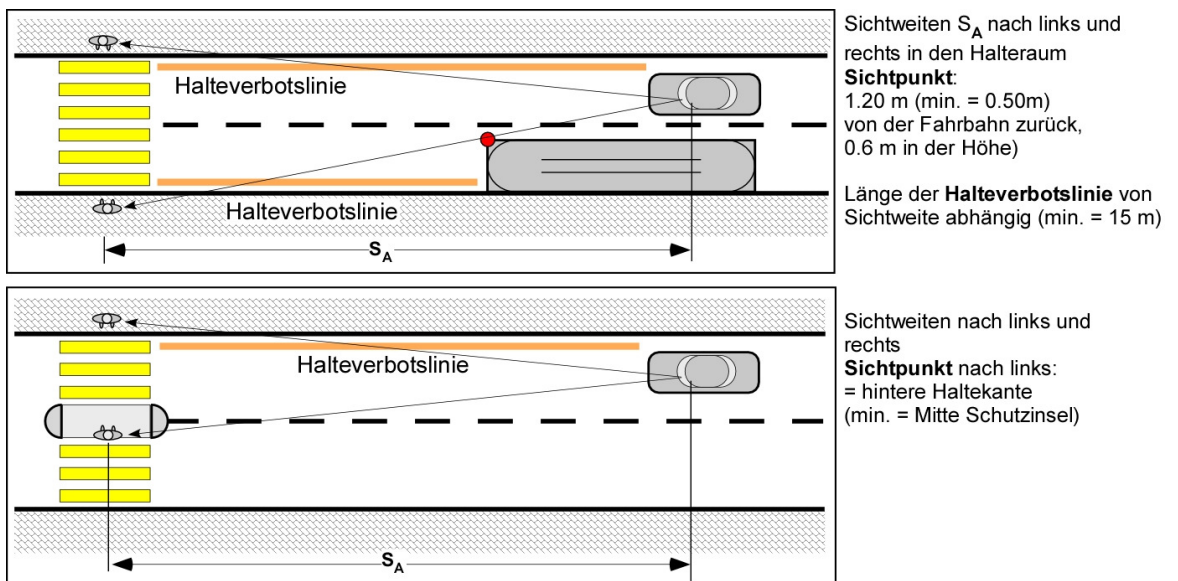


Abb. 6.51 Anhaltestrecke bzw. min. Sichtweite bei Fussgängerstreifen mit/ohne Insel

Die wesentlichen Ergebnisse der neueren Forschung betreffen die Erkenntnis, dass die während der Versuchsfahrten bei Bremsvorgängen mobilisierte Längsverzögerung in der Grösse und im Zusammenhang mit der Geschwindigkeit nicht den heutigen Modellannahmen entspricht.

Das Bemessungsmodell für Anhaltesichtweiten im Innerortsbereich kann vereinfacht und realistisch abgebildet werden, indem die Bremsverzögerung konstant unabhängig von der Geschwindigkeit angenommen wird.

Mit der folgenden Formel kann die Anhaltstrecke (die Anhaltesichtweite S_A entspricht definitionsgemäss der Anhaltstrecke) des Fahrzeugs, welche sich aus dem Reaktionsweg (S_R) und Bremsweg (S_B) zusammensetzt, berechnet werden:

$$S_A = S_R + S_B$$

$$S_A = V_{85} * t_r + V_{85}^2 / 2a$$

V_{85} gefahrene Geschwindigkeit unmittelbar vor der Bremsung
 t_r Reaktionszeit = 2 sec
 a Bremsverzögerung

Mit den Verzögerungswerten „a“ (durchschnittliche Werte, welche vom Berühren des Bremspedals bis zum Stillstand) [15] können die einzelnen Fahrzeugkategorien sowie der Fahrbahn- und Witterungszustand mitberücksichtigt werden. Aufgrund von Verzögerungsmessungen nach Verkehrsunfällen (Auswertung von Moto-Meter-Bremsmessung der Polizei nach Verkehrsunfällen) können für die wichtigsten Fahrzeugkategorien folgende realistischen Verzögerungswerte verwendet werden:

Abb. 6.52 Verzögerungswerte nach Fahrbahnzustand und Fahrzeugart gemäss [15]

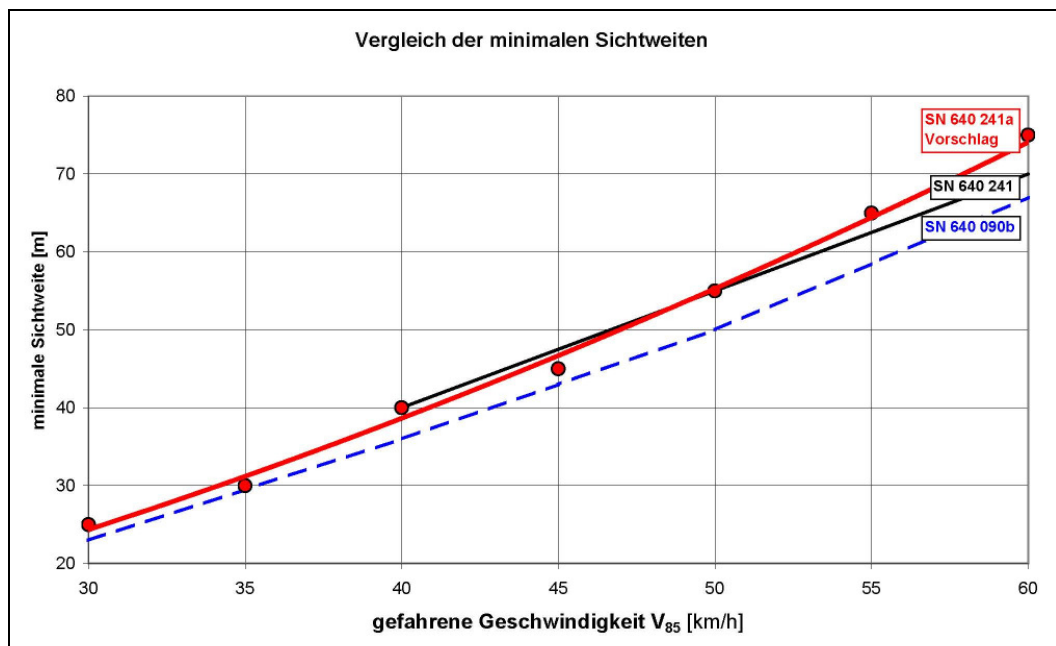
Fahrzeugart	Trocken		Nass	
	Min. in m/s ²	Max. in m/s ²	Min. in m/s ²	Max. in m/s ²
PW	6.5	8.5	5.5	7.5
Lieferwagen leer	6.5	7.5	5.5	7.0
Lieferwagen beladen	5.5	6.5	5.0	6.0
Lastwagen leer	5.0	6.5	4.5	5.5
Lastwagen beladen	4.5	5.5	3.5	5.0
Anhängerzug leer	4.0	5.0	3.5	4.5
Anhängerzug beladen	3.6	5.0	3.0	4.5

Die Wahl der massgebenden Fz-Typen wurde erfahrungsgemäss aufgrund des Zusammenhangs zwischen Strassentyp und Geschwindigkeitsniveau getroffen und zeigen Richtgrössen der Anhaltstrecken auf. Abgeleitet auf diesen Abschätzungen wurde die minimale Sichtweite in Abhängigkeit der Ausgangsgeschwindigkeit festgelegt.

Abb. 6.53 Anhaltestrecke

Ausgangs- geschwindig- keit V_{85}	Massg. Fahrzeugtyp	Längs- verzögerung Mittelwerte	Reaktions- weg (Bremsweg)	Verzögerungs- strecke (Bremsweg)	Anhalte- strecke	Anhalte- strecke (gerundet)
[km/h]		[m/s ²]	[m]	[m]	[m]	[m]
30	LW beladen	-4.25	17	8	25	25
35	Anhängerzug leer	-4.00	19	12	31	35
40	Anhängerzug leer	-4.00	22	15	38	40
45	Anhängerzug leer	-4.00	25	20	45	45
50	Anhängerzug beladen	-3.75	28	26	53	55
55	Anhängerzug beladen	-3.75	31	31	62	65
60	Anhängerzug beladen	-3.5 (tieferer Wert)	33	40	73	75

Das nachstehende Diagramm beschreibt den Zusammenhang von Sichtweite und Geschwindigkeitsniveau (Rot – Vorschlag für die Normung; schwarz – bestehende Norm 640 241; blau - bestehende Norm 640 090b „Sichtweiten“). Ausgehend vom gefahrenen Geschwindigkeitsniveau (V_{85}) kann die minimale Sichtweite ermittelt werden. Umgekehrt kann die maximal zulässige Geschwindigkeit (V_{85}) in Abhängigkeit von der minimalen Sichtweite abgeleitet werden.

Abb. 6.54 Zusammenhang zwischen Sichtweite und Geschwindigkeit (V_{85})

2. Erkennbarkeit

Die Strassenanlage im Bereich eines Fußgängerstreifens ist so auszurüsten und zu gestalten (z.B. mit dem Signal 4.11 "Standort eines Fußgängerstreifens" oder gestalterisch), dass der Fußgängerstreifen und der ganze Halteraum im Blickfeld des Fahrzeuglenkers liegen und bei Tag und Nacht erkennbar sind.

3. Geschwindigkeitsniveau (V85)

Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass die signalisierte Höchstgeschwindigkeit im Bereich des Fussgängerstreifens eingehalten wird. Darüber hinaus sind Fussgängerstreifen nur dort anzuordnen, wo die effektiv gefahrene Geschwindigkeit (V_{85}) < 55 km/h beträgt. Bei einem höheren Geschwindigkeitsniveau ist ein Verkehrssicherheits-Gutachten (Sicherheitsanalyse und Massnahmenplan zur Ausgestaltung des Übergangs) zu erstellen, mit welchem aufgezeigt wird, wie eine ausreichende Sicherheit für die Fussgänger gewährleistet wird.

Die effektiv gefahrene Geschwindigkeit (V_{85}) ist in den Zwischenzeiten zu erheben (eventuell abzuschätzen, wenn die Anlage neu geplant wird).

4. Lage

Fussgängerstreifen sind vor allem im Innerortsbereich anzuordnen. Ausserorts ist auf Fussgängerstreifen möglichst zu verzichten. Sind Querungen mit Vortritt unumgänglich, dann ist ein Verkehrssicherheits-Gutachten (Sicherheitsanalyse und Massnahmenplan zur Ausgestaltung des Übergangs) zu erstellen, mit welchem aufgezeigt wird, wie eine ausreichende Sicherheit für die Fussgänger gewährleistet wird.

Bei hohen Verkehrsmengen ist die Anordnung einer Lichtsignalanlage zu prüfen.

5. Anzahl zu überquerende Fahrstreifen

Fussgängerstreifen sollen im Normalfall nicht über mehrere Fahrstreifen je Fahrtrichtung angelegt werden. Dies gilt nicht an Übergängen mit Lichtsignalanlagen und über vortrittsbelastete Einmündungen. Soll ein Fussgängerstreifen über mehr als einen Fahrstreifen pro Fahrtrichtung erstellt werden, so ist ein Verkehrssicherheits-Gutachten (Sicherheitsanalyse und Massnahmenplan zur Ausgestaltung des Übergangs) zu erstellen, mit welchem aufgezeigt wird, wie eine ausreichende Sicherheit für die Fussgänger gewährleistet wird. Zwischen zwei Fahrstreifen in der gleichen Fahrtrichtung ist in jedem Fall die Anordnung einer Mittelinsel zu prüfen.

6. Verkehrliche Voraussetzungen

Bei der Anordnung von Fussgängerstreifen sind die Menge der querenden Fussgänger und die Fahrzeugverkehrsstärke zu berücksichtigen.

Der Einsatz von Fussgängerstreifen ist unabhängig von den Belastungen zweckmässig, wenn gewisse Benutzergruppen (z. B. Kinder, Schüler, Betagte und Menschen mit Behinderung) besondere Vortrittsbedürfnisse haben.

Die Anordnung eines Fussgängerstreifens setzt voraus, dass der Fussgängerverkehr an der Querungsstelle hinreichend gebündelt auftritt oder durch den Fussgängerstreifen gebündelt werden kann.

Die untenstehende Tabelle zeigt die Richtwerte der Verkehrsstärken für die Anordnung eines Fussgängerstreifens.

- **Zeitliches Auftreten der Fussgänger:**

Die Fussgängerstärke bezieht sich generell auf die Spitzenstunden des Fussverkehrs an einem Werktag mit durchschnittlichem Verkehr.

- **Fahrzeugverkehrsstärke:**

In der Regel wird der massgebende spitzenstündliche Verkehr (SSV) verwendet – dies selbst dann, wenn die meisten Fussgängerquerungen zu anderen Zeiten anfallen.

Die nachstehende Tabelle entstand in Anlehnung an die bisherige Norm und unter Berücksichtigung der im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Forschungsergebnisse. Zudem sind die Erfahrungen und Einschätzungen der bei dieser Forschung beteiligten Experten eingeflossen, was insbesondere dazu führte, dass die Übergänge (Fussgängerstreifen ja / nein) nicht mehr so starr vorgeschlagen werden.

Abb. 6.55 Richtwerte für die Anordnung von Fussgängerstreifen

SSV [Fz/h ¹]	< 250	250 - 600	600 - 800	800 - 1'000	1'000 - 1'200	über 1'200
Fussgänger [FG/h²]						
< 25	nein ³	nein ³	nein ³	nein ³	eher nein ³	eher nein ³
25 - 50	nein ³	eher nein ³	eher ja	eher ja	eher ja	eher ja
50 - 100	nein ³	eher nein ³	ja	ja	ja	ja
100 - 150	eher nein ³	eher ja	ja	ja	ja	ja / evtl. FG-LSA
> 150	eher nein ³	ja	ja	ja	ja / evtl. FG-LSA	ja / evtl. FG-LSA

1 Verkehrsaufkommen zur Spitzenstunde SSV im Querschnitt

2 Anzahl Fussgänger zur Stunde mit den meisten Fussgängern

3 Benutzergruppen beachten

Diese Richtwerte gelten für freie Strecken oder bei Knoten, bei denen sich
 - eine verkehrs- und eine siedlungsorientierte Strasse (für die verkehrsorientierte Strasse)
 - oder zwei siedlungsorientierte Strassen
 kreuzen.

Bei einem Knoten zwischen zwei verkehrsorientierten Strassen wie auch auf der siedlungsorientierten Strasse beim Knoten zwischen einer verkehrs- und eine siedlungsorientierte Strasse können Fussgängerstreifen unabhängig der Fussgängerfrequenzen markiert werden.

7. Verkehrssicherheits-Gutachten

Ein Verkehrssicherheits-Gutachten ist immer dann zu erstellen, wenn aufgrund der in diesem Forschungsbericht erläuterten Kriterien die Sicherheit beim Fussgängerstreifen nicht eindeutig sichergestellt werden kann. Dies ist insbesondere bei folgenden Situationen der Fall:

- Bei einer gefahrenen Geschwindigkeit (V_{85}) von > 55 km/h
- Bei einem Fussgängerstreifen ausserorts
- Bei einem Fussgängerstreifen über mehrere Fahrstreifen je Fahrriichtung
- Wenn ein Fussgängerstreifen aufgrund des Vorhandenseins von besonderen Benutzergruppen angeordnet werden soll, obwohl die Richtwerte gemäss Abb. 6.59 nicht erreicht werden.
- Wenn die minimale Sichtweite nicht für den gesamten Halteraum eingehalten werden kann, sondern nur vom Sichtpunkt aus (0.5 m von der Fahrbahn zurück).

Zweck des Verkehrssicherheits-Gutachtens

Mit dem Verkehrssicherheits-Gutachten soll aufgezeigt werden, wie eine ausreichende Sicherheit für die Fussgänger gewährleistet wird.

Inhalt des Verkehrssicherheits-Gutachtens

Ein Verkehrssicherheits-Gutachten sollte mindestens folgende Inhalte enthalten:

Sicherheitsanalyse der Situation

- Beschrieb und Beurteilung der Situation
- Aufzeigen der Kriterien, welche den Anforderungen entsprechen und welche nicht (insb. Nachweis der Notwendigkeit der Querungsstelle, Sichtweiten, Erkennbarkeit, Geschwindigkeitsniveau, Lage, Anzahl zu überquerende Fahrstreifen, Verkehrliche Voraussetzungen, etc.)

Massnahmenplan und Gesamtbeurteilung

- Aufzeigen der Massnahmen, welche die Sicherheit der Fussgänger gewährleisten sollen.
- Gesamtbeurteilung der Situation und der vorgesehenen Massnahmen. Kann mit den geplanten Massnahmen eine ausreichende Sicherheit für die Fussgänger sichergestellt werden?
- Vorschläge für das weitere Vorgehen

6.4 Auswirkungen der Lage im Netz

Bei der Anordnung eines Fussgängerstreifens sind folgende örtlichen Eigenschaften zu beachten:

1. Tempo 30-Zone

In Tempo-30- Zonen sind Fussgängerstreifen unzulässig, ausser wenn besondere Vortrittsbedürfnisse für den Fussverkehr dies erfordern, namentlich bei Schulen, Heimen und wichtigen Schulwegen.

2. Homogenität

Benachbarte Fussgängerstreifen bei engen Abständen sind in der Regel gleich oder ähnlich auszustatten (abschnittsweise Betrachtung).

3. Überholmöglichkeiten

Im Bereich des Fussgängerstreifens ist das Überholen möglichst zu unterbinden.

4. Öffentlicher Verkehr:

- Im Regelfall wird der Fussgängerübergang bei Bushaltestellen hinter dem Bus angeordnet.
- Bei Fahrbahnhofshaltestellen werden querende Fussgänger aus der Sicht des Gegenverkehrs durch den haltenden Bus verdeckt. Dies gilt analog auch bei der ausnahmsweisen Anordnung eines Fussgängerstreifens vor dem haltenden Bus, wenn dieser durch nachfolgende Fahrzeuge überholt wird.
- In beiden Fällen (Busbuchten und Fahrbahnhofshaltestellen) ist deshalb die Anordnung einer Mittelinsel (gesicherter Stützpunkt für Fussgänger in Fahrbahnmitte) und / oder das Markieren einer Sicherheitslinie (unterbindet das Überholen im Bereich des Fussgängerstreifens) zu prüfen. Ist die Anordnung einer Mittelinsel aus Platzgründen nicht möglich, soll der Fussgängerstreifen so weit verlegt werden, dass die erforderlichen Sichtweiten gewährleistet sind.

- Kreuzt der Fußgängerübergang eine Strassenbahn mit eigenem Trasse, so sind vor der Kreuzungsstelle Inseln anzuordnen. Ist die Anordnung einer Mittelinsel aus Platzgründen nicht möglich, sind zusätzliche Massnahmen zu überprüfen (z.B. Bodenmarkierung Signal 1.18 „Strassenbahn“, siehe auch Kapitel 7.2.4).

5. Knotenbereiche

Die Anordnung der Fußgängerstreifen in Knoten richtet sich einerseits nach den Fußgängerbeziehungen (Wunschlinien), andererseits sind hier Randbedingungen aus der Anlage (Geometrie, Inseln, Zahl der Fahrstreifen usw.) sowie aus dem Verkehrsablauf (Steuerung durch Lichtsignalanlage) zu berücksichtigen. Die Lage des Fußgängerstreifens auf der vortrittsberechtigten Strasse ist möglichst nahe am Knotenzentrum zu wählen. In diesem Fall sind möglichst kleine Einlenkradien anzustreben. Auf vortrittsbelasteten Strassen oder in Knoten mit Rechtsvortritt ist bei Einhaltung der nötigen Sichtfelder der Fußgängerstreifen mind. 5 m zurückzusetzen (bei Einmündungen mit Lichtsignalanlage mind. 2 m).

Die Anordnung von Fußgängerstreifen entlang verkehrsorientierter Strassen ist ohne Berücksichtigung der Menge der querenden Fußgänger und der Fahrzeugverkehrsstärke möglich, wenn Trottoirs durch Einmündungen siedlungsorientierter Strassen unterbrochen werden.

6. Koordination in Strassenzügen

Generell sind keine unregelmässigen Fußgängerstreifen zwischen zwei benachbarten Lichtsignalanlagen anzuordnen. Bei koordinierten Streckenzügen („Grüne Welle“) sind Fußgängerstreifen mit einer LSA auszurüsten und in die Koordination zu integrieren.

7. Mindestabstand zwischen Fußgängerstreifen und LSA

Es ist ein Mindestabstand von 125m zwischen einem isolierten Fußgängerstreifen und einem Knoten mit LSA zu empfehlen. In städtischen Bereichen mit entsprechendem Fussgängeraufkommen kann der minimale Abstand auf 100m reduziert werden. Im Bereich von Tramhaltestellen hat dieses Kriterium eine untergeordnete Bedeutung, da hier vermehrt mit Fussgängern gerechnet wird.

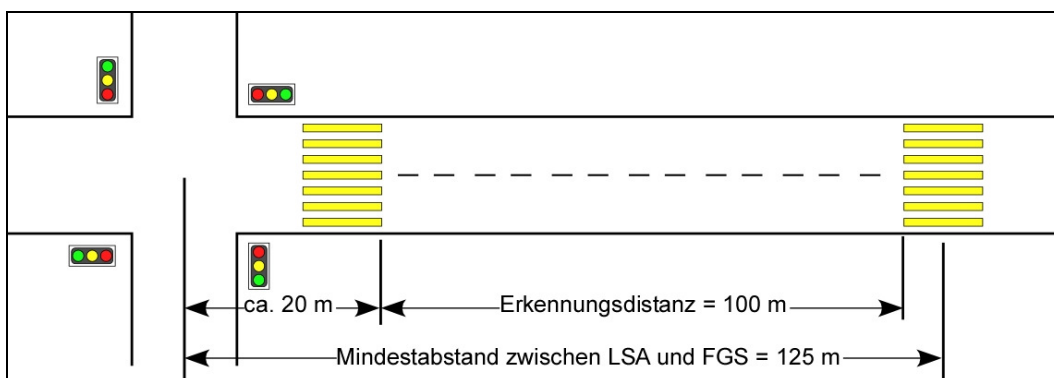


Abb. 6.56 Mindestabstand zwischen Fußgängerstreifen und LSA

8. Kreuzung einer Fußgängerachse

Fußgängerübergänge, bei denen sich eine Fußgängerachse mit einer verkehrsorientierten Strasse kreuzt, weisen ein hohes Gefahrenpotenzial auf. Der Fußgängerstreifen muss mit besonderer Sorgfalt ausgestaltet werden.

7 Ausstattungstypen von Fussgängerstreifen

7.1 Grundausrüstung

1. Voraussetzungen

Jeder Fussgängerstreifen muss die Anforderungen der Grundausrüstung erfüllen. Fehlende Elemente können nicht durch zusätzliche Massnahmen kompensiert werden

2. Beleuchtung

Sämtliche Fussgängerstreifen und Halteräume sind nach gültigen Normen bzw. Richtlinien (SN TR 13201-1 und SN EN 13201-2 bis -4, SLG 202) zu planen, zu überprüfen und auszuführen.

Die Bestimmung der lichttechnischen Gütemerkmale und die Anordnung der Beleuchtung bei der Planung oder bei der Beurteilung (bei bestehenden Anlagen) eines Fussgängerstreifens erfolgt unter Anwendung des nachstehenden Verfahrens:

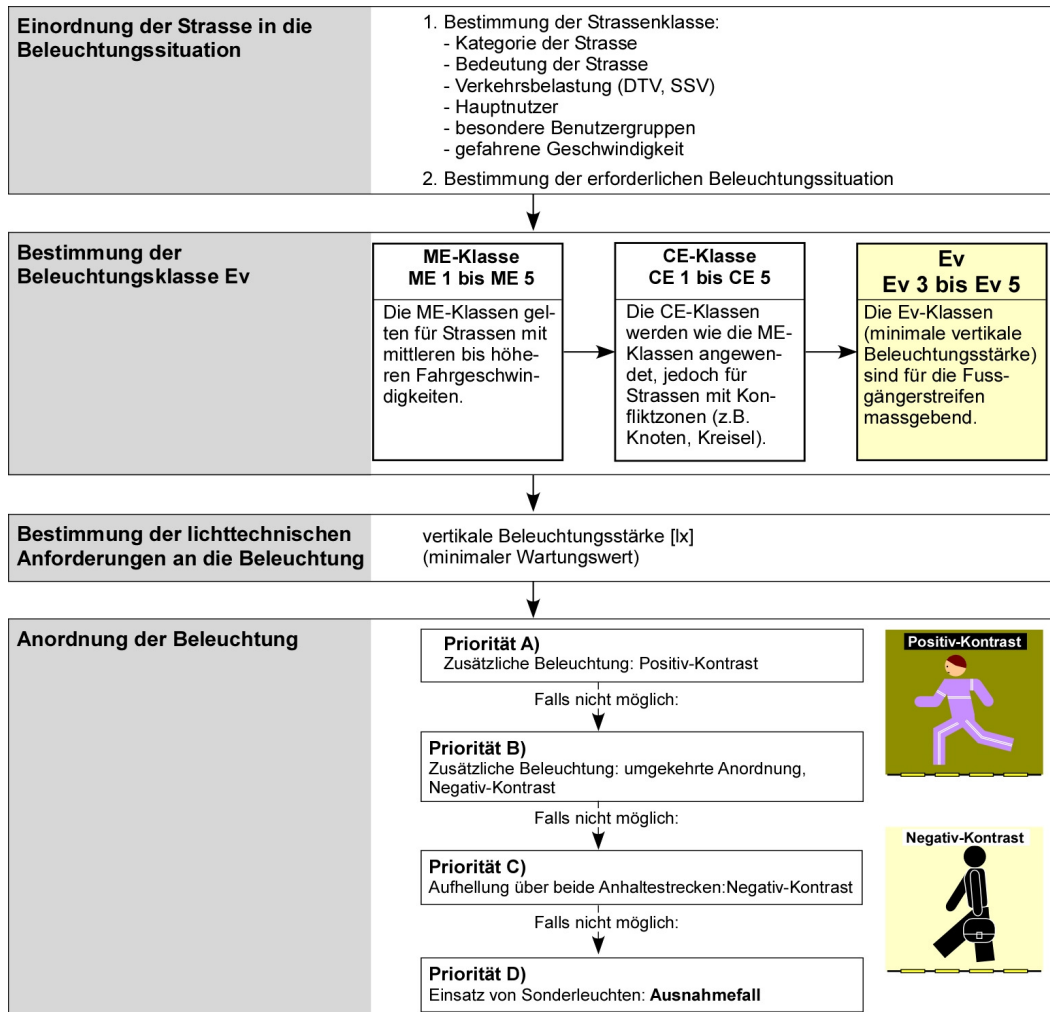


Abb. 7.57 Vorgehen bei der Bestimmung der lichttechnischen Gütemerkmale und die Anordnung der Beleuchtung

Ein Fussgänger, der auf einem markierten oder nicht markierten Fussgängerübergang die Strasse überquert, soll von einem nahenden Fahrzeuglenker frühzeitig erkannt werden, damit dieser entsprechend reagieren kann. Das Gleiche gilt auch für den Fussgänger, der noch im Halteraum (z.B. auf dem Trottoir oder auf der Schutzinsel) zum Fussgängerübergang steht und auf die Gelegenheit zum Überschreiten der Strasse wartet. Markierte und nicht markierte Fussgängerübergänge werden lichttechnisch gleich behandelt.

Fahrzeuglenker sollen dadurch mit positivem Kontrast den Fussgänger sehen, der heller als der Hintergrund sein sollte. Um diese Wirkung zu erzielen, müssen Fussgänger in Blickrichtung des rollenden Verkehrs – und nicht quer dazu – angestrahlt werden.

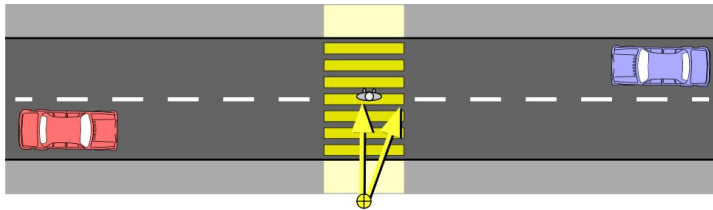


Abb. 7.58 Falsche Anordnung von Leuchten: Querbeleuchtung

Es gibt zwei Arten der Beleuchtung, damit Fahrzeuglenker den Fussgänger rechtzeitig erkennen können:

- Positiver Kontrast: Der Fussgänger wird aus der Richtung des Fahrzeuglenkers hell angeleuchtet und ist als Person erkennbar.
- Negativer Kontrast: Der Fussgänger steht vor einem hellen Hintergrund (Fahrbahnfläche), und wird als dunkle Silhouette erkannt. Eine Mindesthelligkeit der Fahrbahn ist erforderlich (min. ME 3).

Bei der Anordnung von Leuchten im Bereich des Fussgängerstreifens ist wie folgt vorzugehen:

Priorität A):

Auf jeder Strassenseite wird im Abstand von $x = (0.7-1.0) \times \text{Lichtpunkt-Höhe } L_pH$ vor der Achse des Fussgängerüberganges, aus der Sicht des Fahrzeuglenkers, je eine Leuchte positioniert. Damit wird der Fussgänger im positiven Kontrast sichtbar.

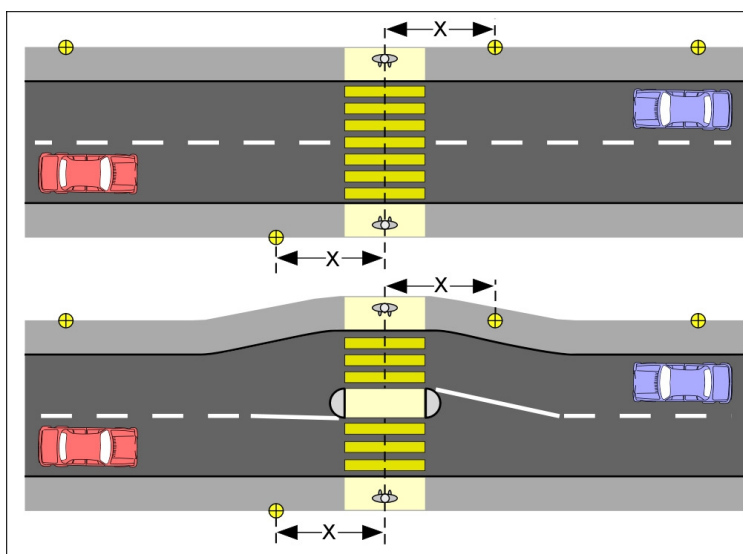


Abb. 7.59 Priorität A): zusätzliche Beleuchtung: Positiv-Kontrast

Priorität B):

Kann Priorität A nicht ausgeführt werden, z.B. in der Nähe von Einmündungen, Ein- und Ausfahrten oder bei Sanierungen, kann auch die umgekehrte Anordnung erfolgen. Bei dieser Anordnung, und entsprechender Fahrbahnhelligkeit, wird die genügende Erkennbarkeit des Fußgängers durch Negativ-Kontrast erreicht.

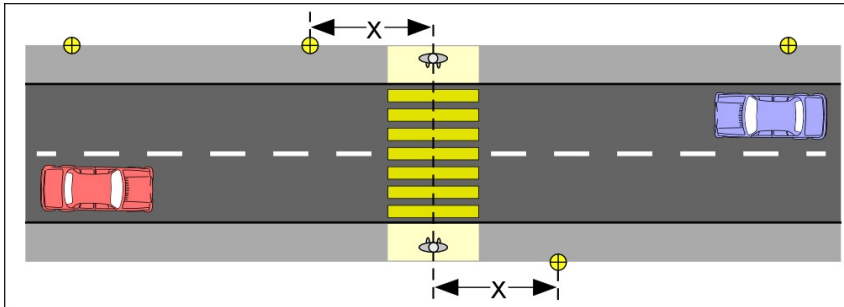


Abb. 7.60 Priorität B): zusätzliche Beleuchtung, umgekehrte Anordnung, Negativ-Kontrast

Priorität C):

Die zusätzliche Anordnung vor allem bei bestehenden Anlagen oder bei komplexen Situationen ist oft nicht möglich. In diesem Fall muss eine Aufhellung realisiert werden. Im Bereich beider Anhaltestrecken (S_A) ist die Leistungsstufe zu erhöhen.

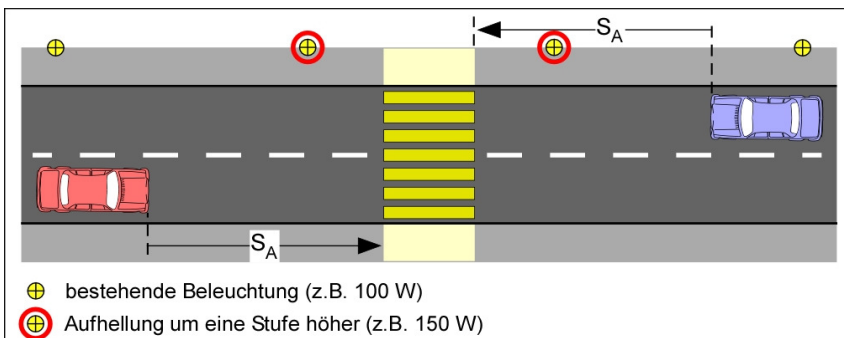


Abb. 7.61 Priorität C): Aufhellung über beide Anhaltestrecken

Priorität D):

In der Praxis kann es möglich sein, dass ein Fußgängerüberweg sehr exponiert ist und nicht in die vorhandene resp. bestehende Beleuchtungsanlage einbezogen werden kann. Da ist es möglich, mit Sonderleuchten den Übergang zu beleuchten, um die Sichtbarkeit zu verbessern.

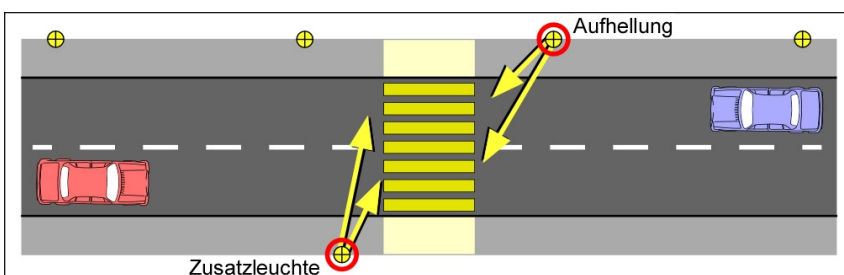


Abb. 7.62 Priorität D): Aufhellung mit Sonderleuchten

Die Bestückung (Lampenleistung) der Leuchten richtet sich nach der erforderlichen minimalen vertikalen Beleuchtungsstärke E_v . Die vertikale Beleuchtungsstärke wird im Halteraum (im Minimum in 1 m Distanz zum Strassenrand) und auf 1 m Höhe (Kinder) je in beiden Richtungen gemessen. Ausgangslage ist die richtige Beleuchtungsklasse (ME-, CE-, Ev-Klassen) der ganzen Strasse oder des dazugehörigen Strassenabschnittes.

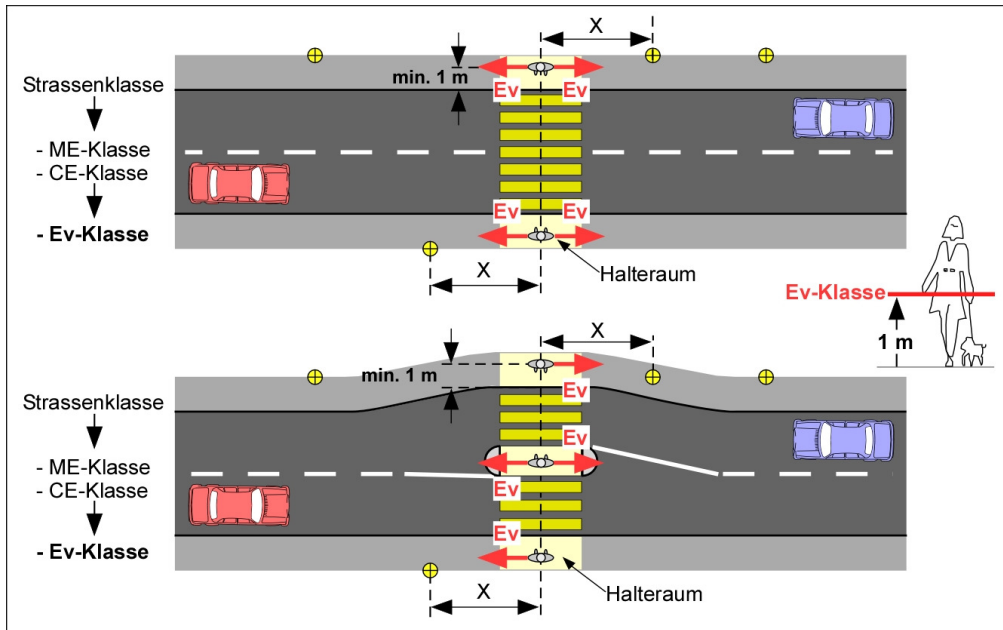


Abb. 7.63 Bestimmung der minimalen vertikalen Beleuchtungsstärke E_v

Bei der Beurteilung von bestehenden Anlagen sind die Wahrnehmungsbedingungen des Fahrzeuglenkers (Beobachtungsstandort) und die Reflexionseigenschaften des Fahrbahnbelages zu überprüfen.

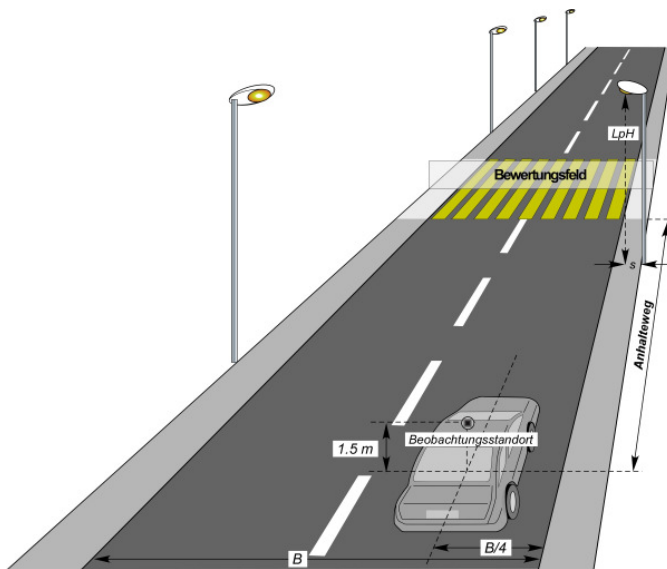
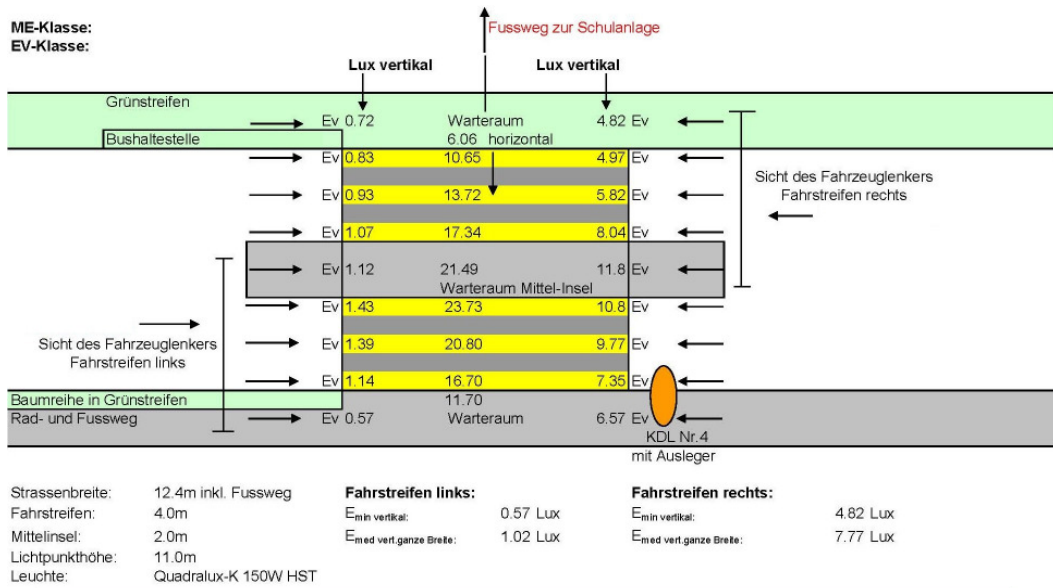


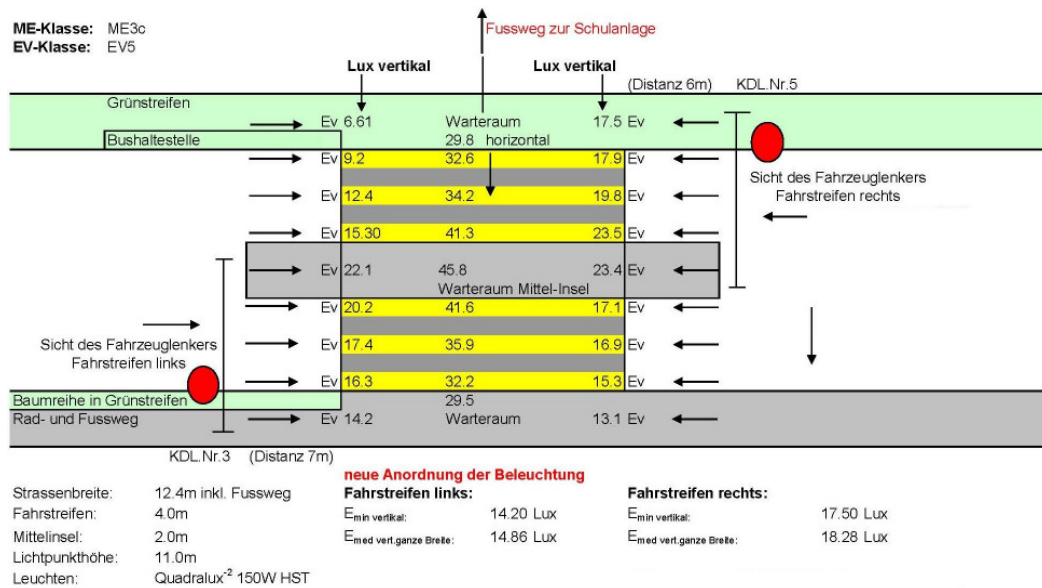
Abb. 7.64 Bestimmung der minimalen vertikalen Beleuchtungsstärke E_v

Die folgenden Abbildungen zeigen die Resultate einer Überprüfung der Beleuchtung eines Fussgängerstreifens und die Güteermkmale nach der Anpassung.



Beurteilung: Beleuchtung ungenügend, Unfallstelle, Beleuchtung muss verbessert werden

Abb. 7.65 Beleuchtungssituation vorher ($Ev < 5$)



Beurteilung: Beleuchtung saniert, vertikale Beleuchtungsstärke besser als Richtlinie

Abb. 7.66 Beleuchtungssituation nachher ($Ev > 5$)

Weitere Empfehlungen:

- Die Leuchten im Bereich der Fussgängerstreifen dürfen im Rahmen von Energiesparmassnahmen nicht gedimmt werden.
- Bei der Planung und Ausführung von Fussgängerstreifen im Bereich von Kreiseln ist der Beleuchtung besondere Aufmerksamkeit zu schenken.
- Bei der Planung, bei baulichen Anpassungen und bei der Beurteilung von Strassenanlagen im Bereich der Fussgängerstreifen wird empfohlen einen Lichttechniker beizuziehen.

3. Halteraum und Kopfelemente des Halteraums für Fussgänger

Für die Fussgänger sind auf beiden Seiten der Strasse, gestützt auf den Grundsatz „**sehen und gesehen werden**“, Halteräume vorzusehen. Die Erkennbarkeit der Überquerungsabsicht der Fussgänger und die Kommunikation zwischen den Verkehrsteilnehmern sind durch die Ausgestaltung der Querungsstelle besonders zu fördern. Der Fahrzeuglenker sollte die Überquerungsabsicht des Fussgängers wahrnehmen und der Fussgänger sollte die Anhaltmöglichkeit des Systems Lenker-Fahrzeug (vor allem Schwerverkehr) abschätzen können. Von beiden Halteräumen aus ist in beiden Richtungen eine genügend grosse Erkennbarkeit zu gewährleisten, damit die Verkehrssituation von wartenden Fussgängern wie auch von herannahenden Fahrzeuglenkern gut überblickt werden kann. In der Regel ist sicherzustellen, dass die minimale Sichtweite (siehe Kapitel 6.3) für den gesamten Halteraum eingehalten ist. In begründeten Ausnahmefällen ist die minimale Sichtweite ab dem Sichtpunkt (0.5 m von der Fahrbahn zurück, 0.6 m in der Höhe) einzuhalten.

Halteraum für Fussgängerstreifen:

- min. Tiefe = 1.20 m
- min. Breite H = Breite des Fussgängerstreifens (in der Regel 4.0 m, ausnahmsweise 3.0 m).

Fussgängerstreifen, bei denen die Sicht auf die Halteräume durch ruhenden Verkehr oder durch Haltestellen des öffentlichen Verkehrs behindert wird, sind mit Kopfelementen auszurüsten (siehe Kapitel 7.2.4). Diese auf dem Trottoir markierten Flächen sind Bestandteil des Fussgängerstreifens und müssen für den Fahrzeuglenker frei überblickbar sein.

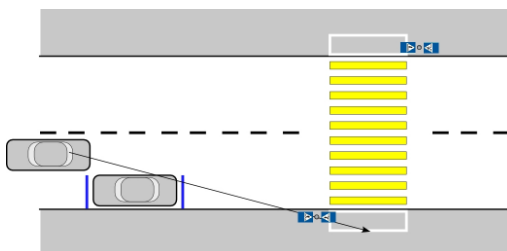


Abb. 7.67 Mögliche Anordnung eines Kopfelements

4. Halteverbotslinie

Eine Anbringung sowie die Länge einer Halteverbotslinie ist ortsspezifisch zu bestimmen.

Vor Fussgängerstreifen wird auf der Fahrbahn eine mindestens 15 m lange Halteverbotslinie (gelb, ununterbrochen) im Abstand von 50 – 100 cm parallel zum rechten Fahrbahnrand angebracht; sie untersagt das freiwillige Halten auf der Fahrbahn und dem angrenzenden Trottoir. In Einbahnstrassen wird sie am rechten und linken Fahrbahnrand angebracht.

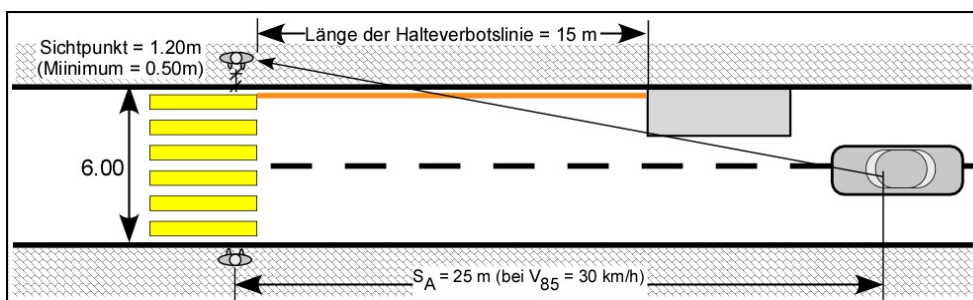


Abb. 7.68 Bestimmung der Minillänge der Halteverbotslinie

Unter bestimmten Voraussetzungen ist die Halteverbotslinie auf beiden Seiten des Fussgängerstreifens und entlang von beiden Fahrbahnrandern (alle 4 Seiten) erforderlich. Die Halteverbotslinie wird weggelassen, wo das Halten gesetzlich ohnehin verboten ist.

5. Fussgängerstreifen sind behindertengerecht auszugestalten

Die Gestaltung der Fussgängerstreifen soll die Ansprüche aller Benutzergruppen berücksichtigen. Gemäss SN 521 500 «Behindertengerechtes Bauen» müssen Fussgänger- und Fahrbereich überall durch einen Absatz getrennt werden. Diese Trennung ist erforderlich, damit Menschen mit einer Sehbehinderung ihre Querungsabsicht anzeigen und ihr Vortrittsrecht einfordern können.

Die Anforderungen an Fussgängerstreifen werden im Forschungsbericht „Hindernisfreier Verkehrsraum – Anforderungen aus Sicht von Menschen mit Behinderungen“ (VSS 2008/201, August 2010) wie folgt zusammengefasst:

- Zugang zum Fussgängerstreifen durch eine Trottoirabsenkung gewährleisten, Neigung max. 6%, Breite der Absenkung in der Regel identisch mit der Breite des Fussgängerstreifens, mindestens 150 cm.
- Höhe des Absatzes 3 cm vertikal oder schräger Randabschluss mit 4 cm Höhe und 13 – 16 cm Breite.
- Vorzugsweise Übergänge mit Fussgängerschutzinseln.
- Fussgängerschutzinseln mit einem Absatz von 3 cm oder einem schrägen Randabschluss von 4 cm Höhe und 13 – 16 cm Breite erkennbar machen.
- Wo die Orientierung schwierig ist (z.B. Fussgängerstreifen schräg über die Fahrbahn), können Leitlinien über den Fussgängerstreifen geführt werden.
- Ausrichtung des Fussgängerstreifens vorzugsweise senkrecht zum Fahrbahnrand
- Lage vorzugsweise auf gerader Strecke, nicht in Einmündungskurven.
- Auffindbarkeit des Fussgängerstreifens gewährleisten, entweder durch die deutliche Neigung von 6% oder durch eine taktil-visuelle Markierung gemäss SN 640 852. Ein Noppenfeld als Markierung des Fussgängerstreifens soll definiert und in die SN 640 852 aufgenommen werden.

6. Befahrbarkeit

Bei der Anordnung von Fussgängerstreifen ist die Befahrbarkeit durch schwere Motorfahrzeuge (Schleppkurven) für sämtliche Verkehrsbeziehungen zu überprüfen.

7. Umfeld

Im Bereich von Fussgängerstreifen ist darauf zu achten, dass der Fahrzeuglenker möglichst wenig durch andere Reize von der Querungsstelle abgelenkt wird. Auf Werbung, Wegweiser, etc. ist im Bereich von Fussgängerstreifen möglichst zu verzichten.

8. Mittelinsel

Die Anordnung einer Mittelinsel als Querungselement ist generell anzustreben. Insbesondere bei folgenden Situationen sind Mittelinseln einzusetzen:

- auf stark belasteten Strassen
- bei erhöhten gefahrenen Geschwindigkeit
- im Knotenbereich
- wenn mit besonderen Benutzergruppen (z.B. Kinder, Schüler, Betagte und Menschen mit Behinderungen) gerechnet werden muss.
- zwischen zwei Fahrstreifen in gleicher Richtung (ohne LSA), siehe auch Kap. 10 „Weiterer Forschungsbedarf“.

9. Signal 4.11 (Standort eines Fussgängerstreifens)

Die Anordnung des Signals 4.11 (Standort eines Fussgängerstreifens) ist generell anzustreben. Die Anordnung des Signals ist ortsspezifisch zu bestimmen. Es ist insbesondere dort einzusetzen wo die Erkennungsdistanz eines Fussgängerstreifens erhöht werden soll.

7.2 Festlegung orts- und situationspezifische Ausrüstung

7.2.1 Vorgehen

Beim Festlegen der orts- und situationspezifischen Ausstattung des Fussgängerübergangs sind das Geschwindigkeitsniveau, die Erkennbarkeit des Fussgängerstreifens sowie die Fahrzeugfrequenzen zu berücksichtigen. Die Elemente der orts- und situationspezifischen Ausstattung werden ergänzend zur Grundausstattung realisiert.

7.2.2 Beurteilung aufgrund des Verkehrsablaufs

In einem ersten Schritt wird in Abhängigkeit der Verkehrsbelastung (DTV in Fz/Tag) und des Geschwindigkeitsniveaus (V_{85}) der Ausstattungstyp festgelegt. Umgekehrt kann anhand folgender Grafik auch aufgrund des Ausstattungstyps die zulässige Verkehrsbelastung und die zulässige gefahrene Geschwindigkeit beurteilt werden.

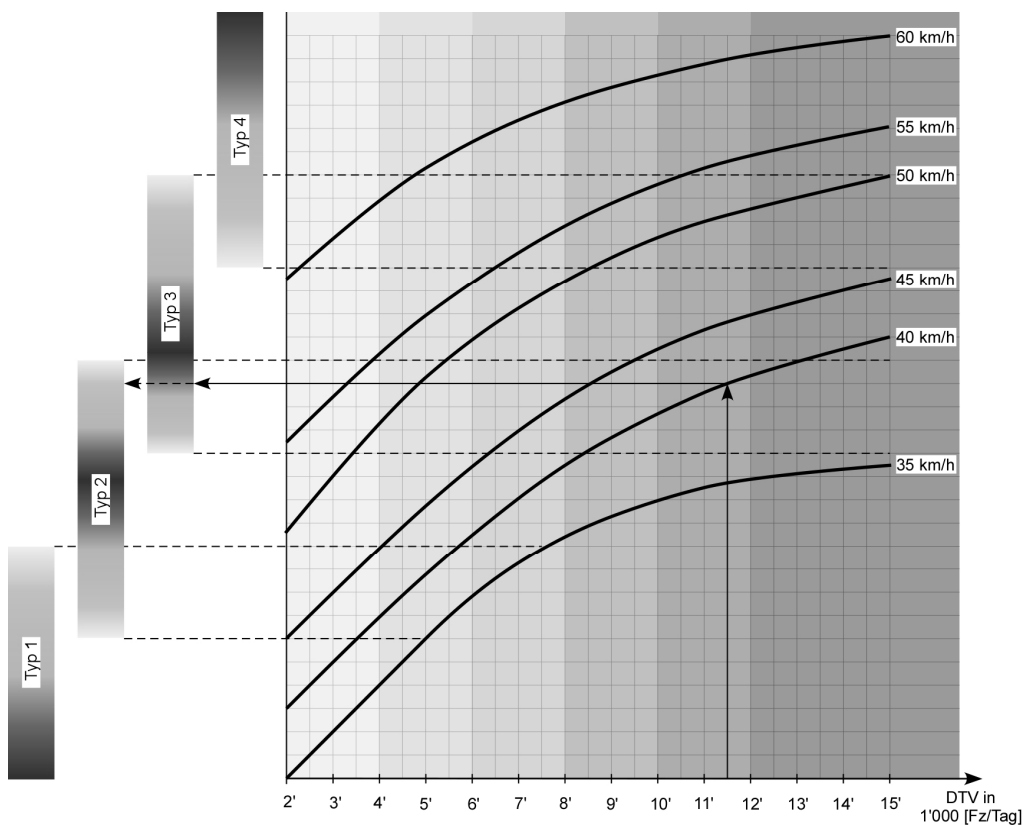


Abb. 7.69 Bestimmung des Ausstattungstyps von Fussgängerstreifen

In der folgenden Tabelle sind die notwendigen Massnahmen in Abhängigkeit des Geschwindigkeitsniveaus und der Belastung dargestellt. Diese Massnahmen sind wie die Grundausstattung zum Gewährleisten eines hohen Sicherheitsniveaus zwingend umzusetzen. Zu beachten sind hier ebenfalls die besonderen Benutzergruppen (z.B.: Kinder, Schüler, Betagte und Menschen mit Behinderungen). Sind derartige Vortrittsbedürfnisse vorhanden, ist eher ein höherer Ausstattungstyp (zusätzliche Massnahmen) zu wählen.

Abb. 7.70 Massnahmen in Abhängigkeit des Ausstattungstyps

Massnahmen	Typ			
	1	2	3	4
bauliche	keine besondere Massnahmen	-	Schutzinsel	Schutzinsel
signal-technische		Signal 4.11	Signal 4.11 zusätzliche Massnahmen möglich	Signal 4.11 zusätzliche Massnahmen prüfen

7.2.3 Beurteilung aufgrund der Situation

Unabhängig vom Verkehrsablauf muss aufgrund der Lage des Fussgängerstreifens die Erkennbarkeit des Fussgängerstreifens und des Fussgängers abgeschätzt und beurteilt werden. In Abhängigkeit der Erkennungsdistanz sind weitere situationspezifische Massnahmen notwendig.

Die Erkennungsdistanz darf die minimale Sichtweite nicht unterstreiten. Dabei müssen zu jeder Tages- und Nachtzeit der Fussgängerstreifen als solcher erkannt, die Präsenz des Fussgängers wahrgenommen und die Absicht des Fussgängers abgeschätzt werden können.


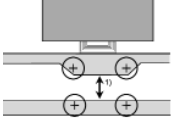
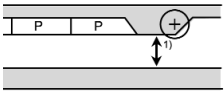



In der folgenden Tabelle sind die situationsbedingten Massnahmen in Abhängigkeit der Erkennungsdistanz des Fussgängerstreifens und des Geschwindigkeitsniveaus dargestellt. Die effektive Wahl der einzusetzenden Elemente kann gestützt auf Abb. 5.49 (Nutzen von Massnahmen aus Sicht der Verkehrssicherheit) und das folgende Kapitel erfolgen. Im Idealfall sollte die Erkennungsdistanz des Fussgängerstreifens der doppelten Sichtweite entsprechen.







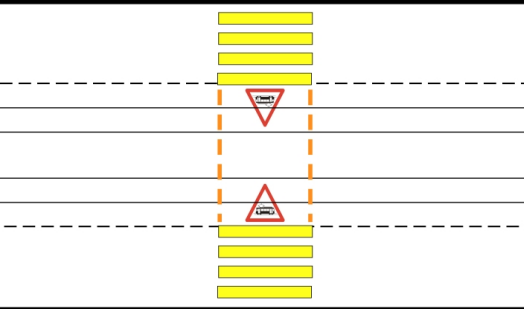
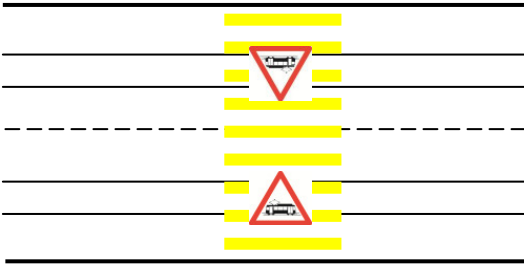
Abb. 7.71 Massnahmen in Abhängigkeit der Situation

		Geschwindigkeitsniveau V_{85} [km/h]		
		30 - 40	40 - 50	50 - 60
Erkennungsdistanz	\geq doppelte min. Sichtweite	keine besondere Massnahmen	keine besondere Massnahmen	Geschwindigkeitsniveau senken Wahrnehmbarkeit FG verbessern
	$>$ min. Sichtweite	keine besondere Massnahmen	Wahrnehmbarkeit FG verbessern Geschwindigkeitsniveau senken	Erkennungsdistanz erhöhen Wahrnehmbarkeit FG verbessern Geschwindigkeitsniveau senken
	$=$ min. Sichtweite	Erkennungsdistanz erhöhen Wahrnehmbarkeit FG verbessern	Erkennungsdistanz erhöhen Wahrnehmbarkeit FG verbessern Geschwindigkeitsniveau senken	detaillierte Untersuchung (Sicherheitsgutachten)

7.2.4 Ausrüstungselemente bei Fussgängerstreifen

Im Folgenden werden die empfohlenen Ausrüstungselemente näher beschrieben. Der Einsatz der einzelnen Elemente richtet sich nach den beiden vorangehenden Kapiteln sowie nach Abb. 5.49 (Nutzen von Massnahmen aus Sicht der Verkehrssicherheit).

<p>Schutzinsel</p> 	<p>Fussgängerinseln sollten eine Breite von 2,00 m, mindestens jedoch 1,50 m aufweisen. Die Inselpfosten sind so zu wählen und anzubringen, dass die erforderliche freie Sicht auch für bzw. auf Kinder und Behinderte gewährleistet ist.</p> <p>Durch eine Fussgängerinsel kann das Geschwindigkeitsniveau gesenkt und im Zusammenhang mit dem Signal 4.11 die Erkennungsstanz erhöht werden.</p> <p>Markierte Fussgängerschutzinseln sollten nur im Innerortsbereich und nur dann eingesetzt werden, wenn die Platzverhältnisse keine bauliche Fussgängerschutzinsel ermöglichen. Markierte Fussgängerschutzinseln sind als provisorische Massnahme zur Erhöhung der Sicherheit zu verstehen. Endziel muss in jedem Fall eine bauliche Schutzinsel sein. Eine bauliche Schutzinsel bietet in jedem Fall mehr Sicherheit. Bei markierten Fussgängerschutzinseln sollte die minimale Sichtweite über die gesamte Breite der Strasse gewährleistet sein (keine Verringerung der Sichtweite aufgrund der Mittelinsel). Die rechtliche Machbarkeit von markierten Schutzinseln muss noch geklärt werden. Ebenfalls noch ungeklärt ist die Art und Weise, wie eine markierte Mittelinsel Behindertengerecht ausgestaltet werden kann.</p>
<p>Fahrbahneinengung</p>  <p>Vorgezogener Seitenraum</p> 	<p>Fahrbahneinengungen bzw. vorgezogene Seitenräume erhöhen die Sicherheit bei Fussgängerstreifen. Insbesondere bei Längsparkfeldern kann mit einem vorgezogenen Halteraum die Sichtweite des Fussgängers verbessert werden. Fahrbahneinengungen sollten primär in Zonen mit reduzierter Geschwindigkeit (Verkehrsberuhigungselement in Tempo 30 – Zonen, Verkürzung der Queungsdistanz) zum Einsatz gelangen. Vorgezogene Seitenräume sind hingegen generell möglich.</p>
<p>Vertikalversatz</p> 	<p>Vertikalversätze (Teilaufpflasterungen) reduzieren das Geschwindigkeitsniveau und erhöhen die Sicherheit von Fussgängerstreifen. Auf verkehrsorientierten Strassen muss mit geringer Anrampung ein sicherer und leistungsfähiger Verkehrsablauf gewährleistet werden.</p>
<p>Signal 4.11 „Standort eines Fussgängersstreifens“</p> 	<p>Gem. Art. 47 Abs. 1 SSV wird die Lage eines Fussgängerstreifens durch das Signal 4.11 verdeutlicht. Die Anordnung des Signals ist ortsspezifisch zu bestimmen. Es ist insbesondere dort einzusetzen, wo die Erkennungsstanz eines Fussgängerstreifens erhöht werden soll.</p> <p>Die Anordnung kann in der Mitte bei Fussgängerinseln, seitlich (ein- oder beidseitig) oder überkopf erfolgen.</p>
<p>Signal 1.22 „Fussgänger“</p> 	<p>Mit dem Signal 1.22 „Fussgänger“ kann der Fahrzeuglenker auf die für ihn noch nicht sichtbare Fussgängerquerung aufmerksam gemacht werden. Dieses Signal sollte jedoch nur am Ortsrand oder bei isolierten Übergängen eingesetzt werden.</p> <p>→ Massnahme darf nicht eingesetzt werden, wenn die Sichtweite nicht gewährleistet wird</p>

<p>besondere Markierung "Hinweis auf Kinder"</p>  <p>Signal 1.23 „Hinweis auf Kinder“</p> 	<p>Mit der Markierung und dem Signal 1.23 „Hinweis auf Kinder“ kann der Fahrzeuglenker auf die für ihn noch nicht oder ungenügend sichtbare Fussgängerquerung aufmerksam gemacht werden. Dieses Signal kann jedoch nur an Querungen mit einem hohen Anteil Kinder (Schul- und Kindergartenwege) eingesetzt werden.</p> <p>→ Massnahme darf nicht eingesetzt werden, wenn die Sichtweite nicht gewährleistet wird</p>
<p>Kopfelement FGS</p>  	<p>Mit einem Kopfelement FGS soll der Fussgänger auf die Konfliktsituation aufmerksam gemacht werden. Die Kommunikation zwischen den Verkehrsteilnehmern soll verbessert und die Erkennbarkeit der Überquerungsabsicht der Fussgänger erhöht werden.</p> <p>Die minimale Breite entspricht der Fussgängerstreifenbreite (in der Regel 4.0 m, ausnahmsweise 3.0 m). Die minimale Tiefe beträgt 0.60 m)</p>
<p>Gelbes Blinklicht</p>  	<p>Gem. Art. 70 SSV sind gelbe Blinklichter zur Warnung der Strassenbenützer bei Fussgängerstreifen zulässig. Dieses Element sollte nur in Ausnahmefällen zur Erhöhung der Erkennbarkeit / Erkennungsdistanz des Fussgängerstreifens eingesetzt werden.</p>
<p>Fussgängerstreifen bei Strassenbahnen</p>	<p>Beim Markieren von Fussgängerstreifen über Geleise der Strassenbahn bestehen insbesondere dann, wenn die Geleise der Strassenbahn nicht mit Inseln von der Fahrbahn abgetrennt sind, grosse Unterschiede und Unsicherheiten. Bis zu diesem Thema weitere Forschungsergebnisse vorliegen, werden folgende Markierungen empfohlen (bedingt vorgängige Anpassung der Rechtsgrundlagen):</p>  <p>Vorschlag für Markierung (Achtung Tram) bei Tram im Mischverkehr</p>  <p>Vorschlag für Markierung (Achtung Tram) bei Tram auf Eigentrassee</p>

8 Methodik für die empirische Untersuchung Teil II

8.1 Problemstellung: Welche Faktoren beeinflussen die Sicherheit an Querungsstellen?

8.1.1 Vorbemerkung

Aus der Literaturlauswertung können einige sicherheitsrelevante Faktoren (insbesondere infrastrukturelle) abgeleitet werden. Eine ähnliche Zusammenstellung findet sich auch in Walter et al. (2007). Diese sei hier kurz zusammengefasst.

8.1.2 Infrastruktureller Faktor Fussgängerstreifen

Gemäss Koepsell et al. (2002) ist das Risiko von über 65-jährigen Fussgängern beim Überqueren der Strasse auf Fussgängerstreifen 2.1 Mal höher als ausserhalb von Fussgängerstreifen. Die bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung zeigte in einer Studie von 1983, dass das Überqueren der Strasse auf Fussgängerstreifen mit einem fünffach geringeren Unfallrisiko verbunden ist als ausserhalb von Fussgängerstreifen. Wesentlich dabei ist, dass die untersuchten Fussgängerstreifen eine hohe Fussgängerfrequenz von durchschnittlich 28 Fussgängern/Stunde aufwiesen. Ob diese Resultate für Fussgängerstreifen mit niedrigen Fussgängerfrequenzen auch gelten, geht aus dieser Studie nicht hervor. Zegeer et al. (2005) untersuchten infrastrukturelle und betriebstechnische Faktoren von rund 1000 markierten Querungsstellen (durchschnittlich 312 querende Fussgänger pro Tag) und rund 1000 nicht markierten Querungsstellen (155 querende Fussgänger pro Tag). Bei einem durchschnittlichen täglichen Verkehr von über 12'000 Fahrzeugen waren Querungsstellen über mehrere Fahrstreifen mit Markierung signifikant unsicherer als ohne Markierung. Weitere Studien zeigen ebenfalls ein uneinheitliches Bild hinsichtlich Unfallrisiko mit/ohne Fussgängerstreifen (Markierung). Herms (1972) weist ein doppelt so hohes Unfallrisiko für Fussgänger auf markierten Querungsstellen im Vergleich zu Querungsstellen ohne Markierung aus. Demgegenüber zitieren Scaramuzza & Ewert (1997) eine Studie von Jørgensen und Rabani (1971), die ein gleich hohes Unfallrisiko für Fussgänger mit und ohne Markierung nachwies sowie eine Studie von Tobey, Shunamen und Knoblauch (1983), die ein 2.5mal geringeres Risiko, auf Fussgängerstreifen zu verunfallen ausweist. Gärder (2004) gelangte auf Grund von modellhaften Schätzungen zum Schluss, die Sicherheit müsse mit den infrastrukturellen Eigenheiten der Querungsstellen zusammenhängen. Dabei wirkten sich erhöhte Geschwindigkeiten und mehrstreifige Strassen negativ aus. Positiv wirkte sich hingegen die Markierung aus. Gärder wirft die interessante Fragestellung auf, ob die Querungsstellen durch die Markierung sicherer geworden sind oder ob die infrastrukturellen Bedingungen schon vorher sicher waren und die Querungsstellen deswegen mit einer Markierung versehen wurden.

Die Resultate hinsichtlich sicherheitstechnischer Wirkung des infrastrukturellen Faktors "Fussgängerstreifen" sind uneinheitlich. Je nach Studie weisen Querungsstellen mit Fussgängerstreifen ein gleiches, ein geringeres oder ein höheres Unfallrisiko für querende Fussgänger auf, im Vergleich zu Querungsstellen ohne Fussgängerstreifen. Es ist daher zu vermuten, dass die Sicherheit des infrastrukturellen Faktors "Fussgängerstreifen" von weiteren Faktoren und insbesondere deren Zusammenwirken abhängt.

8.1.3 Weitere infrastrukturelle Faktoren

Fussgänger-Schutzinseln

Gemäss Scaramuzza & Ewert (1997) sind Fussgängerstreifen mit Fussgängerschutzinsel signifikant häufiger unfallfrei. Gärder (1989, zitiert nach Retting et al., 2003) wies eine Reduktion der Konflikte zwischen Fussgängern und motorisiertem Individualverkehr um 66 %, Herrstedt (1999) gar um 80 % nach. Zu ähnlichen Resultaten gelangen Thompson et al. (1990) und Zegeer et al. (2005). Auch die Deutschen Empfehlungen für Fussgängerverkehrsanlagen EFA (2002) empfehlen den Einsatz von Fussgängerschutzinseln.



Abb. 8.72 Fussgängerschutzinsel - positiv

Anzahl Fahrstreifen

Scaramuzza & Ewert (1997) zeigten, dass Fussgängerstreifen, die über mehr als zwei Fahrstreifen führen, signifikant häufiger unfallbelastet sind. Zegeer et al. konnten 2005 ebenfalls nachweisen, dass sich das Markieren von Fussgängerstreifen über mehrstreifige Strassen sicherheitstechnisch negativ auswirkt.

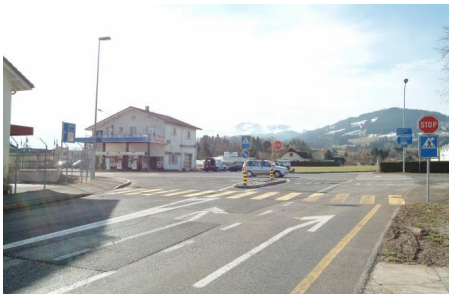


Abb. 8.73 Mehr als 2 Fahrstreifen - negativ

Beleuchtung

Retting (2003) zitiert zwei Studien (Pegrum, 1972 und Polus & Katz, 1978), wonach eine Verbesserung der Beleuchtung das Unfallgeschehen signifikant reduzierte. Auch Scaramuzza & Ewert konnten 1997 den positiven Einfluss der Beleuchtung aufzeigen.

Sichtweite

Scaramuzza und Ewert (1997) zeigten, dass Fussgängerstreifen mit einer Sichtweite zwischen Fussgängern und nahenden Fahrzeugen von über 100 m signifikant häufiger unfallfrei waren als Fussgängerstreifen mit einer geringeren Sichtweite. Johansson et al. (2004, zitiert nach Leden et al., 2006) wiesen Verbesserungen im Unfallgeschehen nach, wenn Lenker die Fussgänger vor dem Überqueren der Strasse besser wahrnehmen konnten. Elvik und Vaa (2004) konnten ebenfalls eine leichte Reduktion (5 %) der Fussgänger-Unfälle nachweisen, nachdem Sichtverbesserungen für Fussgänger realisiert wurden. Johnson (2005) konnte nach dem Einbau einer Fahrbahnverengung zur Sichtverbesserung eine wesentliche Verbesserung der Anhaltequote nachweisen.



Abb. 8.74 ungenügende Sicht - negativ

Signal 4.11 SSV „Standort eines Fussgängerstreifens“

Scaramuzza und Ewert (1997) zeigten, dass unfallfreie Fussgängerstreifen signifikant häufiger mit diesem Signal ausgerüstet sind und signifikant häufiger eine Sichtweite von über 100 m auf diese Signale aufweisen.



Abb. 8.75 Signal 4.11 SSV - positiv

8.1.4 Betriebliche Faktoren

Hinsichtlich der Sicherheitsrelevanz betrieblicher Faktoren liess die in Walter et al. (2007) gesichtete Literatur keine eindeutigen Schlüsse zu.

Es wurden Hinweise gefunden, die darauf hindeuten, dass die Menge der querenden Fussgänger das Unfallrisiko (Anzahl Unfälle pro Anzahl Überquerungen) beeinflusst.

Ekman (1996) zeigte, dass das Unfallrisiko für überquerende Fussgänger je nach Ausgestaltung der Querungsstelle mit zunehmender Anzahl querender Fussgänger abnimmt. Jacobsen konnte 2003 den Zusammenhang zwischen der Menge von Personen, die zu Fuss unterwegs sind und der Wahrscheinlichkeit, dass diese verunfallen, nachweisen: eine Verdoppelung der Anzahl Fussgänger führte zu einer Reduktion der Unfallwahrscheinlichkeit von 66 %. Grenzwerte von Fussgänger- oder Motorfahrzeugmengen, die für oder gegen das Markieren eines Fussgängerstreifens sprechen, sind spärlich vorhanden. Mennicken (1999) kommt zwar zum Schluss, dass die Realisierung von Fussgängerstreifen nicht an Fussgängermengen zu binden ist, schlägt jedoch deren Einsatz trotzdem ab rund 25 Überquerungen pro Stunde vor (ein hoher Wert für Fussgängerstreifen in der Schweiz).

Der Zusammenhang zwischen Motorfahrzeugmenge und Unfallrisiko scheint hingegen weitgehend gesichert. Das Risiko, beim Überqueren einer Strasse zu verunfallen steigt mit zunehmenden Motorfahrzeugmengen an, unabhängig davon, ob Querungen mit oder ohne Fussgängerstreifen ausgerüstet sind (Wazana et al., 1997; Zegeer et al., 2005).

Dass die Stärke der Fahrzeugströme für das gute Funktionieren einer Vortrittsregelung zentral ist, zeigt sich immer wieder in der Praxis. Für die Sicherheit relevant ist die Frage, ob dies beim Zusammentreffen eines Fahrzeug- und eines Fussgängerstroms auch zutrifft. Die Erfahrung stützt diese Vermutung: An stark befahrenen Strassen bekunden Personen zu Fuss oft Mühe, trotz Fussgängerstreifen ihr Vortrittsrecht geltend zu machen. Dies gilt besonders, wenn an solchen Orten nur selten Fussgänger anzutreffen sind. Genauso ist an Örtlichkeiten mit vielen querenden Fussgängern und wenigen Motorfahrzeugen zu beobachten, dass Fussgänger mühelos ohne Fussgängerstreifen auch in Gegenwart von Motorfahrzeugen queren können, selbst wenn keine Fussgängerstreifen markiert sind, also das Vortrittsrecht eigentlich dem Motorfahrzeugverkehr zusteht (Abb. 8.77 Vortritt für den motorisierten Individualverkehr).



Abb. 8.76 Vortritt für Fussgänger



Abb. 8.77 Vortritt für den motorisierten Individualverkehr

8.2 Wissensstand

8.2.1 Erkenntnisse aus der Literatur

Die in diesem Bericht zitierten Quellen geben einen umfassenden Überblick über die empirischen Befunde hinsichtlich sicherheitstechnischer Auswirkungen insbesondere von infrastrukturellen Faktoren. Dabei zeichnen sich deutlich folgende Tendenzen ab: Weitgehend übereinstimmend werden wiederholt dieselben infrastrukturellen Faktoren als sicherheitsrelevant beurteilt, und zwar der Einbau einer Fussgänger-Schutzinsel, eine genügende Sichtweite, eine optimale Beleuchtung, maximal zwei zu überquerende Fahrstreifen, das Aufstellen des Signals 4.11 der Signalisationsverordnung "Standort eines Fussgängerstreifens" (falls ein Fussgängerstreifen markiert wird) und mutmasslich eine genügend hohe Fussgängermenge.

8.2.2 Wissenslücken

Eine grundsätzliche Aussage darüber, ob das Markieren eines Fussgängerstreifens an einer Querungsstelle die Sicherheit für überquerende Fussgänger positiv beeinflusst, kann nicht gemacht werden. Insbesondere kann keine Aussage dazu gemacht werden, unter welchen Bedingungen ein Fussgängerstreifen die Sicherheit für Fussgänger nachweislich erhöht oder mindert. Der positive Effekt von Fussgängerstreifen auf die Sicherheit von Fussgängern ist nur für hohe Fussgängermengen bzw. für spezielle Konstellationen untersucht. Empirische Befunde zur Sicherheitsrelevanz von betrieblichen Faktoren (Fussgängermengen, Fahrzeugmengen) sind nur ansatzweise vorhanden.

In praktisch allen Studien wurde nur die Wirkung eines einzelnen Faktors auf die Sicherheit an Querungsstellen untersucht. Auf Grund dieser Befunde müssten theoretisch bei jeder Querungsstelle immer alle diese Elemente angewendet werden. Wie sich das Zusammenspiel dieser Faktoren auf die Sicherheit auswirkt und welche Wechselwirkungen zu erwarten sind, ist nicht bekannt.

Generell ist anzumerken, dass Resultate internationaler Studien nicht immer auf Schweizer Verhältnisse übertragen werden können.

8.2.3 Relevanz für die Norm

Die hier zitierten Erkenntnisse zu den sicherheitstechnischen Auswirkungen infrastruktureller Faktoren sind weitgehend in der aktuell gültigen VSS-Norm SN 640 241 „Fussgängerverkehr–Fussgängerstreifen“ entweder als Voraussetzungen, als Bedingungen oder als Ausrüstungselemente für Fussgängerstreifen enthalten resp. werden bei der geplanten Revision aufgenommen. Die heutige VSS-Norm SN 640 241 „Fussgängerverkehr – Fussgängerstreifen“ ist demnach als Zusammenstellung der gegenwärtig bekannten empirischen Befunde und des bestmöglichen vorhandenen Expertenwissens einzustufen.

8.2.4 Praktische Anwendung der VSS-Norm

Die Praxis zeigt, dass diese in der VSS-Norm SN 640 241 „Fussgängerverkehr – Fussgängerstreifen“ festgehaltenen Faktoren, die größtenteils auf den in der vorliegenden Studie zitierten Befunden sowie auf Experten-Rating basieren, bei der Planung und Projektierung von Querungsstellen mit Fussgängerstreifen immer wieder sehr umstritten sind. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn gewisse Faktoren gegen die Markierung eines Fussgängerstreifens sprechen.

Die Planung und Projektierung von Querungsstellen erfolgt in mehreren Schritten: Basis ist das Ablaufschema in der VSS-Norm 640 240 "Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr; Grundlagen". Gemäss diesem Schema ist vorerst festzulegen, ob eine Querungsstelle auf einer oder zwei Ebenen betrieben werden muss und ob die Querungsstelle punktuell, flächig sowie mit oder ohne Vortritt betrieben werden soll. Gelangt der Planer zum Schluss, dass eine punktuelle Querungsstelle à Niveau angezeigt ist, so wird er mit der Fragestellung konfrontiert, ob diese Querungsstelle mit oder ohne Vortritt (d.h. mit oder ohne Fussgängerstreifen) zu betreiben ist.

Der Entscheid für oder gegen einen Fussgängerstreifen wird auf Grund der querenden Fussgängermengen und der Mengen des motorisierten Individualverkehrs sowie auf Grund zwingend zu erfüllender Bedingungen (z.B. minimale Sichtweite) gefällt. Die VSS-Norm 640 241 "Fussgängerverkehr; Fussgängerstreifen" enthält ein Diagramm, welches auf Grund der Fussgängermengen und der Mengen des motorisierten Individualverkehrs" zum Entscheid für oder gegen einen Fussgängerstreifen führt.

In einem weiteren Schritt wird festgelegt, wie die zur Diskussion stehende Querungsstelle gestaltet werden soll (Fussgänger-Schutzinsel, Beleuchtung, Signalisation, usw.). Dieses Vorgehen weist Schwachstellen auf:

- Der Entscheid für oder gegen Fussgängerstreifen wird anhand eines starren Verkehrsmengendiagrammes (Fussgänger vs. motorisierter Individualverkehr) gefällt. Dieses Diagramm ist somit für jede verkehrstechnische Randbedingung dasselbe.
- Faktoren, von denen auf Grund der Literaturstudie ausgegangen werden muss, dass sie die Sicherheit einer Querungsstelle beeinflussen, werden nicht simultan auf ihre sicherheitstechnische Wirkung mitberücksichtigt.

8.3 Quintessenz

Einfaktorielle Studien weisen den sicherheitstechnischen Nutzen einiger betrieblicher und infrastruktureller Faktoren an Querungsstellen nach. Insbesondere zum sicherheitstechnischen Nutzen von Fussgängerstreifen liegen widersprüchliche Resultate vor. Deshalb ist die Vermutung naheliegend, dass weitere Faktoren die sicherheitstechnische Wirkung eines Fussgängerstreifens an Querungsstellen mitbeeinflussen. Dies legt den Schluss nahe, dass Fussgängermengen, Mengen des motorisierten Individualverkehrs, infrastrukturelle Ausrüstungselemente und der Fussgängerstreifen selbst alles sicherheitsrelevante Faktoren sind und die Sicherheit an einer Querungsstelle simultan und in Wechselwirkung beeinflussen.

Problematisch am Verfahren in der heutigen Norm ist folgende Tatsache: Einige der genannten Faktoren (z.B. Verkehrs- und Fussgängermengen) werden benutzt, um die Notwendigkeit eines weiteren Faktors (Fussgängerstreifen) zu beurteilen und schliesslich werden die verbleibenden Faktoren (z.B. Fussgänger-Schutzinsel) als mögliche Ausrüstungselemente behandelt. Diese sequentielle Behandlung der sicherheitsrelevanten Faktoren schränkt den Spielraum ein, mittels einer geeigneten Kombination aller Faktoren die Sicherheit an einer Querungsstelle optimal zu beeinflussen.

Dieser Sachverhalt kann wie folgt veranschaulicht werden: Es ist davon auszugehen, dass die numerischen Werte der Fussgängermengen und der Mengen des motorisierten Individualverkehrs im heutigen Entscheidungs-Diagramm für oder gegen die Markierung eines Fussgängerstreifens von umgebungstechnischen und infrastrukturellen Faktoren abhängt. Dabei stellt der Fussgängerstreifen einen möglichen Faktor dar. Je nach Ausprägung der anderen relevanten Faktoren ergibt sodann die Markierung eines Fussgängerstreifens einen positiven oder einen negativen Effekt auf das Sicherheitsniveau einer Querungsstelle. Konkret könnte dies beispielsweise bedeuten, dass der Einbau einer Fussgängerschutz-Inselle eine zu niedrige Fussgänger Menge sicherheitstechnisch kompensieren könnte. Oder – als sehr anschauliches Beispiel - dass eine zu geringe Sichtweite durch ein niedrigeres Geschwindigkeitsniveau kompensiert werden kann.

In diesem Sinne greift der weit verbreitete Ansatz, den Fussgängerstreifen als zentrales Element für die Sicherheit an einer Querungsstelle zu betrachten, zu kurz. Zur Erinnerung: In Kapitel 6.2 wurde der Grundsatz formuliert, dass jede Querungsstelle einen planerischen Einzelfall darstellt. Dies bedeutet nichts anderes, als dass die Sicherheit an einer Querungsstelle von den verschiedenen ortsspezifischen Gegebenheiten abhängt. Dies wiederum entspricht exakt den vorgängig erläuterten Feststellungen, dass das Sicherheitsniveau einer Querungsstelle von ortsspezifischen Gegebenheiten (Faktoren) und deren Zusammenspiel beeinflusst wird.

8.4 Konsequenzen für die Verkehrsplanung

Was zurzeit also fehlt, ist ein planerisches Hilfsmittel zur Abschätzung des simultanen Einflusses der vorhandenen und beeinflussbaren Faktoren auf das Sicherheitsniveau. Es fehlt also eine Projektierungshilfe, die es ermöglicht, Auswirkungen auf das Sicherheitsniveau einer Querungsstelle abzuschätzen, wenn in einem bestimmten Kontext von Faktoren (z.B. bei gegebener Strassenbreite und Verkehrsmenge) ein anderer Faktor (z.B. Fussgängerstreifen) geändert wird.

8.5 Studienkonzeption

8.5.1 Ziel: Planungsinstrument

Auf Grund des im vorhergehenden Kapitel erläuterten Defizites muss das zentrale Ziel einer empirischen Studie sein, ein Planungsinstrument zu konzipieren, das auf Grund der infrastrukturellen und betrieblichen Gegebenheiten einer Querungsstelle deren Sicherheit beurteilt. Konkret bedeutet dies, dass bestehende Querungsstellen hinsichtlich ihrer Ausgestaltung und ihrer Sicherheit zu analysieren sind um daraus allgemein gültige Schlüsse zu ziehen. Dabei ist in diesem Zusammenhang zu betonen, dass ein solches Planungsinstrument auf keinen Fall die situative Beurteilung des Planers ersetzen kann. Wohl kann es aber ein wichtiges Hilfsmittel sein zur Abschätzung der sicherheitstechnischen Auswirkungen einer Gestaltung.

8.5.2 Studiengrundlage: Literaturanalyse

Zur Findung von möglichen Vorgehensweisen für die Erarbeitung eines derartigen Planungsinstrumentes (Methode, Analyse, statistische Berechnung etc.) wurde eine separate Literaturanalyse durchgeführt. Dabei interessierten vorrangig folgende Fragestellungen:

- Welche Studiendesigns/Methoden wurden angewendet?
- Welche Einflussgrößen (Faktoren) erwiesen sich als sicherheitsrelevant?
- Welche Zielgrößen wurden als Mass zur Messung der Sicherheit verwendet?

Die systematische Analyse der in diesem Zusammenhang gesichteten Studien findet sich im Anhang. Zusammenfassend kann Folgendes festgehalten werden:

In den meisten Studien wird nur der Effekt einer einzigen Intervention untersucht, wie z.B. mit oder ohne Fussgängerstreifen, mit oder ohne Mittelinsel. Solche Studiendesigns sind insgesamt einfacher zu erheben und stellen weniger Ansprüche an die Datenanalyse, da im einfachsten Fall lediglich der Parameter der Interventionsmassnahme geschätzt werden muss. Die vorliegende Fragestellung zielt dagegen auf die Kombination mehrerer Einflussfaktoren ab und erfordert damit ein komplexeres Studiendesign und spezielle, auf die Fragestellung abgestimmte Analyseschritte.

Ein Ansatz zur Quantifizierung des Zusammenspiels verschiedener Faktoren findet sich bei Zegeer et al. (2005). An 2000 Querungsstellen in den USA wurden infrastrukturelle und betriebliche Faktoren quantifiziert, von denen vermutet wird, dass sie die Sicherheit der querenden Fussgänger beeinflussen. Als Mass für die Sicherheit wurde dabei die Anzahl Unfälle mit querenden Fussgängern verwendet. Basierend auf diesem Datensatz wurde ein sogenanntes multifaktorielles Modell erarbeitet. Dieses modelliert die Anzahl Unfälle (Sicherheit) als Funktion der infrastrukturellen und betrieblichen Faktoren. Dadurch kann das Sicherheitsniveau einer Querungsstelle aus dem Zusammenspiel und den Wechselwirkungen folgender Faktoren geschätzt werden:

- Fussgängermenge
- Menge des motorisierten Individualverkehrs
- Markierte Querungsstelle ("Fussgängerstreifen")

- Anzahl Fahrstreifen
- Fussgänger-Schutzinsel
- Wechselwirkung zwischen Fussgänger Menge und Fussgängerstreifen
- Wechselwirkung zwischen Menge des motorisierten Individualverkehrs und Fussgängerstreifen

Ein ähnliches Vorgehen schlagen auch Basler und Partner (2008) vor. Die Berechnung des sogenannten monetarisierten Risikos (Unfallhäufigkeit*Schadensschwere) an einer Querungsstelle soll als Funktion diverser Faktoren (Verkehr, Benutzer, Ausgestaltung, Standort, Umgebung) ausgedrückt werden. Im Unterschied zu Zeegers Studie, soll bei dieser auf eine empirische Absicherung verzichtet und die Parameter im statistischen Modell aufgrund einer Unfallanalyse, sowie basierend auf Vorkenntnissen und Expertenurteilen geschätzt werden. Gerade wegen des mangelnden Vorwissens über den simultanen Einfluss von Sicherheitsfaktoren besteht bei dieser Vorgehensweise die Gefahr, ein fehlspezifiziertes Modell zu akzeptieren.

8.5.3 Festlegung der Methodik

Ziel einer Studie ist die Erarbeitung eines multifaktoriellen Modells zur Abschätzung der Sicherheit an Querungsstellen für Fussgänger in Abhängigkeit von betrieblichen und infrastrukturellen Faktoren. Dieses soll dem Planer als Planungsinstrument/Planungshilfe zur Abschätzung der sicherheitstechnisch bestmöglichen Ausgestaltung von Querungsstellen dienen.

Anforderungen an eine Durchführung sind:

- Die Zielgrösse muss über alle Arten von Querungsstellen erhebbar und als Mass für die Sicherheit einer Querungsstelle möglichst aussagekräftig sein. Die Zielgrösse ist "Sicherheit der Fussgänger".
- Es werden nur Querungsstellen innerorts an verkehrsorientierten Strassen ohne Fussgängerlichtsignalanlage berücksichtigt.
- Die Entscheidung für eine Zielgrösse bestimmt das Stichprobendesign und die Auswertungsmöglichkeiten
- Das statistische Modell sollte möglichst sparsam sein, indem nur die relevanten Prädiktoren berücksichtigt werden.

8.5.4 Definition der Zielgrössen

Anhaltequote

Die Anhaltequote beschreibt, wie gut die Fahrzeug-Lenker ihrer gesetzlichen Pflicht nachkommen, bei Fussgängerstreifen den Fussgängern, die im Begriff sind, die Strasse zu überqueren, den Vortritt zu gewähren. Sie berechnet sich als Verhältnis zwischen den tatsächlich anhaltenden Fahrzeug-Lenkern und der Gesamtheit aller dazu verpflichteten Lenker. Sie wird daher in Prozentwerten angegeben. Auf Grund der in der Literatur gesichteten Quellen hinsichtlich Anhaltequote, ist ein Wertebereich von ca. 15% (Stefan et al. 2006) bis genau 100% (TCS 2007) zu erwarten.

Wie in Kapitel 4 erläutert, hängt die Sicherheit der überquerenden Fussgänger unter anderem davon ab, ob Fahrzeug-Lenker anhalten. Die Anhaltequote ist aber längst kein perfekter Indikator der Fussgängersicherheit. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass mit ansteigender Anhaltequote die Sicherheit zunimmt. Eine Anhaltequote im Bereich von annähernd 100% ist aber nicht gleichbedeutend mit einer 100%-igen Sicherheit. Bei hohen Anhaltequoten erleben Fussgänger, dass gewissermaßen alle Fahrzeuge halten. Sie verfügen über eine hohe subjektive Sicherheit, was zu geringerer Aufmerksamkeit führen kann. Da aber nicht alle Fahrzeuge halten, bleibt ein Unfallrisiko bestehen. Analog ist davon auszugehen, dass eine Anhaltequote von 0% nicht gleichbedeutend ist mit einer 0%-igen Sicherheit, denn die Fussgänger wissen, dass Lenker nicht halten und warten vor dem Überqueren.

Methodisch einschränkend ist, dass an Querungsstellen ohne Fussgängerstreifen keine Anhaltequote erhoben werden kann, da keine Verpflichtung für Lenker besteht, Fussgängern den Vortritt zu gewähren. Die Vorteile dieses Indikators sind die zu erwartende Variabilität und eine kostengünstige Erhebung im Feld. Schliesslich ist festzuhalten, dass mit der Literaturrecherche keine Forschungsergebnisse zum Zusammenhang zwischen Anhaltequote und Sicherheit gefunden werden konnten.

Aus den erwähnten Gründen ist für Untersuchungen, in denen auch die Sicherheit von Querungsstellen ohne Fussgängerstreifen erhoben wird, die Anhaltequote nicht geeignet.

Anzahl Querungsunfälle

Die Anzahl von Querungsunfällen ist ein naheliegender Indikator für die Sicherheit von überquerenden Fussgängern an einer Querungsstelle. Auf Grund erster Abschätzungen muss davon ausgegangen werden, dass die Anzahl Querungsunfälle an einer Querungsstelle, während einer Zeitperiode mit einigermaßen konstanten Bedingungen (z.B. 5 Jahre), sich im Wertebereich von 0 bis 3 bewegen dürfte.

Als problematisch könnte sich hingegen erweisen, dass bedingt durch die geografisch disperse Verteilung der Querungsunfälle viele Querungsstellen während einer gegebenen Zeitperiode (z.B. 5 Jahre) keine Unfälle aufweisen. Dies ist bei der Stichprobenziehung zu berücksichtigen (vgl. dazu das folgende Kap. 8.5.5). Schwierigkeiten bei der Datenbeschaffung sind dabei nicht auszuschliessen. Zur korrekten Lokalisierung der Querungsunfälle ist die Unfallskizze unentbehrlich. Diese wird von der zuständigen Polizei archiviert (Kantonspolizei oder Gemeindepolizei von grossen Ortschaften). Die Erfahrung zeigt, dass grosse Unterschiede in der Art und Weise sowie der Qualität der Archivierung bestehen.

Grundsätzlich wird die Anzahl Querungsunfälle als Sicherheitsmass als geeignet erachtet.

Unfallrate

Die Unfallrate quantifiziert das Risiko eines Fussgängers, beim Überqueren einer Strasse einen Unfall zu erleiden. Sie berechnet sich als Verhältnis zwischen der Anzahl Querungsunfälle und der Fussgängermenge (Anzahl getätigter Überquerungsvorgänge).

Die in der Literatur gefundenen Werte bewegen sich – je nach Situation und Menge des motorisierten Individualverkehrs in der Grössenordnung von 0 bis zu 1 Fussgängerunfall pro 1000 Überquerungsvorgänge (vgl. z.B. Ekman 1996). Grundsätzlich bestehen dieselben Probleme wie für die Anzahl Querungsunfälle.

Hinzu kommt ein statistisches Problem. Wird die Unfallrate als Zielgrösse verwendet, so findet sich die Fussgängermenge sowohl unter den Einflussfaktoren (vgl. Kap. "Mögliche Einflussgrössen") als auch im Nenner der Zielgrösse. Dies ist statistisch problematisch.

Unter Einhaltung der zitierten Bedingungen ist die Unfallrate als Sicherheitsmass geeignet.

Konfliktsituationen zwischen motorisiertem Individualverkehr und Fussverkehr

Die Analyse der Verkehrssicherheit auf Grund von Konflikten (für die vorliegende Fragestellung zwischen Fussgängern und Fahrzeugen) wird in Studien immer wieder durchgeführt. Es wird davon ausgegangen, dass Konflikte in wesentlichen Aspekten grosse Ähnlichkeit mit Unfällen aufweisen. Da Konflikte oder Beinaheunfälle häufiger auftreten als Unfälle, lassen sich diese statistisch einfacher auswerten. Ein Konflikt wird definiert als Verkehrssituation zwischen zwei (oder mehreren Verkehrsteilnehmern), die einen Unfall zur Folge hätte, wenn nicht mindestens einer der beiden ein scharfes Korrekturmanöver ausführen würde.

Da man nicht im Voraus weiss, ob an einer Querungsstelle Konflikte zwischen Fussgängern und motorisiertem Individualverkehr während der Erhebungsperiode stattfinden werden, besteht die Gefahr, an vielen Querungsstellen keine Konflikte beobachtet zu können. Da Konflikte im Gegensatz zu Unfällen nicht statistisch erfasst werden, ist es auch nicht möglich, Querungsstellen gezielt nach Konfliktraten auszuwählen (vgl. dazu Kap. Erhebung).

Für die Erhebung von Konflikten muss eine eindeutige Operationalisierung vorliegen, die definiert, welche Situationen als Konflikt zu bewerten sind und welcher Schweregrad dabei erreicht wird.

Die Erhebung von Konfliktsituationen als Sicherheitsmass ist bedingt geeignet.

8.5.5 Erhebung der Zielgrössen

Querungsunfälle

Eine Vorauswahl der Querungsunfälle zwischen Fussgängern und motorisierten Fahrzeugen kann anhand des verfügbaren Datensatzes der polizeilich registrierten Strassenverkehrsunfälle des BFS getroffen werden. Für die genaue Lokalisierung der Unfälle, müssen die Originalprotokolle mit angehängten Unfallskizzen vorliegen. Um eine möglichst hohe Fallzahl zu erreichen, werden alle Unfälle mit Personenschäden einbezogen.

Konflikte

Die Erhebung von Konfliktsituationen kann grundsätzlich auf zwei Arten durchgeführt werden: Querungsstellen werden über einen definierten Beobachtungszeitraum mit einer Videoanlage ausgerüstet. Das Videomaterial wird anschliessend gesichtet und durch geschultes Personal kodiert. Eine andere Möglichkeit ist es, Konflikte durch Beobachter erheben zu lassen und direkt am Platz zu kodieren. Beide Verfahren haben ihre Vor- und Nachteile. Die Erhebung per Videoausrüstung ist zeitlich und finanziell aufwändig, da nicht alle Querungsstellen gleichzeitig mit Kameras ausgerüstet werden können. Entsprechender Aufwand für die Installation und Deinstallation muss dabei berücksichtigt werden. Zudem ist nicht sicherzustellen, dass an allen Querungsstellen für eine externe Stromversorgung gesorgt werden kann. Eine grobe Abschätzung durch die Firma Verkehrsteiner in Bern (<http://www.verkehrsteiner.ch/>) ergab für 500 Beobachtungsstellen einen finanziellen Aufwand von 1.5 Mio. Sfr. Die Beobachtung durch Personal erfordert ebenfalls einen hohen Aufwand an Arbeitszeit. Die Kosten liegen geschätzt bei rund 500 000 Sfr. Der grösste Vorteil einer Videolösung ist die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse und die daraus resultierende hohe Reliabilität der Erhebung. Bei Beobachtung durch Personal ist die Gefahr grösser, dass Konfliktsituationen nicht oder nur fehlerhaft kodiert werden.

Für valide Ergebnisse ist bei beiden Erhebungsarten entscheidend, dass die Messung weder von Fahrzeuglenkern noch von Fussgängern wahrgenommen wird.

8.5.6 Definition und Erhebung der Prädiktoren

Prädiktor: Fussgänger-Schutzinsel

Definition: Es soll erhoben werden, ob eine bauliche Fussgänger-Schutzinsel bei der Querungsstelle vorhanden ist oder nicht. Zwar wurden in letzter Zeit vereinzelte Versuche mit markierten Fussgänger-Schutzinseln durchgeführt. Diese sind jedoch äusserst selten. Darum wird die Fussgänger-Schutzinsel als binäre Variable erhoben.

Ausprägung: Ja/nein

Erhebung: vor Ort beobachtet

Prädiktor: Fussgängerstreifen

Definition: Wie bereits vorgängig erläutert, wird der Fussgängerstreifen als infrastruktureller Faktor behandelt. Auch dieser Faktor wird als binäre Variable behandelt. An einer Querungsstelle wird erhoben, ob ein Fussgängerstreifen markiert ist oder nicht.

Ausprägung: Ja/Nein

Erhebung: vor Ort beobachtet

Prädiktor: Sichtweiten

Definition: Sichtweiten werden in alle Richtungen erhoben und abhängig vom jeweiligen Studiendesign ausgewertet. Werden als Zielgrösse Konfliktsituationen erhoben, kann z.B. die Sichtweite in Richtung des konfliktverursachenden Fahrzeugs in der Analyse berücksichtigt werden.

Ausprägung: Sichtweite in Metern (min. ca. 20 m)

Erhebung: vor Ort durch Messung erheben

Prädiktor: Anzahl Fahrstreifen

Definition: Relevant ist die totale Anzahl zu überquerender Fahrstreifen auf der Höhe der Querungsstelle. Dabei soll es keine Rolle spielen, ob zwischen Fahrstreifen eine Fussgänger-Schutzinsel vorhanden ist. Bus- und Taxispuren sollen dabei als Fahrstreifen gewertet werden, Tramgeleise hingegen nicht. Es ist davon auszugehen, dass die Anzahl Fahrstreifen zwischen 1 und 4 variieren kann.

Ausprägung: 1 – 4

Erhebung: vor Ort beobachtet

Prädiktor: Signal "Standort eines Fussgängerstreifens"

Definition: Ist das Signal vorhanden?

Ausprägung: Ja/Nein

Erhebung: vor Ort beobachtet

Prädiktor: Fahrbahnbreite

Definition: Fahrbahnbreite in Metern

Ausprägung: 2.x m – x.x m

Erhebung: vor Ort mit Messband

Prädiktor: Fussgängermenge

Definition: Die Fussgängermenge wird als Anzahl Querungen erhoben.

Ausprägung: Durchschnittliche Anzahl Fussgängerquerungen pro Tag

Erhebung: vor Ort per Beobachtung erheben

Prädiktor: Menge des motorisierten Individualverkehrs (DTV)

Definition: Zählung der motorisierten Fahrzeuge

Ausprägung: Durchschnittliche Anzahl Fahrzeuge pro Tag

Erhebung: vor Ort per Beobachtung

Prädiktor: Geschwindigkeitsniveau

Definition: Messung der Geschwindigkeiten der motorisierten Fahrzeuge

Ausprägung: V85%, Vm

Erhebung: vor Ort per Radargerät

Prädiktor: Lage makroskopisch

Definition: Lage der Querungsstelle im makroskopischen Umfeld

Ausprägung: Zentrum, Vorort, Ländlich

Erhebung: Auf Plänen ersichtlich

Prädiktor: Lage mikroskopisch

Definition: Detaillage der Querungsstelle

Ausprägung: Kreuzung, Freie Strecke

Erhebung: An Querungsstelle erheben

8.5.7 Stichprobe der Querungsstellen

Zur Sicherstellung aussagekräftiger Resultate, muss das Vorgehen bei der Stichprobenziehung der zu untersuchenden Querungsstellen gewissen grundsätzlichen Kriterien genügen. Im Idealfall sollte die Stichprobe der Querungsstellen als einfache Zufallsauswahl ("simple random sample") aus der "Grundgesamtheit aller Querungsstellen" gezogen werden und jede Querungsstelle die gleiche Auswahlchance haben. Voraussetzung hierfür wäre ein vollständiges Verzeichnis aller möglichen Querungsstellen. Da dieses nicht vorliegt, ist eine einfache Zufallsauswahl nicht realisierbar.

1. Variante

Für eine Studienvariante mit der Zielgrösse Fussgängerunfälle kann das Studiendesign als Fall-Kontroll-Studie angelegt werden. Die «Fälle» sind Querungen an denen sich in einem festgelegten Zeitraum Unfälle ereigneten. Diese können durch die Unfallaufnahmeprotokolle der Polizei bestimmt werden. Entsprechende «Kontrollen», Querungsstellen ohne Unfälle, müssen auf anderem Wege gewählt werden: Zum einen können diese über ein zweistufiges Design gewählt werden. In einem ersten Schritt wird eine Stichprobe aus den Gemeinden/Stadtteilen der Schweiz gezogen. Eine Stratifizierung, z.B. nach Gemeindegrösse ist möglich. Im zweiten Schritt erfolgt die Auswahl von Querungsstellen über ein «Random Walk/Random Route»-Verfahren. Von einem zufällig ausgewählten Startpunkt werden zufällige Routen bestimmt, die solange verfolgt werden, bis eine Querungsstelle erreicht wird. Dafür muss eine genaue Definition von Querungsstelle vorliegen und auch ein umfassendes Regelwerk für die Auswahl und Sonderfälle erstellt werden. Eine weitere Möglichkeit wäre die Unterstützung durch Fachpersonen mit Ortskenntnissen bei der 2. Auswahlstufe. Dieses könnten z.B. bfu-Sicherheitsdelegierte sein. Eine weitere Möglichkeit wäre ein sogenanntes «matching». Dabei wird jeder Querungsstelle mit Unfall eine oder mehrere in der direkten Umgebung liegende Querungsstelle zugeordnet.

2. Variante

Die 2. Variante eignet sich bei einer Studie mit Fussgängerunfällen oder mit Konfliktsituationen als Zielgrösse. Wiederum kommt das vorgeschlagene zweistufige Verfahren zum Einsatz, diesmal ohne Berücksichtigung des Unfallgeschehens. Dieses wird erst nach der Auswahl über die amtliche Statistik ermittelt. Konfliktsituationen werden an den ausgewählten Querungen prospektiv erhoben.

3. Variante

Die 3. Variante lehnt sich dem Design bei Zegeer et al. an und entspricht weitestgehend Variante 2. Im Unterschied dazu werden aber bei der 2. Auswahlstufe gezielt Querungsstellen mit Fussgängerstreifen gewählt und in der näheren Umgebung Querungsstellen ohne Markierung ausgewählt. Dieses Vorgehen entspricht einem 1:1-matching. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in der leichteren Erkennbarkeit von Querungsstellen.

Grundsätzlich gilt für die Analyse der Daten, dass diese immer speziell auf den Entstehungsmechanismus der Daten Rücksicht nehmen muss. Jede Abweichung im Stichprobendesign von einer reinen Zufallsauswahl hat Konsequenzen auf die aus den Daten abgeleiteten statistischen Modelle, insbesondere für die Berechnung von Standardfehlern.

Auch bei der Bestimmung von Querungsstellen muss mit grosser Sorgfalt vorgegangen werden. Bei Varianten 1 und 2 besteht die Gefahr, dass Querungsstellen anhand des Merkmals Fussgängerstreifen identifiziert werden, und somit Querungsstellen ohne Streifen unterrepräsentiert sind.

8.5.8 Stichprobengrösse

Die Zuverlässigkeit der Ergebnisse ist unmittelbar abhängig von der Stichprobengrösse. Eine Bestimmung der Stichprobengrösse erfordert aber die Kenntnis einiger bisher unbekannter Parameter: Neben den festzulegenden Fehlerniveaus (Alpha- und Betafehler) sind auch der Erwartungswert der Zielgrösse, die Anzahl der Prädiktoren sowie die Beziehung zwischen diesen und die zu erwartenden Effektgrössen entscheidend. Jede Abweichung von einem Zufallsstichprobendesign (Stratifizierung, zweistufige Auswahl) hat letztendlich einen "Designeffekt" zur Folge, der in der statistischen Auswertung berücksichtigt werden muss. Da alle vorgeschlagenen Stichprobenvarianten aufwendig in ihrer Erhebung sind, wird dringend empfohlen, einen ausführlichen Pretest vor der eigentlichen Erhebung durchzuführen. Neben der praktischen Umsetzungsmöglichkeit können so bereits Erkenntnisse über die Beziehung zwischen Prädiktoren und Zielgrössen und deren Erwartungswerten gewonnen werden.

Im Folgenden wird beispielhaft die Berechnung einer Stichprobe für die Auswertung mittels Poisson-Regression vorgestellt. Dafür wird von folgenden Annahmen ausgegangen: Der Alpha-Fehler wird auf 5 %, der Beta-Fehler auf 20 % festgelegt (siehe nachstehende Abbildung).

Für die Berechnung werden für die Erhöhung der mittleren Fussgänger Menge um eine Einheit (z-standardisierte Variable mit Mittelwert=0 und Standardabweichung=1) Effekte von 1.5 (Odds Ratio) bis zu 2.5 angenommen. Der mittlere Erwartungswert variiert von 0.01 bis zu 0.05 Querungsunfällen im Beobachtungszeitraum von 5 Jahren. Maximal 20 % der Varianz der Fussgänger Menge können durch die weiteren im Modell enthaltenen Prädiktoren erklärt werden.

Die Berechnung zeigt deutlich, dass bei hohen Effektgrössen (OR=2.5) die Stichprobengrössen, je nach Erwartungswert des Unfallgeschehens, mit bis zu 1000 Querungsstellen im mittleren Bereich liegen. Geringere Effektgrössen oder geringere Erwartungswerte führen schnell zu einem exponentiellen Anstieg der Stichprobengrösse.

Um die benötigte Stichprobengrösse zu verringern, könnten die Fehlerniveaus erhöht werden. Für valide Resultate ist dies aber eine ungeeignete Massnahme. Durch die Erhebung von Konfliktsituationen könnte ein höherer Erwartungswert erzielt werden. Da 3 der für die Berechnung erforderlichen Parameter geschätzt wurden, ist letztendlich für eine empirische Annäherung ein Pretest unabdingbar.

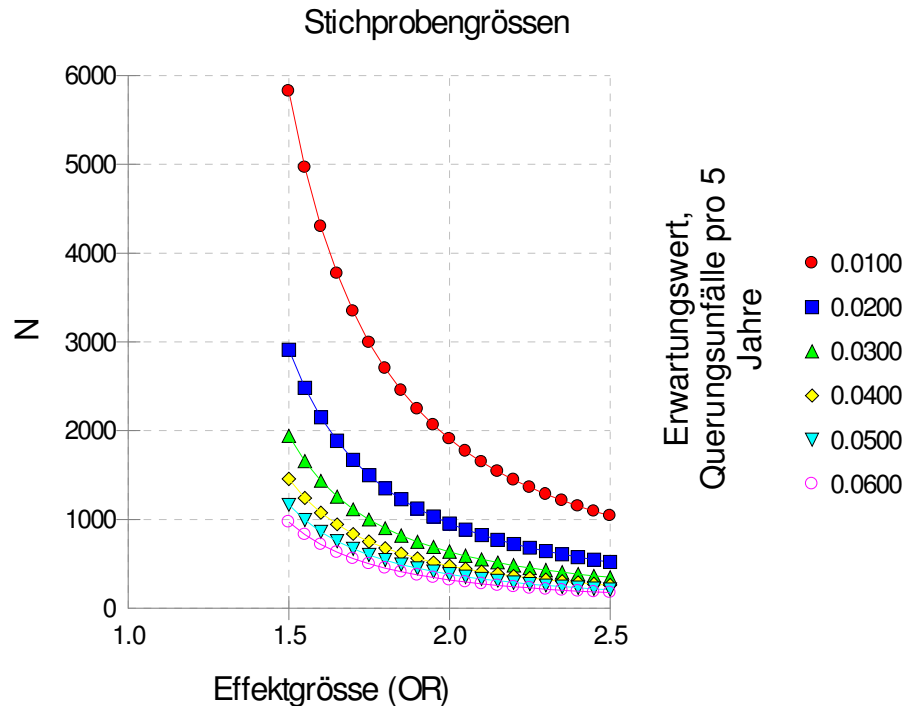


Abb. 8.78 Beispielberechnung Stichprobengrösse

8.5.9 Aufwand

Der personelle und finanzielle Aufwand der Studie richtet sich in erster Linie nach der erforderlichen Stichprobengrösse. Die Stichprobenziehung der Random-Walk erfordert jeweils hohen Personalaufwand. Die jeweilige Studiendauer wird ebenfalls durch die Grösse der Stichprobe bestimmt. Die Erhebung der Prädiktoren pro Querungsstelle wird inkl. Reisezeit mit 6 bis 8 Stunden veranschlagt. 1 Person erhebt also eine Querungsstelle pro Tag.

8.5.10 Risikoabschätzung

Sowohl der Erfolg der Umsetzung der Feldarbeit als auch die Zuverlässigkeit der zu erwartenden Ergebnisse ist zu diesem Zeitpunkt kaum abschätzbar. Es besteht in beiden Punkten das Risiko nicht zufriedenstellender Resultate. Mit einem Pretest können zumindest die für eine genauere Stichprobengrösse nötigen Parameter geschätzt werden und die praktische Durchführbarkeit (Random Walk, Ermittlung des Unfallgeschehens oder Erhebung von Konfliktsituationen) geprüft werden. Nach Durchführung und Auswertung des Pretest lassen sich die weiteren nötigen Anforderungen besser definieren und die Studie notfalls abbrechen. Trotz dieser Vorsichtmassnahmen birgt die Durchführung der Hauptstudie gewisse Risiken. Letztendlich kann sich die Stichprobe als zu gross oder zu klein erweisen. Im ersten Fall wären mehr Ressourcen als nötig eingesetzt worden, im letzteren erhält man ein wenig reliables Modell. Die Anpassung eines perfekten empirischen Modells wird dadurch erschwert, dass sich sowohl Unfälle als auch Konfliktsituationen nicht allein auf infrastrukturelle Faktoren zurückführen lassen. Auch die Merkmale der beteiligten Fahrzeuglenker und Fussgänger sowie situative Faktoren spielen für das Eintreten eines Unfalls / einer Konfliktsituation eine Rolle. Da diese im Modell nicht kontrolliert werden, ist mit einem entsprechend hohen Fehlerterm zu rechnen.

9 Studienvorschläge Untersuchung Teil II

9.1 Studienvorschlag 1

Design:	Unfallbelastete vs. Nicht unfallbelastete Querungsstellen (Fall-Kontroll-Design)
Vorgehen:	Bestimmung von unfallbelasteten Querungsstellen, Bestimmung von nicht-belasteten Querungsstellen (Verhältnis Fälle zu Kontrollen: 1:1) mittels zweistufiger Auswahl (Gemeinde/Random Walk).
Pretest	30 Querungsstellen mit Unfällen, 30 Querungsstellen ohne Unfälle, regional begrenzt. Querungsstellen mit Unfällen werden über die Polizeiprotokolle lokalisiert. Querungsstellen ohne Unfallbelastung werden mit zweistufigem Random-Walk-Verfahren bestimmt.

Kosten Pretest

Abb. 9.79 Kosten Pretest

Art der Leistung	Aufgabe	Anzahl	Kosten
Projektleitung/Wissenschaftliche Bearbeitung	Konzeption, Organisation und Auswertung	50h á 180,-	9'000
Sachbearbeitung	Organisation	50h á 120,-	6'000
Bestimmung unfallbelastete Querungsstelle	Erhebung	30 x 3h á 40,-	3'600
Erhebung Prädiktoren an unfallbelasteten Querungsstellen*	Erhebung	30 x 6h	15'000
Bestimmung unfallfreie Querungsstelle (Random/Walk) und Erhebung Prädiktoren*	Erhebung	30 x 8h	18'000
Total			51'600

* 2h Reisezeit, 4h Erhebung, inkl. Kilometerentschädigung und Schulungskosten, Übernachtungskosten fallen im Pretest nicht an.

** 2h Reisezeit, 2 "Random Walk", 4h Erhebung, inkl. Kilometerentschädigung und Schulungskosten, Übernachtungskosten fallen im Pretest nicht an.

Hauptstudie Für die Kostenberechnung werden die Stichprobengrößen von 500, 1000 2000 Fällen berechnet. Jeweils die Hälfte sind unfallbelastete, die andere Hälfte nicht unfallbelastete Querungsstellen. Die Erhebung findet in der ganzen Schweiz statt. Reise- und Übernachtungskosten sind für einen Teil der Querungsstellen einberechnet. Sonstiges Vorgehen analog Pretest.

Kosten Hauptstudie

Abb. 9.80 Kosten Hauptstudie

Art der Leistung	Aufgabe	Anzahl	Kosten		
			(n = 500)	(n=1000)	(n=2000)
Projektleitung/Wissenschaftliche Bearbeitung	Konzeption, Organisation und Auswertung	400h á 180,-	72'000	72'000	72'000
Sachbearbeitung	Organisation	1200h á 120,-	144'000	144'000	144'000
Bestimmung unfallbelastete Querungsstelle	Erhebung	1/2n x 1h á 40,-	10'000	20'000	40'000
Erhebung Prädiktoren an unfallbelasteten Querungsstellen*	Erhebung	1/2n x 6h	103'000	202'000	398'000
Bestimmung unfallfreie Querungsstelle (Random/Walk) und Erhebung Prädiktoren*	Erhebung	1/2n x 8h	124'000	242'000	478'000
Total			453'000	680'000	1'132'000

* 2h Reisezeit, 4h Erhebung, inkl. Kilometerentschädigung, Schulungskosten, Übernachtungskosten.

** 2h Reisezeit, 2 "Random Walk", 4h Erhebung, inkl. Kilometerentschädigung, Schulungskosten, Übernachtungskosten.

Vorteil: Moderate Anforderungen an die Stichprobengrösse

Nachteil: Eingeschränkte Analysemöglichkeiten (Binärer Outcome)

9.2 Studienvorschlag 2

Design: Unfallbelastete vs. Nicht unfallbelastete Querungsstellen (Replikation Zegeer et al.)

Vorgehen: Auswahl von Querungsstellen und nachträgliche Bestimmung des Unfallgeschehens mittels zweistufiger Auswahl (Gemeinde/Random Walk).

Pretest Damit genügend unfallbelastete Querungsstellen im Pretest erreicht werden, werden 200 Querungsstellen per Random Walk ermittelt. Das Unfallgeschehen wird nachträglich über Unfallprotokolle ermittelt. Da es in diesem Pretest vor allem um die Ermittlung des Erwartungswertes der Unfälle geht, wird auf die aufwendige Messung von Fussgänger- und Fahrzeugmengen, sowie Fahrzeuggeschwindigkeit verzichtet.

Kosten Pretest

Abb. 9.81 Kosten Pretest

Art der Leistung	Aufgabe	Anzahl	Kosten
Projektleitung/Wissenschaftliche Bearbeitung	Konzeption, Organisation und Auswertung	50h á 180,-	9'000
Sachbearbeitung	Organisation	50h á 120,-	6'000
Stichprobenermittlung per Random Walk*	Erhebung	200 x 4h	60'000
Ermittlung des Unfallgeschehens*	Erhebung	200 x 2h	16'000
Total			91'000

* 2h Reisezeit, 2 "Random Walk", 4h Erhebung, inkl. Kilometerentschädigung und Schulungskosten, Übernachtungskosten fallen im Pretest nicht an.

Hauptstudie Für die Kostenberechnung werden die Stichprobengrößen von 500, 1000 2000 Fällen berechnet. Da beim Studiendesign von Zegeer et al. Querungsstellen jeweils paarweise (mit und ohne Streifen) erhoben werden, fallen Reiskosten nur für die Hälfte der Querungsstellen an. Die Erhebung findet in der ganzen Schweiz statt. Reise- und Übernachtungskosten sind für einen Teil der Querungsstellen einberechnet.

Kosten Hauptstudie*Abb. 9.82 Kosten Hauptstudie*

Art der Leistung	Aufgabe	Anzahl	Kosten		
			(n = 500)	(n=1000)	(n=2000)
Projektleitung / Wissenschaftliche Bearbeitung	Konzeption, Organisation und Auswertung	400h á 180,-	72'000	72'000	72'000
Sachbearbeitung	Organisation	1200h á 120,-	144'000	144'000	144'000
Stichprobenermittlung per Random Walk und Erhebung von Prädiktoren*	Erhebung	n x 10h	143'000	282'000	558'000
Ermittlung des Unfallgeschehens	Erhebung	n x 1h	20'000	40'000	80'000
Total			379'000	538'000	854'000

* 2h Reisezeit, 2h "Random Walk", 6h Erhebung, inkl. Kilometerentschädigung, Schulungskosten, Übernachtungskosten.

Vorteil: Die Replikation erlaubt Quervergleiche zum Zegeerschen Modell. Die Auswahl "benachbarter" Querungsstellen ist effizient.

Nachteil: Es ist anzunehmen, dass viele Querungsstellen keine Unfälle aufweisen ("Zero-Inflation").

9.3 Studienvorschlag 3

Design: Erhebung von Konfliktsituationen

Vorgehen: Auswahl von Querungsstellen mittels zweistufiger Auswahl (Gemeinde/Random Walk) und Erhebung von Konfliktsituationen.

Pretest 100 Querungsstellen werden per Random Walk ermittelt. Konflikte werden anhand einer Kodierliste erfasst.

Kosten Pretest*Abb. 9.83 Kosten Pretest*

Art der Leistung	Aufgabe	Anzahl	Kosten
Projektleitung/Wissenschaftliche Bearbeitung	Konzeption, Organisation und Auswertung	50h á 180,-	9'000
Sachbearbeitung	Organisation	50h á 120,-	6'000
Stichprobenermittlung per Random Walk, Erhebung von Prädiktoren und Konfliktsituationen*	Erhebung	100 x 12h	64'000
Total			79'000

* 2h Reisezeit, 2 "Random Walk", 8h Erhebung von Fussgänger- und Fahrzeugmengen, Geschwindigkeiten und Konfliktsituationen, Kosten inkl. Kilometerentschädigung und Schulungskosten, Übernachtungskosten fallen im Pretest nicht an.

Hauptstudie Für die Kostenberechnung werden die Stichprobengrößen von 500, 1000 2000 Fällen berechnet. Die Erhebung findet in der ganzen Schweiz statt. Reise- und Übernachtungskosten sind für einen Teil der Querungsstellen einberechnet.

Kosten Hauptstudie*Abb. 9.84 Kosten Hauptstudie*

Art der Leistung	Aufgabe	Anzahl	Kosten		
			(n = 500)	(n=1000)	(n=2000)
Projektleitung/Wissenschaftliche Bearbeitung	Konzeption, Organisation und Auswertung	400h á 180,-	72'000	72'000	72'000
Sachbearbeitung	Organisation	1200h á 120,-	144'000	144'000	144'000
Stichprobenermittlung per Random Walk, Erhebung von Prädiktoren und Konfliktsituationen*	Erhebung	n x 12h	322'000	638'000	1'271'000
Total			538'000	854'000	1'487'000

* 2h Reisezeit, 2h "Random Walk", 8h Erhebung von Fussgänger- und Fahrzeugmengen, Geschwindigkeiten und Konfliktsituationen, Kosten inkl. Kilometerentschädigung, Schulungskosten, Übernachtungskosten.

Vorteil: Prospektive Erhebung

Nachteil: Die Häufigkeit des Auftretens von Konfliktsituationen ist unbekannt. Die Validität von Konfliktsituationen als Indikator für Sicherheit ist wissenschaftlich umstritten.

9.4 Vergleichende Bewertung / Empfehlung

9.4.1 Überblick

	Variante 1	Variante 2	Variante 3
	Unfallbelastete vs. Nicht unfallbelastete Querungsstellen (Fall-Kontroll-Studie)	Unfallbelastete vs. Nicht unfallbelastete Querungsstellen (Replikation Zegeer et al.)	Erhebung von Konfliktsituationen
Kosten Pretest	51'600	91'000	79'000
Kosten Hauptstudie (bei n = 2000)	1'132'000	854'000	1'487'000
Zielgrösse	Unfallbelastung ja/nein	Anzahl Unfälle	Anzahl Konflikte
Stichprobenermittlung	Polizeiprotokoll/2-stufiger Random Walk	2-stufiger Random Walk mit matching	2-stufiger Random Walk
Validität der Zielgrösse	++	++	-
Statistische Modellierung	-	+	+
Kosten	--	-	--
Zeitlicher Aufwand	-	-	--
Erfolgsaussichten (kann erst nach Pretestdurchführung beurteilt werden)	?	?	?

Abb. 9.85 Überblick Kosten

9.4.2 Kommentar

Es zeigt sich, dass alle vorgeschlagenen Studienvarianten grosse Kostenfolgen haben. Dies ist systemimmanent, denn das Ziel der anvisierten Forschung besteht darin, den simultanen Einfluss diverser betrieblicher und infrastruktureller Faktoren sowie deren Interaktion auf die Sicherheit von Querungsstellen zu untersuchen. Dies ergab sich bei der im Verlaufe der vertieften Analyse der hinsichtlich Methodik relevanten Literatur. Die sehr intensive – letztlich vergebliche – Suche (Literatur, Fachdiskussionen) nach kostengünstigeren Varianten führte dabei zu zwei Schlüssen:

1. Verzicht auf einen Pretest im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit, obwohl dieser ursprünglich geplant war. Es zeigt sich, dass selbst der kostengünstigste Pretest (Variante 1) jeglichen Budget-Rahmen gesprengt hätte.
2. Grundsätzliche Ablehnung einer kostengünstigeren Variante, weil damit keine repräsentativen Resultate zu erwarten sind.

9.4.3 Empfehlung

Aus Sicht der Autoren ist Variante 2 (unfallbelastete vs. nicht unfallbelastete Querungsstellen; Replikation von Zegeer et al. (2005)) die erfolgversprechendste. Da jedoch auch diese Variante mit Risiken hinsichtlich Methodik und Kosten behaftet ist, ist ein Pretest in jedem Falle zu empfehlen. Die Aufnahme von weiteren Prädikatoren sollte geprüft werden (z.B. Art der Randbebauung (dicht, offen, zurückliegend)).

Sollte aus Kostengründen ganz auf die Durchführung einer umfassenden Hauptuntersuchung verzichtet werden, ist die Untersuchung von Einzelaspekten (siehe folgendes Kapitel) erneut zu thematisieren.

10 Weiterer Forschungsbedarf

Ziel dieses Forschungsauftrages war, anhand einer Literaturlauswertung die massgebenden betrieblichen und infrastrukturellen Beurteilungskriterien für den Einsatz von Fussgängerstreifen darzustellen und die Abhängigkeiten zwischen diesen Kriterien aufzuzeigen. Zusätzliche empirische Untersuchungen werden in der Folgeforschung „Fussgängerstreifen: Hauptuntersuchung“ durchgeführt.

Folgende Themen im Zusammenhang mit Fussgängerstreifen konnten aufgrund des Literaturstudiums im Rahmen dieser Forschungsarbeit nicht behandelt oder nicht eindeutig geklärt werden. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf:

- Eine umfassende Aussage über Wirkung, Effekt und insbesondere Zusammenwirken der infrastrukturellen und betrieblichen Faktoren auf die Sicherheit für querende Fussgänger an Querungsstellen kann auf Grund des heutigen Wissensstandes nicht gemacht werden. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf.
- Spezifische Anforderungen an teilgeregelte Querungsstellen (z.B. wenn Fussgängerstreifen nur zur Spitzzeit durch eine Lichtsignalanlage geregelt sind) wurden nicht behandelt.
- Aus Sicht der Forschungsstelle besteht Forschungsbedarf bezüglich der zeitlich begrenzten Beleuchtung. Dabei sind mehrere Faktoren zu berücksichtigen wie zum Beispiel: FG- und Fz-Frequenzen, öV-Takt. Weiterer Forschungsbedarf besteht bezüglich der Beurteilung der Beleuchtung von bestehenden Fussgängerstreifen (Checklisten bei der Road Safety Inspection). Die Richtlinie der SLG ist bezüglich der vertikalen minimalen Beleuchtungsstärke (gilt für den ganzen Halteraum) anzupassen.
- Der Bedarf / die Zweckmässigkeit eines generellen Überholverbotes im Bereich von Fussgängerstreifen konnte nicht abgeklärt werden.
- Die zweckmässige Berücksichtigung von fahrzeugähnlichen Geräten (fäG) im Zusammenhang mit Fussgängerstreifen konnte im Rahmen dieser Forschungsarbeit nicht geklärt werden. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf.
- Zu folgenden Spezialfällen liegen keine eindeutigen Erkenntnisse vor:
 - Der zweckmässige Umgang mit zwei Fahrstreifen in derselben Fahrriichtung konnte nicht eindeutig geklärt werden. Auch bei einer Anordnung einer Schutzinsel zwischen den Fahrstreifen in derselben Fahrriichtung bestehen Sicherheitsbedenken, welche nicht geklärt werden konnten. Es besteht die Gefahr, dass die Fussgänger auf der Schutzinsel den fahrenden Verkehr von der „falschen“ Fahrriichtung erwarten (Fussgänger blicken in die falsche Riichtung).
 - Der Einfluss von speziellen Lichtverhältnissen (z.B. Tunnelportalen) auf die zweckmässige Lage eines Fussgängerstreifens konnte nicht geklärt werden. Es besteht die Vermutung, dass ungünstige Lichtverhältnisse (z.B. Veränderung der Lichtbedingungen bei Tunnelportalen) die Sicherheit bei Fussgängerstreifen negativ beeinflussen.
 - Der Umgang mit Fussgängerstreifen im Bereich von Fahrstreifenadditionen oder -reduktionen konnte nicht geklärt werden.
 - Für die Markierung von Fussgängerstreifen im Bereich von Strassenbahnen enthält die Forschungsarbeit einen Vorschlag (siehe Kapitel 7.2.4). Die Zweckmässigkeit dieses Vorschlages konnte jedoch nicht im Detail untersucht werden. Eine Untersuchung im Rahmen eines Pilotversuchs wird als zweckmässig beurteilt.
 - Der Nutzen von Quermarkierungen (Haifischzähne oder optische Bremsen) vor Fussgängerstreifen ist tendenziell positiv. Die Umsetzbarkeit in der Schweiz konnte jedoch nicht eindeutig geklärt werden. Es ist insbesondere auch unklar, ob eine der beiden Markierungsformen eine eindeutig bessere Wirkung hat oder ob sich je nach Situation die eine oder die andere Markierungsform besser eignet.

Folgende rechtlichen Aspekte konnten im Rahmen dieser Forschungsarbeit nicht geklärt werden (siehe auch Kapitel 3.1.7):

- Beurteilung der 50 m – Regel gemäss Art. 47 VRV

Folgende rechtlichen Aspekte sollten aufgrund der vorliegenden Forschungsarbeit überprüft werden:

- Gemäss Art. 77 Abs. 2 SSV beträgt die minimale Länge der Halteverbotslinie 10 m. Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wird bei Geschwindigkeiten von 50 km/h eine minimale Länge von 15 m empfohlen (analog bestehender Norm SN 640 241).
- Gemäss Art. 47 SSV ist das Signal 4.11 immer an Fussgängerstreifen ausserorts sowie an unerwarteten oder schlecht erkennbaren Fussgängerstreifen innerorts anzuordnen. Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wird empfohlen, dass grundsätzlich alle Fussgängerstreifen mit dem Signal 4.11 ausgerüstet werden sollen. Bei aufgewerteten Strassenräumen und in Zentrumsbereichen kann ausnahmsweise bei begründeten Fällen (deutliche Erkennbarkeit des Fussgängerübergangs) auf das Signal verzichtet werden.
- Im Rahmen dieser Forschungsarbeit werden unter gewissen Voraussetzungen markierte Fussgängerschutzinseln empfohlen. Die rechtliche Machbarkeit einer markierten Schutzinsel ist zu klären.
- Im Rahmen dieser Forschungsarbeit werden unter gewissen Voraussetzungen markierte Kopfelemente empfohlen. Die rechtliche Machbarkeit ist zu klären.
- Folgende unverständliche oder seltsame Formulierungen sollten überprüft werden:
 - In Art. 10 VRV werden Fussgänger als „Hindernisse“ bezeichnet.
 - In Art. 10 VRV ist beschrieben, dass Fahrzeugführer nicht überholen dürfen, wenn Fussgänger die Strasse überqueren. Dies sollte auch gelten, wenn sich die Fussgänger noch am Fahrbahnrand befinden, jedoch eine Querungsabsicht vorhanden ist.
 - Gemäss Art. 11 SSV wird das Signal „Fussgängerstreifen“ (1.22) unter anderem angeordnet, wenn Fussgängerstreifen für die Fahrzeugführer nicht rechtzeitig erkennbar sind. Die Zweckmässigkeit dieser Aussage sollte überprüft werden. Darf ein Fussgängerstreifen für Fahrzeugführer nicht rechtzeitig erkennbar sein?

Anhänge

I	Zusammenhang Einsatzkriterium/Ausrüstung	142
II	Massgebende Normen	143
III	Literaturlauswertung	144
III.1	Schweiz	144
III.2	Deutschland	165
III.3	Österreich	174
III.4	USA	184
III.5	Weiteres Ausland	186
III.6	Literatur hinsichtlich Methodik	187
IV	Interesse am Thema / Zeitungsartikel	202

Massnahmen, welche für die Verkehrssicherheit relevant sind		Ausrüstung gemäss heutigem Recht									Zusatzrüstung (gemäss heutigem Recht nicht vorgesehen)		
		Signalisation, Markierung					bauliche Massnahmen						
		Signal 4.11 	Signal 1.22 (1) 	Signal 1.23 	Markierung Signal "Kinder" 	Überholverbot, Sicherheitslinie 	Gelbes Blinklicht (2) 	Schutzinsel 	Vorgezogener Seitenraum oder Fahrbahneinengung (3) 	Vertikalversatz (4) 	Markierte FG-Schutzinseln 	markiertes Kopfelement im Halteraum des FGS (5) 	Markierung Signal "Strassenbahn"
Einsatzkriterien (Randbedingungen)	Kriterium	Indikator											
Situation des FGS													
Lage im Netz:	ausserorts (Gutachten)			keine FGS im Bereich von Schulhäusern und dergleichen									
- innerorts:	freie Strecke												
	Knotenbereich ohne LSA												
	LSA - Knoten												
	Kreisel												
Gestaltungscharakter: - verkehrsorientierte Strassen (VOS)	aufgewerteter Strassenraum (VOS)												
	mittlere Gestaltung (VOS)												
	ohne Einfluss der Umgebung (VOS)												
	Ortsrand (VOS)												
	siedlungsorientierte Strassen (SOS)												
	Tempo 30	Verzicht auf Signalisation und Massnahmen, wenn V_{85} nicht grösser als 30 km/h sind; Beschränkung auf die Signalisation, wenn V_{85} zwischen 30 und 40 km/h liegt; Signalisation und Realisierung von baulichen Massnahmen, wenn V_{85} höher als 40 km/h ist.											
öffentlicher Verkehr	Busbucht, Fahrhaltestelle												
	Tramhaltestelle, Tramgleis												
Fahrbahnbreite	< 7.50 m												
	7.50 - 10.50 m												
	> 10.50 m												
Verkehr und Betrieb													
Benutzergruppe (massg. Anteil)	Normalfall (keine Sondergruppen)												
Verkehrszweck	gefährdete FG-Gruppen (z.B. Schüler, etc.)												
Verkehrliche Voraussetzungen		Bei der Beurteilung zur Anordnung und Ausrüstung von FGS ist die Mänge der querenden Fussgänger (SSV in FG/h) und die Fahrzeugverkehrsstärke (SSV in Fz/h bzw. DTV in Fz/Tag) zu berücksichtigen.											
gefährdete Geschwindigkeit $V_{85} < 60$ km/h		Bei der Beurteilung zur Anordnung und Ausrüstung von FGS ist die effektiv gefährdete Geschwindigkeit V_{85} zu erheben (bei geplanten Anlagen abzuschätzen).											

- Bemerkungen:**
- Bei ungenügender Erkennbarkeit kann ein FGS nicht mit einem vorgelagerten Signal 1.22 „saniert“ bzw. gesichert werden. Das Signal ist eine unterstützende Massnahme. Ein FGS muss à priori korrekt ausgestaltet sein.
 - Einsatz gelbes Blinklicht: nur in Ausnahmefällen und nicht als Ersatzmassnahme bei einem Mangel der Anlage (z.B. ungenügende Sichtweite).
 - Das Element "Fahrbahneinengung" sollte primär in Zonen mit reduzierter Geschwindigkeit (Verkehrsberuhigungselement in Tempo 30 – Zonen, Verkürzung der Querungsdistanz) oder bei Längsparkfeldern am Fahrbahnrand (zur Verbesserung der Sicht) zum Einsatz gelangen.
 - Das Element "Vertikaler Versatz": die Neigung ist auf Funktion der Strasse und Lage des Übergangs auszurichten.
 - Eine Überquerung der Strasse ist ein kommunikativer Prozess zwischen Fz-Lenker und FG. Eine unerwartete Überquerung der Strasse kombiniert mit begrenzter Anhaltenmöglichkeit des Systems Lenker-Fahrzeug (z.B. Schwerverkehr) führt zu einem grossen Gefährdungspotential. Um das Verhalten des FG zu beeinflussen, kann ein "markiertes Kopfelement" eine positive Wirkung erzielen.

Legende:	
	Auswirkung positiv: der Einsatz von Massnahme ist ausdrücklich zu empfehlen
	Auswirkung positiv: kann verwendet werden
	Expertenkonsensus zwischen Forschungsstelle und Begleitgruppe: kann unter gewisse Voraussetzungen oder Gutachten verwendet werden
	Auswirkungen beschränkt oder eher negativ: kann unter gewisse Voraussetzungen oder Gutachten verwendet werden
	nach Expertenkonsensus nicht empfehlenswert
	Einsatzkriterium nicht relevant

Grundsätze	1. Alle Querungsstellen sind planerische Einzelfälle 2. Notwendigkeit zur Querung vorhanden (640 070, 640 240)
Zwingende Merkmale für den Einsatz von FGS ohne LSA (Normalfall):	1. Bei der Anordnung von FGS sind die minimale Sichtweiten einzuhalten. 2. FGS sind dort anzuordnen, wo V_{85} gefährdet oder $V_{85} < 60$ km/h beträgt. 3. FGS sind vor allem im Innerortsbereich anzuordnen. 4. FGS werden im Normalfall nicht über mehrere Fahrstreifen je Fahrtrichtung angelegt werden. 5. Bei der Anordnung von FGS ist die Menge der querenden FG und die Fz-Stärke zu berücksichtigen. 6. Für die FG sind beidseitig der Strasse Halteräume vorzusehen. 7. Generell sind die FGS und Halteräume gemäss Normen zu beleuchten.

I Zusammenhang Einsatzkriterium/Ausrüstung

II Massgebende Normen

Im Zusammenhang mit Fussgängerstreifen sind insbesondere folgende Normen von Bedeutung:

- SN 640 070 Fussgängerverkehr; Grundnorm
- SN 640 090b Projektierung, Grundlagen; Sichtweiten
- SN 640 212 Entwurf des Strassenraums; Gestaltungselemente
- SN 640 240 Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr; Grundlagen
- SN 640 241 Fussgängerverkehr; Fussgängerstreifen
- SN 640 846 Signale; Anordnungen an Haupt- und Nebenstrassen
- SN 640 851 Besondere Markierungen; Anwendungsbereiche, Formen und Abmessungen
- SN 640 880 Bushaltestellen
- SN 640 214 Entwurf des Strassenraumes, Farbliche Gestaltung von Strassenoberflächen

III Literaturlauswertung

Bei der Auswertung der einzelnen Grundlagen werden insbesondere diejenigen Inhalte aufgeföhrt, welche für die vorliegende Untersuchung von Bedeutung sind.

III.1 Schweiz

Quelle:

Forschungsauftrag VSS 1998/195: Für Motorfahrzeuge und leichte Zweiräder be-fahrbare und für den Fussgängerverkehr ganz oder teilweise zugängliche Streifen in der Mitte der Fahrbahn

[26]

Diese Forschungsarbeit enthält Rahmenbedingungen und Einsatzkriterien von Mehr-zweckstreifen. Sie enthält unter anderem Aussagen zur Sicherheit bei Fussgängerque-rungen.

Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen
Verkehrsbelastung	<ul style="list-style-type: none"> Auch bei hohem DTV (bis ca. 20'000) ist ein flächiges Fussgängerqueren noch attraktiv. Voraussetzungen sind ein tiefes Geschwindigkeitsniveau und gesicherte Querungsstellen auf dem Mehrzweckstreifen.
Benutzergruppen	<ul style="list-style-type: none"> Wo bei Fussgängerquerungen erhöhte Anforderungen an die Sicherheit gestellt werden (Schulwegquerungen, Sehbehinderte, etc.) ist ein Mehr-zweckstreifen (flächiges Queren, ohne Fussgängerstreifen) selten geeignet.
Ausrüstung	Fussgängerstreifen
Schutzinsel / Poller	<ul style="list-style-type: none"> Werden Mehrzweckstreifen zum Abbiegen benutzt, sollten zum Schutz von querenden Fussgängern in Abständen zwischen 20 m und 35 m (bis ca. 65 m) Poller o.ä. angeordnet werden. Wird ein flächiges Fussgängerqueren angestrebt, so sein gesicherte Que-rungsstellen (mit Poller o.ä.) mit einer minimalen Breite von 1.50 m (bei tie-fen Geschwindigkeiten und geringem Verkehrsaufkommen mind. 1.30 m) wünschenswert.
Bewertung Quelle	
<ul style="list-style-type: none"> Evidenzniveau: 3 Im Rahmen der Forschungsarbeit wurden über 50 Fallbeispiele ausgewer-tet. Dabei wurden vorhandenen Vorher- / Nachheruntersuchungen ausgwertet und Expertengespräche (Polizei, Unterhalt, Bauämter, Planer, etc.) geföhrt. Es wurden keine eigenen Felduntersuchungen durchgeföhrt. 	

Quelle:

Forschungsauftrag VSS 1999/271: Querungen für den Fuss- und leichten Zweiradverkehr, April 2008

[27]

Die Forschungsarbeit ordnet den Bereich der Querungen des Fuss- und leichten Zweiradverkehrs (Veloverkehr) sowohl begrifflich als auch vorgehensmässig. Sie stellt eine umfassende Basis für die Bestimmung der Notwendigkeit und für die korrekte Evaluation des richtigen Typs einer Querung dar. Die Forschungsarbeit sollte die Grundlagen für die Erarbeitung der VSS-Norm SN 640 240 „Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr, Grundlagen“ liefern. Die Forschungsarbeit gibt einen Überblick über die verschiedenen Entscheidungskriterien (nur teilweise quantifiziert).

Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen
Lage	<ul style="list-style-type: none"> Querungen mit Vortritt sind ausserorts zu vermeiden.
Lage auf dem Strassenabschnitt	<ul style="list-style-type: none"> Querungen im Bereich von Knoten sind für den Langsamverkehr sicherer als solche an Strecken.
Strassentyp, Funktion im Netz	<ul style="list-style-type: none"> Auf siedlungsorientierten Strassen mit hoher Bedeutung der Querungsnachfrage für spezielle Benutzergruppen (z.B. Schüler, Betagte, Menschen mit einer Behinderung) Auf Strassen mit siedlungsorientierter Funktion und stark verkehrsorientierter Prägung mit hoher Bedeutung der Querungsnachfrage für mindestens 2 Benutzergruppen. Auf verkehrsorientierten Strassen innerorts mit mittlerer bis hoher Bedeutung der Querungsnachfrage für mindestens 1 Benutzergruppe.
Sichtweite	<ul style="list-style-type: none"> Ungenügende Sichtverhältnisse sollte nicht grundsätzlich eine Verschiebung oder Elimination einer Querung zur Folge haben. Besteht eine Nachfrage für eine Querung und ist eine Verschiebung oder Bündelung nicht möglich sind Anpassungen an der Gesamtanlage zu prüfen. <ul style="list-style-type: none"> Reduktion der Geschwindigkeit Anpassung der Geometrie der Anlage Anpassungen der Umfeldgestaltung, der baul. Elemente Trottoirnasen o. ä.
Wunschlinien der Fussgänger	<ul style="list-style-type: none"> Verschiebungen und Bündelungen werden vom Fussverkehr angenommen, wenn die Abweichung von der Wunschlinie maximal 5 m beträgt. Bei Abweichungen bis zu 10 m ist noch mit einer genügenden Akzeptanz zu rechnen. Die Querungsnachfrage sollte punktuell rechtwinklig oder diagonal sein.
Gefahrenere Geschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> $V_{85} \leq 60$ km/h In Tempo – 30 – Zonen, wenn besondere Vortrittsbedürfnisse diese erfordern (z.B. Schulen, Heimen)
Ausrüstung	Fussgängerstreifen
Zusatzausrüstungen	<ul style="list-style-type: none"> Keine geeigneten Mittel sind in der Regel zusätzliche Signale, Blinklichter und ähnliches.
Bewertung Quelle	
	<ul style="list-style-type: none"> Evidenzniveau: 3 Im Rahmen der Forschungsarbeit wurde die Literatur ausgewertet und eine Sammlung von Beispielen verschiedener Querungstypen betrachtet. Zudem flossen die Erfahrungen aus eigenen Projekten und Planungen ein. Eigene Felduntersuchungen wurden nicht durchgeführt.

Quelle:

Spacek P.: Entwurf von Strassen, IVT ETH Zürich, 2004

[72]

Die wesentlichen Ergebnisse dieser neuen Forschung (BERNHARD [1990]; DURTH /WEISE [1995], MARX / PILCHER [1996] zeigen, dass die bei Bremsvorgängen mobilisierte Verzögerung in der Grösse und im Zusammenhang mit der Geschwindigkeit **nicht den Modellannahmen entspricht**. Für die Richtlinien in Deutschland und Österreich wurde deshalb empfohlen, die Anhaltesichtweiten aufgrund eines geschwindigkeitsunabhängigen **konstanten Wertes** der Bremsverzögerung zu ermitteln (D: 4.5 m/s²; A: 5.0 m/s²).

Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen / Fussgängerüberwege (FGÜ)																																			
<p>Sichtweite</p>	<div data-bbox="651 656 1401 1115" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Anhalteweg im Zusammenhang mit der Ausgangsgeschwindigkeit ($t_R = 2$ s)</p> <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <caption>Estimated data from the graph</caption> <thead> <tr> <th>Ausgangsgeschwindigkeit [km/h]</th> <th>SN 640 041 (D) [m]</th> <th>SN 640 041 (A) [m]</th> <th>SN 640 090b (D) [m]</th> <th>SN 640 090b (A) [m]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>35</td> <td>35</td> <td>35</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>45</td> <td>45</td> <td>50</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>55</td> <td>55</td> <td>65</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>70</td> <td>65</td> <td>65</td> <td>80</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>75</td> <td>75</td> <td>95</td> <td>95</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>Abbildung: Forschungsstelle SNZ,/bfu./Bühlmann</p> <p>Der Vergleich zeigt, dass die Richtwerte für die Sichtweite von und auf Warteflächen bei den VSS-Normen 640 090b und 640 241 grösser sind als diejenigen in Deutschland und Österreich.</p>	Ausgangsgeschwindigkeit [km/h]	SN 640 041 (D) [m]	SN 640 041 (A) [m]	SN 640 090b (D) [m]	SN 640 090b (A) [m]	30	25	25	25	25	40	35	35	35	35	50	45	45	50	50	60	55	55	65	65	70	65	65	80	80	80	75	75	95	95
Ausgangsgeschwindigkeit [km/h]	SN 640 041 (D) [m]	SN 640 041 (A) [m]	SN 640 090b (D) [m]	SN 640 090b (A) [m]																																
30	25	25	25	25																																
40	35	35	35	35																																
50	45	45	50	50																																
60	55	55	65	65																																
70	65	65	80	80																																
80	75	75	95	95																																
Bewertung Quelle	Fussgängerstreifen																																			
<p>Vorlesungsunterlage</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Evidenzniveau: 2 • Das Bemessungsmodell für Anhaltesichtweiten im Innerortsbereich kann vereinfacht werden, indem die Bremsverzögerung konstant unabhängig von der Geschwindigkeit angenommen wird. 																																			

Quelle:

Forschungsauftrag SVI 2002/001: Fussgängerstreifenlose Ortszentren, November 2006

[25]

Die Forschungsarbeit Fussgängerstreifenlose Ortszentren (FLOZ) untersucht die Zweckmässigkeit des Ansatzes, bei verkehrsorientierten Strassen mit tiefem Geschwindigkeitsniveau in Ortszentren auf Fussgängerstreifen zu verzichten.

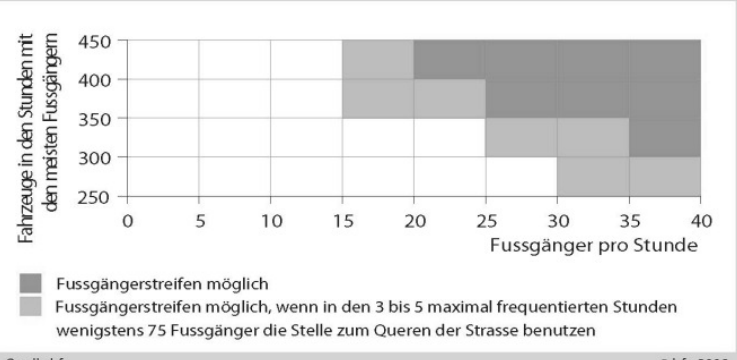
Einsatzkriterien	Voraussetzungen für FLOZ
Gestaltungscharakter	<ul style="list-style-type: none"> • Strassenraumgestaltung, welche eine fussgängerverträgliche Geschwindigkeit des fahrenden Verkehrs gewährleistet und die flächige Querung der Fahrbahn sowie den Zentrumscharakter betont
Anzahl Fahrstreifen	<ul style="list-style-type: none"> • ≤ 2
Überquerungsbreite	<ul style="list-style-type: none"> • Zweistreifiger Querschnitt ohne Mehrzweckstreifen (MZS) ≤ 3.25 m pro Fahrstreifen • Einstreifiger Querschnitt (oder 2-streifig mit Insel) ≤ 5.0 m
Benutzergruppen	<ul style="list-style-type: none"> • Geringer Anteil an speziellen Benutzergruppen
Verkehrsbelastung	<ul style="list-style-type: none"> • Einstreifiger Querschnitt \leq ca. 8'000 Fz (DTV) • Zweistreifiger Querschnitt ohne MZS \leq ca. 6'000 Fz (DTV) • Zweistreifiger Querschnitt mit MZS \leq ca. 18'000 Fz (DTV)
Sichtweite	<ul style="list-style-type: none"> • Global 100 m (minimal 50 m)
Wunschlinien der Fussgänger	<ul style="list-style-type: none"> • Flächige Verteilung der Wunschlinien im überwiegenden Teil des Ortszentrums
Geschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • $V_{85} \leq 35$ km/h (in Ausnahmefällen ≤ 40 km/h)
Fussgängerquerungen	<ul style="list-style-type: none"> • ≥ 100 FG pro 100 m
Ausrüstung	Voraussetzungen für FLOZ
Fussgängerwarteraum	<ul style="list-style-type: none"> • Global vorhanden, Tiefe 1.20 m
Beleuchtung	<ul style="list-style-type: none"> • Leuchtdichte > 2 cd/m²
Sicherheit	Fussgängerstreifen / FLOZ
	<ul style="list-style-type: none"> • Die objektive Verkehrssicherheit scheint durch die Einführung von FLOZ unter den beschriebenen Bedingungen nicht zu sinken (bessere Kommunikation)
Bewertung Quelle	
	<ul style="list-style-type: none"> • Evidenzniveau: 3 • In 5 Ortszentren verschiedener Grösse wurden Situationen mit und ohne Fussgängerstreifen analysiert. Aufgrund der geringen Zahl der untersuchten Fallbeispiele haben die Aussagen eine gewisse Unschärfe.

Quelle:

Fussverkehr Schweiz: Fussgängerstreifen in Tempo-30-Zonen, Okt. 2008

[31]

Das Positionspapier von Fussverkehr Schweiz befasst sich mit Fussgängerstreifen in Tempo-30-Zonen. Das Papier gibt insbesondere Auskunft über die rechtliche Situation.



Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen
Gestaltungscharakter	<ul style="list-style-type: none"> Fussgängerstreifen sind angezeigt, wenn die Gestaltung der Strassen eine klare Trennung Fahrbahn / Trottoir aufweist.
Verkehrsbelastung, Anzahl Fussgängerquerungen	<p data-bbox="660 555 1401 609">Betriebstechnische Kriterien für die Realisation eines Fussgängerstreifens in Tempo-30-Zonen</p>  <p data-bbox="660 1003 1401 1025">Quelle bfu © bfu 2008</p> <ul style="list-style-type: none"> Fussverkehr Schweiz stellt sich hinter die Empfehlungen der bfu (siehe Diagramm) [8] und hält fest, dass auch ein erhebliches Verkehrsaufkommen sowie eine grosses Fussgängeraufkommen hinreichender Grund für die Markierung eines Fussgängerstreifens (auch in Tempo-30-Zonen) sein kann.
Wunschlinien	<ul style="list-style-type: none"> Fussgängerstreifen sind angezeigt, wenn sich die Wunschlinien der Fussgänger auf bestimmte Querungsstellen konzentrieren (diese nicht nur bei Schulen und Heimen)
Fahrbahnbreite, Benutzergruppen	<ul style="list-style-type: none"> Fussgängerstreifen sind angezeigt, bei breiten Strassen und bei hoher Bedeutung für besondere Benutzergruppen (Kinder, Schüler, Betagte, Menschen mit Behinderungen)
Ausrüstung	Fussgängerstreifen
Fahrbahneinengungen	<ul style="list-style-type: none"> Verbessern die Sichtverhältnisse und verkürzen die Querungsdistanz.
Vertikalversatz	<ul style="list-style-type: none"> Als Kombination von Verkehrsberuhigung und Querungssicherung wirken Fahrbahnanhebungen geschwindigkeitsdämpfend und bieten dadurch einen hohen Schutz.
Bewertung Quelle	
<ul style="list-style-type: none"> Evidenzniveau: 4 Die Aussagen zum Verkehrsaufkommen und der Anzahl Fussgängerquerungen basieren auf keiner Forschungsarbeit. Sie stellen eine Expertenmeinung dar. 	

Quelle:

Regine Bernet: Das Potential der neuen Vortrittsregelung am Zebrastreifen, Strasse und Verkehr Nr. 9, September 1999

[56]

Dieser Fachartikel beschäftigt sich primär mit der 1994 erfolgten Änderung der Verkehrsregelverordnung betreffend der Abschaffung des obligatorischen Handzeichens.

Ausrüstung	Fussgängerstreifen
Signal 1.22	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>4: Signal 1.22 SSV Art. 1: Gefahrensignale.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>5: Neuer Vorschlag: Vortrittssignale.</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> Der Fachartikel regt an die SSV-Signale 1.22 und 4.11 „Fussgängerstreifen“ zu ändern. Anstelle des Gefahrensignals ist ein Vortrittssignal einzuführen.

Quelle:

Auswirkungen passivbeleuchteter Fussgängerstreifen auf die Verkehrssicherheit, IVT ETH, 2003

[51]

Um die Sicherheit im Bereich von Fussgängerstreifen zu erhöhen, wurde der HMB-Reflektor entwickelt. Mit dieser passiv beleuchteten Markierung soll der Fussgängerstreifen für den Fahrzeuglenker besser erkennbar und sichtbar werden. Damit sollen die Unfälle mit Fussgängern als auch Auffahrunfälle vor den Fussgängerstreifen bei Dämmerung und Nacht reduziert werden.



Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen / Fussgängerüberwege (FGÜ)
Lage	<ul style="list-style-type: none"> nur im Innerortsbereich, bei einwandfrei angeordneten und ausgerüsteten Fussgängerstreifen
Lage auf dem Strassenabschnitt	<ul style="list-style-type: none"> nur bei isolierten Fg-Übergängen nicht im Zusammenhang mit LSA
Anzahl Fahrstreifen	<ul style="list-style-type: none"> nur ein Fahrstreifen pro Richtung
ÖV	<ul style="list-style-type: none"> keine besonderen Einschränkungen
Fahrbahnbreite	<ul style="list-style-type: none"> keine besonderen Einschränkungen
Sichtweite	<ul style="list-style-type: none"> keine besonderen Einschränkungen
Gefahrene Geschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> keine besonderen Einschränkungen
Verkehrsbelastung / Anzahl Fussgängerquerungen in Spitzestunde	<ul style="list-style-type: none"> Benutzergruppe: Schüler, Betagte, Behinderte
Verkehrsbelastung / Anzahl Fussgängerquerungen in Spitzestunde / Zulässige Geschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> keine besonderen Einschränkungen
Ausrüstung	Fussgängerstreifen
Signalisation, Markierung	<ul style="list-style-type: none"> zulässige Signalisationsmöglichkeiten (Vorsignal usw.) sollten bereits ausgenutzt sein
Bewertung Quelle	
Forschungsbericht	<ul style="list-style-type: none"> Evidenzniveau: 3 positiver Nutzen der Reflektoren ungenügend nachgewiesen nachhaltiger positiver Einfluss auf Verkehrssicherheit unsicher

Quelle:

Einsatz gelb hinterlegter Signale, VSS1998/196 2005

[12]

Zur besseren Erkennbarkeit der Signalisation werden an exponierten Örtlichkeiten bei Fussgängerstreifen gelb hinterlegte Signale eingesetzt. Das dadurch verbesserte Erscheinungsbild der Signale soll zu einer vorsichtigeren und den Verhältnissen angepassteren Fahrweise führen.



Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen
Lage	<ul style="list-style-type: none"> nur im Ausserortsbereich (Sig. 4.11 „Fussgängerstreifen“)
Lage auf dem Strassenabschnitt	<ul style="list-style-type: none"> nur bei isolierten Fg-Übergängen nicht im Zusammenhang mit LSA
Anzahl Fahrstreifen	<ul style="list-style-type: none"> keine besonderen Einschränkungen
ÖV	<ul style="list-style-type: none"> keine besonderen Einschränkungen
Fahrbahnbreite	<ul style="list-style-type: none"> keine besonderen Einschränkungen
Sichtweite	<ul style="list-style-type: none"> mit Sig. 1.22 werden unter anderem Fussgängerstreifen angekündigt, die nicht rechtzeitig erkannt werden können
Gefahrene Geschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> keine besonderen Einschränkungen
Verkehrsbelastung / Anzahl Fussgängerquerungen in Spitzenstunde	<ul style="list-style-type: none"> keine besonderen Einschränkungen
Verkehrsbelastung / Anzahl Fussgängerquerungen in Spitzenstunde / Zulässige Geschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> keine besonderen Einschränkungen
Ausrüstung	Fussgängerstreifen
Signalisation, Markierung	<ul style="list-style-type: none"> Evidenzniveau 2 Sig. 1.22 mit gelber Umrandung (Ergänzung der Signalisation ist in der Signalisationsverordnung (SVV) nicht enthalten)
Bewertung Quelle	Fussgängerstreifen
Forschungsbericht	<ul style="list-style-type: none"> Nutzen als gering beurteilt; möglicher Einsatz bei Neusignalisationen

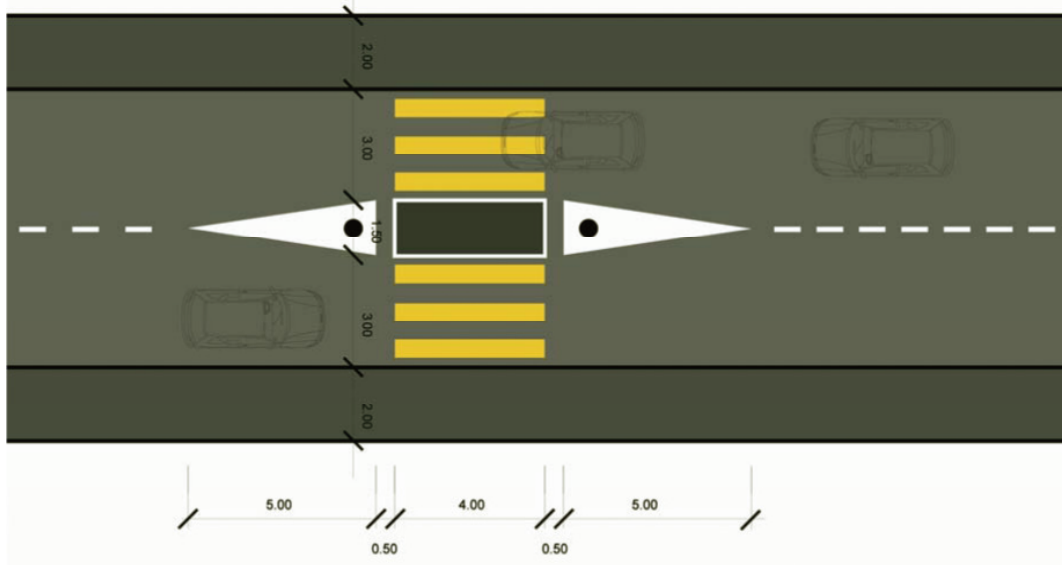
Quelle:

Einsatz von markierten Fussgängerschutzinseln

[6] [64]

Stehen zum Erstellen der baulichen Schutzinseln die notwendigen Strassenbreiten nicht zur Verfügung, stellen markierte Fussgängerschutzinseln eine mögliche Alternative dar. Die markierte Schutzinsel wird mit zwei Inselschutzpfosten optische gesichert. Diese bilden jedoch keinen physischen Schutz.

Durch die markierte Fussgängerschutzinsel konnte die Anhaltebereitschaft der Fahrzeuglenker erhöht werden und liegt nur leicht niedriger als bei baulichen Schutzinseln. Die markierte Fussgängerschutzinsel wird von den Fussgängern als Überquerungselement akzeptiert. Querungen neben dem Streifen oder im Bereich des Streifens nehmen ab und die Querung erfolgt häufiger rechtwinklig zur Fahrbahn als bei einem Fussgängerstreifen ohne Mittelinsel.



Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen
Lage	<ul style="list-style-type: none"> nur im Innerortsbereich bei mangelnder Sichtweite, wo durch die markierte Wartefläche die erforderliche Sichtweite gewährleistet werden können wenn baulich ausgeführte Fussgängerschutzinseln aufgrund der Platzverhältnisse nicht möglich sind
Lage auf dem Strassenabschnitt	<ul style="list-style-type: none"> keine besonderen Einschränkungen
Anzahl Fahrstreifen	<ul style="list-style-type: none"> keine besonderen Einschränkungen
ÖV	<ul style="list-style-type: none"> keine besonderen Einschränkungen
Fahrbahnbreite	<ul style="list-style-type: none"> bei Fahrbahnbreiten von mindestens 7.70m (Inselbreite mind. 1.50m)
Sichtweite	<ul style="list-style-type: none"> bei mangelnder Sichtweite, wo durch die markierte Wartefläche die erforderliche Sichtweite gewährleistet werden können
Gefahrene Geschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> keine besonderen Einschränkungen
Verkehrsbelastung / Anzahl Fussgängerquerungen in Spitzensunde	<ul style="list-style-type: none"> keine besonderen Einschränkungen

Verkehrsbelastung / Anzahl Fussgängerquerungen in Spitzenstunde / Zulässige Geschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • keine besonderen Einschränkungen
Ausrüstung	Fussgängerstreifen
Signalisation, Markierung	<ul style="list-style-type: none"> • mit Inselfschutzpfosten und zwei Sperrflächen optisch gesicherter Warte- raum • Sig. 4,11 „Standort eines Fussgängerstreifens“ zur Verbesserung der Er- kennbarkeit
Bewertung Quelle	Fussgängerstreifen
Forschungsbericht	<ul style="list-style-type: none"> • Evidenzniveau 2

Quelle:

BVU Kt. AG, Fussgängersicherheit im Kanton Aargau, Grundlagen zu Fussgängerquerungen, B+S 2008

[707]

Das Ziel der Arbeit war das Erarbeiten eines Programms, welches aufzeigt, mit welchen Massnahmen die Unfälle an Fussgängerstreifen reduziert werden können. Die heute normative Ausgestaltung der Infrastruktur hat sich über längere Zeit entwickelt und funktioniert tendenziell gut. Neue Massnahmen (Reflektoren, Blinker usw.) zur Verbesserung der Infrastruktur werden als untauglich beurteilt und sind einer guten Lösung nicht zuträglich.

Realistische Veränderungen am Fussgängerstreifen sind nur in beschränktem Mass möglich. Vielmehr entspricht es dem Ansatz des theoretisch optimalen Streifens, wenn auf der ganzen restlichen Ortsdurchfahrt Massnahmen getroffen werden, welche die Verkehrstrennung von MIV und Langsamverkehr vermindern. Eine vollständig normative Sicherheit bringt eine gewisse Sicherheitswirkung, aber nicht die gewünschte Sicherheit.

Quelle:

Richtlinien "Behindertgerechte Fusswegnetze", 2003

[60] [70]

Fussgängerstreifen sollten am geraden Trottoirrand und nicht in Eindmündungskurven angeordnet werden. Die Fussgängerstreifen sollten im rechten Winkel zur Trottoirkante ausgerichtet werden. Inselbreiten unter 180 cm sind zu vermeiden, da sie nicht für alle Personen Schutz bieten. Die Abgrenzung zwischen Schutzinsel und Fahrbahn sollte mit einem Absatz von 3 cm Höhe oder angeschrägt mit 4 cm Höhendifferenz erfolgen.

Zudem sind bei Lichtsignalanlagen akustische und taktile Zusatzsignale notwendig. Der Ampelmast sollte zur besseren Orientierung unmittelbar am Trottoirrand und vorzugsweise in der Mitte des Fussgängerstreifens platziert werden.

Quelle:

Percezione cinematica di avvistamento

[4]

Diese Forschungsarbeit untersucht die Wahrnehmbarkeit von Fussgängern bei Querungsstellen seitens der Lenker.

Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen
Geschwindigkeiten der Fussgänger und des motorisierten Individualverkehrs	<ul style="list-style-type: none"> • Aus den beiden Geschwindigkeiten lässt sich ein so genannter Wahrnehmungswinkel aus Sicht des Lenkers berechnen. Je nach Kombination dieser beiden Geschwindigkeiten, kann dieser Winkel konstant sein. Postuliert wird, dass der Lenker den Fussgänger nicht oder nur schwerlich wahrnehmen kann, wenn sich dieser Winkel nicht ändert. Der senkrecht zur Fahrtrichtung gehende Fussgänger scheint dann stillzustehen.

Bewertung Quelle	Fussgängerstreifen
Forschungsbericht	<ul style="list-style-type: none"> • Evidenzniveau:4 • Die Aussagen beruhen auf kinematischen Berechnungen. • Diese Arbeit lässt keine Schlüsse hinsichtlich Einsatzkriterien und Ausrüstung von Fussgängerstreifen zu. • Die Hypothese, dass unter gewissen Bedingungen der die Strasse überquerende Fussgänger für herannahende Lenker gar nicht wahrnehmbar sei, ist mit weiterer Forschung (z. B. mit Fahrsimulatoren) zu verifizieren.

Quelle:

Sicherheitsaspekte bei Fussgängerübergängen

[93]

Anhand des Unfallgeschehens mit querenden Fussgängern wurden die Hypothesen überprüft, ob Querungsstellen mit normgerechten (SN 640'863a) Fussgängerstreifen sicherer sind als ohne Fussgängerstreifen und ob Fussgängerstreifen mit Mittelinsel sicherer sind als Fussgängerstreifen ohne Mittelinsel.

Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen
Generell	<ul style="list-style-type: none"> Gemäss den Anforderungen der im Jahr 1997 gültigen VSS-Norm SN 640 863a "Fussgängerstreifen: Anordnung und Ausrüstung"
Lage	<ul style="list-style-type: none"> Innerorts
Verkehrsbelastung / Anzahl Fussgängerquerungen	<ul style="list-style-type: none"> 51 Fussgänger pro Stunde DTV über 6000 Fahrzeuge/Tag
Ausrüstung	Fussgängerstreifen
Generell	<ul style="list-style-type: none"> Gemäss den Anforderungen der im Jahr 1997 gültigen VSS-Norm SN 640 863a "Fussgängerstreifen: Anordnung und Ausrüstung"
Fussgänger-Schutzinsel	<ul style="list-style-type: none"> Halbiert die Unfallrate für querende Fussgänger.
Bewertung Quelle	
<ul style="list-style-type: none"> Evidenzniveau: 4 Es wurden Fussgänger-Unfallraten an Querungsstellen mit/ohne Fussgängerstreifen und an Fussgängerstreifen mit/ohne Fussgänger-Schutzinsel verglichen. Die Querungsstellen wurden auf Grund der Bekanntheit des Unfallgeschehens ausgewählt (keine Zufallsauswahl). Unter den gegebenen Bedingungen erwiesen sich Querungsstellen mit Fussgängerstreifen als 4-mal sicherer als Querungsstellen ohne Fussgängerstreifen. Querungsstellen mit Fussgängerstreifen und Mittelinsel erwiesen sich als doppelt so sicher als Querungsstellen ohne Mittelinsel. Die Anzahl Unfälle (total 12 auf Fussgängerstreifen und total 7 ausserhalb von Fussgängerstreifen) ist statistisch gesehen gering 	

Quelle:

Unfälle an Fussgängerstreifen

[94]

Ziel der Untersuchung war es aufzuzeigen, wie sich die geänderte Verkehrsregelung am Fussgängerstreifen (namentlich Handzeichenproblematik) auf das Unfallgeschehen insgesamt am Fussgängerstreifen ausgewirkt hat.

Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen
Generell	<ul style="list-style-type: none"> Keine Schlüsse hinsichtlich Einsatzkriterien.
Ausrüstung	Fussgängerstreifen
Beleuchtung	<ul style="list-style-type: none"> Auf Grund des Unfallgeschehens bei eingeschränkten Lichtverhältnissen, ist der Beleuchtung bei der Planung besondere Aufmerksamkeit zu schenken.
Bewertung Quelle	
<ul style="list-style-type: none"> Evidenzniveau: 4 Die neue Regelung führte im ersten Jahr zu einer Zunahme der Auffahrunfälle bei nasser Witterung und zu einer Zunahme der Fussgängerunfälle bei Fussgängerstreifen nachts Es ergibt sich kein direkter Nutzen für die neue Fussgängerstreifen-Norm. Die Aussage beruht auf deskriptiver Statistik des Unfallgeschehens im Kanton Zürich. Eine einjährige Periode ist bedingt aussagekräftig 	

Quelle:

Pedestrian crossings survey in Europe

[23]

Ziel der Untersuchung war es das Gefährdungspotential für Fussgänger beim Überqueren der Strasse auf Fussgängerstreifen in verschiedenen Ländern Europas miteinander zu vergleichen.

Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen
Generell	<ul style="list-style-type: none"> • Diese Studie äussert sich nicht zu Einsatzkriterien für Fussgängerstreifen.

Bewertung Quelle
<ul style="list-style-type: none"> • Evidenzniveau: 4 • In 10 Ländern wurde das Unfallgeschehen mit Fussgängern des Jahres 1995 ausgewertet. Dabei wurde der Anteil aller getöteten Fussgänger im Verhältnis zur Bevölkerung bzw. zu allen Getöteten im Strassenverkehr berechnet. Dieselben Berechnungen erfolgten für die getöteten Fussgänger auf Fussgängerstreifen. • In der Schweiz ist der Anteil getöteter Fussgänger sowohl im Verhältnis zur Einwohnerzahl als auch im Verhältnis zu allen Getöteten im Strassenverkehr im Vergleich zu anderen europäischen Ländern hoch. Ähnliche Aussagen werden hinsichtlich Getöteter auf Fussgängerstreifen gemacht. • Ein Vergleich der Gefährdung von Fussgängern kann mit den vorliegenden Daten nicht angestellt werden. Die Zahlen könnten genauso gut den Anteil Fussgänger am gesamten Verkehr oder die Menge der Fussgängerstreifen widerspiegeln. Es fehlt namentlich eine Expositionsbereinigung.

Quelle:

Tödliche Verkehrsunfälle auf Fussgängerstreifen 1998

[10]

Ziel der Untersuchung war es, Ursachen zu finden für die damals starke Zunahme der Unfälle auf Fussgängerstreifen und Empfehlungen für Interventionen zu erarbeiten.

Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen
Generell	<ul style="list-style-type: none"> • Diese Studie äussert sich nicht zu Einsatzkriterien für Fussgängerstreifen.
Ausrüstung	Fussgängerstreifen
Fussgänger-Schutzinsel	<ul style="list-style-type: none"> • Ein sicherheitstechnischer Gewinn von Fussgänger-Schutzinseln wird damit erklärt, dass auf Fussgängerstreifen mit Fussgänger-Schutzinseln bedeutend weniger Fussgänger auf der zweiten Fahrbahnhälfte angefahren wurden als auf Fussgängerstreifen ohne Fussgänger-Schutzinsel.
Bewertung Quelle	
	<ul style="list-style-type: none"> • Evidenzniveau: 4 • Die Analyse liefert Hinweise für eine positive Wirkung von Fussgänger-Schutzinseln. Weitere empfohlene Massnahmen aus den Bereichen Enforcement und Education werden vorgeschlagen. • Es wurden sämtliche polizeilich registrierten Unfälle eines Jahres auf Fussgängerstreifen mit tödlichem Ausgang analysiert.

Quelle:

Sicherheit an Fussgängerstreifen: Auswirkungen einer gesetzlichen Neuregelung und begleitender Verkehrssicherheitskampagne

[24]

Ziel der Untersuchung war es das Gefährdungspotential für Fussgänger in verschiedenen Ländern Europas miteinander zu vergleichen.

Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen
Generell	<ul style="list-style-type: none"> • Diese Studie äussert sich nicht zu Einsatzkriterien für Fussgängerstreifen.

Bewertung Quelle
<ul style="list-style-type: none"> • Evidenzniveau: 4 • Es wurde eine erhöhte Anhaltequote an Fussgängerstreifen im ersten Jahr nach der Einführung der Neuregelung nachgewiesen • Die Anhaltequote von Motorfahrzeugen wurde nur an einem Fussgängerstreifen einmal vor und mehrmals nach Einführung der Neuregelung erhoben. • Da die Erhebungen an einem einzigen Fussgängerstreifen erfolgten, ist die Aussagekraft beschränkt.

Quelle:

Kreisel im richtigen Licht

[37]

Präsentation eines Beleuchtungsspezialisten an der Kreiseltagung der VSS FK 3 vom November 2008. Nebenaspekte: Beleuchtung an Fussgängerstreifen vorgestellt. Basis: Schweizer Normen zur Beleuchtung, auf Basis europäischer Normen.

Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen
Generell	<ul style="list-style-type: none"> • Diese Arbeit liefert keine Angaben hinsichtlich Einsatzkriterien für Fussgängerstreifen.
Ausrüstung	
Beleuchtung	<p>Für die Position der Kandelaber werden 3 Qualitätsstufen (Prioritäten) definiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Priorität A: Positiver Kontrast. Der Fussgängerstreifen soll mit zwei Kandelabern, welche auf beiden Strassenseiten platziert sind, beleuchtet werden. Die Kandelaber werden je um das 0,5- bis 1,0-fache der Lichtpunkthöhe Richtung des sich nähernden Verkehrs aus der Achse des Fussgängerstreifens verschoben. • Priorität B: Umgekehrte Anordnung als bei Priorität A. Die Kandelaber werden 0,5 bis 1,0 mal der Lichtpunkthöhe Richtung des abfliessenden Verkehrs verschoben. • Priorität C: Falls Priorität A und B nicht möglich sind und die Beleuchtung einseitig ist, kann die Anhaltestrecke mit zusätzlicher Beleuchtung aufgehellert werden. Dies ergibt einen negativen Kontrast. <p>Beleuchtungsklassen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Je nach Beleuchtungsklasse [ME] der ganzen Fahrbahn gelten andere Anforderungen für die Beleuchtung des Fussgängerstreifens. • Priorität A: Falls die Beleuchtungsklasse des betroffenen Strassenabschnittes ME1 ist, wird beim Fussgängerstreifen auf 1,0 m Höhe eine EV Klasse von EV3 gefordert. Dies entspricht einer EVmin von 10 lx (ME1->EV3,10). Für die anderen ME-Klassen gilt entsprechend: (ME2->EV4,7,5), (ME3a-> EV5,5), (ME3b->EV5,5), (ME3c-> EV5,5), (ME4a-> -,5), (ME4b-> -,5), (ME5-> -, 5). • Priorität B: Gleiche Anforderungen wie bei Priorität A. • Priorität C: Bei dieser Anordnung werden je nach Beleuchtungsklasse des betroffenen Strassenabschnitts Beleuchtungsklassen für die Anhaltestrecken vorgeschrieben: Bei einer Beleuchtungsklasse ME2 des betroffenen Strassenabschnitts wird eine ME2 oder eine CE2 Klasse auf der Anhaltestrecke gefordert (ME2->ME2,CE2). Für die anderen ME-Klassen gilt entsprechend: (ME3a, ME3b, ME3c->ME2, CE2), (ME4a, ME4b-> ME3a/b/c, CE3), (ME5-> ME4a/b,CE4).
Bewertung Quelle	<ul style="list-style-type: none"> • Evidenzniveau: 4 • In der neuen SN 640241 sollte entweder ein Verweis auf diese Normen gemacht werden oder wenigstens die 3 möglichen Kandelaber-Standorte gezeigt werden. • Die Beleuchtungsklassen können nur von Spezialisten mit den entsprechenden Messgeräten erhoben werden.

Quelle:

Kanton Luzern, Richtlinien für Erstellung und Unterhalt der Strassenbeleuchtung und für Fussgängerstreifen bei Kantons- und Gemeindestrassen

[5]

Die Arbeitsgruppe öffentliche Beleuchtung hat Grundlagen zur Sanierung der öffentlichen Beleuchtung erarbeitet und in einem Pilotprojekt geprüft. Es wurde dabei zusätzlich Handlungsbedarf insbesondere bei Fussgängerstreifen festgestellt.

Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen
Generell	<ul style="list-style-type: none"> • Ohne empirische Befunde sind Bedingungen aufgelistet, bei denen kein Fussgängerstreifen markiert werden darf.
Lage	<ul style="list-style-type: none"> • Innerorts, nur in Ausnahmefällen in Tempo-30-Zonen
Anzahl Fahrstreifen	<ul style="list-style-type: none"> • < 3
Signalisierte Höchstgeschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • < 60 km/h
Distanz zum nächsten Fussgängerstreifen	<ul style="list-style-type: none"> • > 50 m
Sichtweite	<ul style="list-style-type: none"> • "gemäss VSS-Norm"
Unbefahrbare Halteräume	<ul style="list-style-type: none"> • Zwingend

Ausrüstung	Fussgängerstreifen
Beleuchtung	<p>Richtlinien für Fussgängerstreifen bei Kantons- und Gemeindestrassen</p> <p>Beleuchtungsstandard bei neuen Fussgängerstreifen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kantons- und Gemeindestrassen I; Beleuchtungsstandard = 100/70 Watt mit einer Lichtpunkthöhe von 10 m • Gemeindestrassen II; Beleuchtungsstandard = 70/50 Watt mit einer Lichtpunkthöhe von 8 m • Gemeindestrassen III; Beleuchtungsstandard = 50 Watt mit einer Lichtpunkthöhe von 6-8 m • Es werden zwei Standardanordnungen für die Leuchten definiert. In einer weiteren Tabelle wird der Beleuchtungsstandard anhand der Abstände im Verhältnis zu den verschiedenen Lichtpunkthöhen festgelegt. <p>Beleuchtungsstandard bei vorhandenen Fussgängerstreifen (erstellt vor dem 1. Januar 2000)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kantons- und Gemeindestrasse I; Beleuchtungsstandard = 150/100 Watt mit einer Lichtpunkthöhe von 10 m • Gemeindestrassen II; Beleuchtungsstandard = 100/70 Watt mit einer Lichtpunkthöhe von 8 m • Gemeindestrasse III; Beleuchtungsstandard = 70 Watt mit einer Lichtpunkthöhe von 6-8 m

Bewertung Quelle
<ul style="list-style-type: none"> • Evidenzniveau: 4 • Der in diesem Papier beschriebene Beleuchtungsstandard basiert auf den Normen der Schweizerischen Lichttechnischen Gesellschaft (SLG). In diesem Sinne ergeben sich keine zusätzlichen Erkenntnisse.

Quelle:

Projet pilote tcs "sécurité des passages piétons"

[69]

In diesem Projekt wurde die Wirksamkeit von markierten Wartelinien (Haifischzähnen) vor Fussgängerstreifen untersucht.

Randbedingungen	Fussgängerstreifen
Generell	<ul style="list-style-type: none"> • Diese Arbeit liefert keine Angaben hinsichtlich Einsatzkriterien für Fussgängerstreifen.
Ausrüstung	Fussgängerstreifen
Wartelinie vor dem Fussgängerstreifen (Haifischzähne)	<ul style="list-style-type: none"> • An insgesamt 7 Fussgängerstreifen in Lugano und Lausanne wurde in Anfahrtrichtung eine Wartelinie markiert. Diese Fussgängerstreifen unterschieden sich in ihrer Ausgestaltung (Einbahnstrassen und Zweirichtungsstrassen, mit und ohne Fussgänger-Schutzinsel). Die Wirksamkeit wurde anhand der Veränderung der Anhaltequote zu verschiedenen Zeitpunkten quantifiziert. Dabei wurde danach unterschieden, ob der Fussgänger vor dem Überqueren einen Halt eingelegt hat oder nicht. • Gleichzeitig wurden auf dem Trottoir so genannte "Halteräume" markiert.
Bewertung Quelle	
<ul style="list-style-type: none"> • Evidenzniveau: 4 • Über alle Perioden gemittelt erhöhen sich bei allen Fussgängerstreifen die Anhaltequoten um 10 bis 20 Prozentpunkte. • Die Anzahl beobachteter Fahrzeuge an jedem Fussgängerstreifen ist für die Ermittlung der einzelnen Anhaltequoten zwar genügend gross, die Stichprobengrösse der Fussgängerstreifen selbst ist mit 7 jedoch klein. • Die Halteräume werden von den Lenkern kaum wahrgenommen und die Auswirkungen auf das Verhalten der Fussgänger vor dem Überqueren sind nicht eindeutig. • Die Resultate decken sich mit anderen Erkenntnissen hinsichtlich Markierungen oder Signale zur Verdeutlichung des Vortrittsrechtes des Fussverkehrs. 	

Quelle:

Einfluss der Anzahl von Fussgängerstreifen auf das Unfallgeschehen mit Fussgängern

[67]

Diese Forschungsarbeit untersuchte in erster Linie, ob sich eine hohe Dichte von Fussgängerstreifen sicherheitstechnisch negativ auf die querenden Fussgänger auswirkt.

Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen
Generell	<ul style="list-style-type: none"> • Diese Arbeit liefert keine Angaben hinsichtlich Einsatzkriterien für Fussgängerstreifen.
Bewertung Quelle	Fussgängerstreifen
Fussgängermenge	<ul style="list-style-type: none"> • Evidenzniveau: 4 • 28 Fussgänger/Stunde
Fazit	<ul style="list-style-type: none"> • Die Dichte von Fussgängerstreifen wirkte sich bei dieser Art von Fussgängerstreifen nicht negativ auf die Sicherheit der querenden Fussgänger aus. Es konnte ein 5-mal so hohes Risiko, beim Überqueren ausserhalb von Fussgängerstreifen getötet zu werden, nachgewiesen werden. • Die Aussage betrifft Fussgängerstreifen mit einer Fussgängermenge von 28 Überquerungen pro Stunde. • Es findet sich keine Differenzierung nach infrastrukturellen und betriebstechnischen Kriterien

III.2 Deutschland

Quelle:

Empfehlungen für Fussgängerverkehrsanlagen (EFA) inkl. Fachartikel
 [29] [61] [53] [16] [52]

Die Empfehlungen befassen sich mit den Anforderungen des Fussverkehrs im Zusammenhang mit der Planung von Verkehrsanlagen (vorrangig innerhalb bebauter Gebiete). Unter anderem sind Aussagen zur Planung, den Entwurf und den Betrieb von Anlagen für den Fussverkehr quer zur Fahrbahn enthalten.

Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen / Fussgängerüberwege (FGÜ)
Lage	<ul style="list-style-type: none"> FGÜ dürfen nur innerhalb geschlossener Ortschaften angelegt werden. FGÜ sind auf Ausserortsstrassen nicht zulässig.
Lage auf dem Strassenabschnitt	<ul style="list-style-type: none"> FGÜ dürfen nicht in der Nähe von Lichtzeichenanlagen (LZA) angelegt werden. FGÜ dürfen nicht auf Strassenabschnitten mit koordinierten LZA („Grüne Welle“) angelegt werden. FGÜ dürfen nicht im Verlauf eines gemeinsamen Fuss- und Radweges angelegt werden.
Anzahl Fahrstreifen	<ul style="list-style-type: none"> FGÜ dürfen nur an Stellen, wo nur ein Fahrstreifen je Fahrtrichtung überquert werden muss, angelegt werden.
ÖV	<ul style="list-style-type: none"> Im Bereich von Busbuchten sind FGÜ in Fahrtrichtung vor der Haltestelle anzuordnen. Halten Busse auf der Fahrbahn, so ist die Anordnung von FGÜ nur hinter der Haltestelle (in Fahrtrichtung betrachtet) und nur dann zulässig wenn das Vorbeifahren am haltenden Bus verhindert werden kann und die Bushaltestelle in Gegenrichtung nicht ebenfalls am FGÜ liegt. FGÜ dürfen nicht über Bussonderfahrstreifen angelegt werden. FGÜ dürfen nicht über Strassen mit Strassenbahnen ohne eigenen Gleiskörper angelegt werden. Die Anlage von FGÜ über Strassen mit Schienenbahnen auf eigenem Gleiskörper erfordern in der Regel die Abschränkung mit versetzten Absperrungen (Geländer/Umlaufgitter) an den Übergängen über den Gleisraum.
Fahrbahnbreite	<ul style="list-style-type: none"> An FGÜ sollte die für den Kraftfahrzeug-Längsverkehr effektiv nutzbare Fahrbahnbreite auf höchstens 6.50 m beschränkt werden. Beträgt die vorhandene Fahrbahnbreite 8.50 m und mehr, ist dem Einbau einer Mittelinsel der Vorzug vor einer seitlichen Einengung zu geben.

Sichtweite

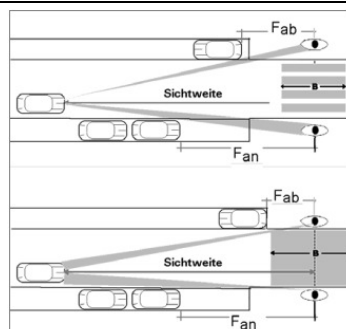


Bild 7 der EFA 2002: Definition von Sichtweite und freizuhaltenden Bereichen an Querungsanlagen

Kfz-Geschwindigkeit	V _{ZUL} [km/h]	30	40	50
Sichtweite S _{SW}	S _{SW} in m	30	35	50
Haltesichtweite S _H	S _H in m	15	25	35
Freizuhalten ohne vorgezogene Seitenräume	F _{SW} in m	10	15	20
	F _{SW} in m	5	10	15
Freizuhalten mit vorgezogenen Seitenräumen ¹⁾	F _{SW} in m	5	8	12
	F _{SW} in m	3	4	6
Mindestwert: F _{SW} ≥ B/2				

¹⁾ Bei Vorsprüngen von mehr als 30cm (max 70cm) vor die Begrenzungslinie der Sichthindernisse gilt der Mindestwert von B/2, an Fußgängerüberwegen der Mindestwert der StVO von 5 m vor dem Überweg.

Tabelle 1 der EFA 2002: Sichtfelder an Querungsanlagen

- Die Anlage eines FGÜ setzt dessen frühzeitige Erkennbarkeit (Mindestentfernung bei 50 km/h: 100m; bei 30 km/h 50m) für den Fahrzeuglenker und eine ausreichende Sichtbeziehung zwischen Fussgänger und Fahrzeugführer voraus. Wartepflichtige Fahrzeuge müssen rechtzeitig vor dem bevorrechtigten Fussgänger anhalten können, hier ist die Haltesichtweite SH zu gewährleisten. Fussgänger ohne Vorrang müssen ausreichende Sichtweite SW auf sich annähernde Fahrzeuge haben.

- Sichtbehinderungen durch Verkehrszeichen, Bepflanzungen, Werbeplakate, Telefonzellen, Schaltkästen, parkierte Autos u.a. sind zu vermeiden. Bei Parkstreifen wird empfohlen die Bordsteine vor die Parkstreifen zu ziehen, da sonst insbesondere Kinder durch parkende Fahrzeuge verdeckt werden können.

Gefahrene Geschwindigkeit

- FGÜ dürfen nur auf Strassen mit durchgängig zulässiger Höchstgeschwindigkeit von max. 50 km/h angelegt werden.
- FGÜ in Tempo 30-Zonen sind in der Regel entbehrlich.

Verkehrsbelastung / Anzahl Fussgängerquerungen in Spitzenstunde

		Kfz/h					
		0-200	200-300	300-450	450-600	600-750	über 750
Fg/h	0-50						
	50-100		FGÜ möglich	FGÜ möglich	FGÜ empfohlen	FGÜ möglich	
	100-150		FGÜ möglich	FGÜ empfohlen	FGÜ empfohlen		
	über 150		FGÜ möglich				

Außerhalb des möglichen / empfohlenen Einsatzbereichs können FGÜ in begründeten Ausnahmefällen angeordnet werden.

Bild: Verkehrliche Voraussetzungen für Fußgängerüberwege (FGÜ) nach den R-FGÜ 2001

		Kfz/h					
		0-200	200-300	300-450	450-600	600-900	über 900
Fg/h	bis 100		FGÜ möglich	FGÜ möglich	FGÜ empfohlen	FGÜ möglich	
	100-150		FGÜ möglich	FGÜ empfohlen	FGÜ empfohlen		
	über 150		FGÜ möglich				

Bild: Verkehrliche Voraussetzungen für Fußgängerüberwege (FGÜ) nach dem Einführungserslass aus Berlin

- Die Fussgängerverkehrsstärke bezieht sich auf die Spitzenstunden des Fussgängerquerverkehr an einem Werktag mit durchschnittlichem Verkehr. Die Kraftfahrzeugverkehrsstärke bezieht sich auf die gleiche Stunde und gilt für den in einem Zug zu überquerenden Fahrbahnteil, d.h. bei Mittelinseln für die jeweils stärker belastete Fahrtrichtung.
- Bei Kombination Fussgängerstärken und Kraftfahrzeugverkehrsstärken oberhalb des für FGÜ möglichen/empfohlenen Einsatzbereichs sind in der Regel LZA erforderlich (auch bei mehr als 450 Kfz/h möglich).
- Der Einsatz von FGÜ mit Mittelinseln oder -streifen ist auch in Strassen mit hohen Kraftfahrzeugverkehrsstärken, d.h. bei querschnittsbezogenen Belastungen von über 750 Kfz/h, aber richtungsbezogenen Belastungen von unter 750 Kfz/h möglich.
- Querungsanlagen sind unabhängig von den Belastungen zweckmässig, wenn regelmässig mit schutzbedürftigen Fussgängern, wie z.B. Kindern und älteren Menschen zu rechnen ist.

Verkehrsbelastung / Anzahl Fussgängerquerungen in Spitzenstunde / Zulässige Geschwindigkeit

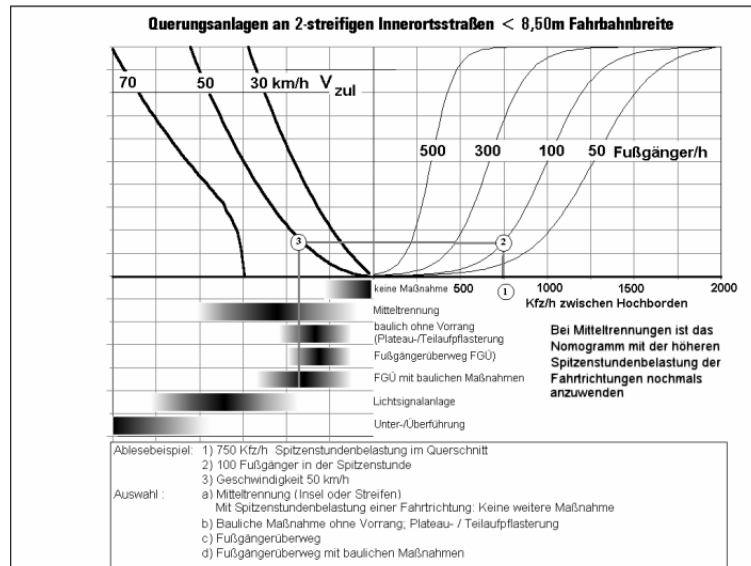


Bild 6 der EFA 2002: Einsatzbereiche von Querungsanlagen auf der Strecke

Ausrüstung	Fussgängerstreifen / Fussgängerüberwege (FGÜ)
Signalisation, Markierung	<ul style="list-style-type: none"> An FGÜ ist das Zeichen 350 StVO rechts und links der Fahrbahn, bei Mittelstreifen oder -inseln rechts und links der Fahrstreifen anzuordnen. Dieses Zeichen darf weder mit anderen Schildern kombiniert noch als Fahrbahnmarkierung aufgebracht werden. Im Annäherungsbereich an einen FGÜ (ca. 30-50 m) ist eine vorhandene Leitlinie als Fahrstreifenbegrenzungslinie fortzuführen, um das Überholverbot im Bereich des FGÜ zu verdeutlichen.
Vorgezogene Seitenräume	<ul style="list-style-type: none"> Durch die Anlage von vorgezogenen Seitenräumen über die Tiefe der Parkstände hinaus können Gefahren durch Sichtbehinderungen wegen parkierter Fahrzeuge am Fahrbahnrand vermieden werden. Grundsätzlich sollten die Begrenzungslinien der Seitenraumflächen bis 0.70 m (mind. 0.30 m) vor der Parkstandsbeschränkung liegen. Größere Vorsprünge als 0.70 m bei Längsparken können dazu führen, dass statt vorgesehener Längsaufstellung die Fahrzeuge schräg abgestellt werden. Bei Schräg- und Senkrechtaufstellung sind Vorsprungmasse bis max. 1.20 m zweckmässig.
Mittelinseln und Mittelstreifen	<ul style="list-style-type: none"> Besonders hilfreich für die Querung von Strassen sind Mittelinseln und Mittelstreifen. Mittelinseln sollten in möglichst direkter Verbindung der häufigsten Fussgängerquerungslinien liegen. Bei Mittelinseln mit einer Verschwenkung der Fahrstreifen ist nur mit einer Verminderung der Fahrgeschwindigkeit zu rechnen, wenn die Tiefe des Versatzes mindestens die Fahrstreifenbreite beträgt (Länge der Verzweigung ca. 10 m). Die Breite der Mittelinseln sollte 2.50 bis 3.0 m betragen. Wenn Teile der Mittelinsel überfahrbar ausgestattet werden müssen, muss mindestens 1.50 m breite nicht überfahrbare Inselfläche zum Schutz der Fussgänger verbleiben.
Bewertung Quelle	<ul style="list-style-type: none"> Evidenzniveau: 2 Es ist zu berücksichtigen, dass Fussgängerstreifen / Fussgängerüberwege in Deutschland einen anderen Stellenwert haben als in der Schweiz. Sie werden viel seltener markiert und kommen bei Lichtsignalanlagen nie zum Einsatz. Deshalb sind insbesondere die Anforderungen zum Markieren von Fussgängerstreifen im Bereich von Bushaltestellen zu relativieren.








Quelle:

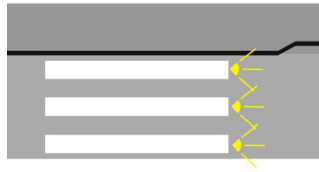
mobil: nrw: Empfehlungen zum Einsatz und zur Gestaltung von Fussängerüberwegen, Erfahrungen aus dem Modellversuch in Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, März 2002
[55]

Die Empfehlungen basieren auf Erfahrungen, welche im Rahmen eines Forschungs- und Demonstrationsprojektes „Fussgängerüberwege in NRW“ mit neuen Anlageformen für Zebrastreifen gewonnen wurden. Die Empfehlungen stellen eine Ergänzung zur F-FGÜ 2001 dar. Ziel ist es, den durch die R-FGÜ gegebenen Spielraum auszunutzen, zu erweitern und darüber hinaus aufzuzeigen, wie Zebrastreifen sicherer gestaltet werden können

Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen / Zebrastreifen
Gestaltungscharakter	<ul style="list-style-type: none"> • Strassencharakter hat keinen Einfluss auf die Sicherheit des FGÜ
Verkehrsbelastung	<ul style="list-style-type: none"> • Die Kfz-Belastung ist für die Sicherheit und Akzeptanz von Fussgängerüberwegen weniger bedeutsam als bisher angenommen. • Die Belastung der Strassenabschnitte, auf denen im Modellprojekt FGÜ angelegt wurden, variieren zwischen 2'500 und 16'900 Kfz/Tag. • FGÜ auch bei 16'900 Kfz/h möglich (2'500 bis 16'900 Kfz/h untersucht)
Anzahl Fussgängerquerungen in der Spitzensunde	<ul style="list-style-type: none"> • Eine geringe Anzahl von Fussgängern hat keinen erkennbaren Einfluss auf die Sicherheit eines FGÜ • FGÜ auch bei 11 FG/h möglich (11 bis 188 FG/h untersucht)
Wunschlinien der Fussgänger	<ul style="list-style-type: none"> • Durch die Anlage von FGÜ können Fussgängerströme gebündelt werden. Je höher die Kfz-Belastung, desto grösser ist in der Regel der Bündelungseffekt. • Zebrastreifen sind in Abständen zwischen 30 bis 300 m anzulegen.
Gefahrenere Geschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Nach Einrichtung von entsprechend gestalteten FGÜ sinkt die Geschwindigkeit in der Regel um 2 bis 7 km/h (V85). Je höher das Geschwindigkeitsniveau vor Einrichtung der FGÜ ist, umso grösser ist die Reduktionswirkung.

Ausrüstung	Fussgängerstreifen / Zebrastreifen
Markierung	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Strich/Lücke 50/50cm</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Strich/Lücke 40/40 cm</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> • Bei schmalen Fahrbahnen werden schmalere Markierungen (40 cm) empfohlen. Die Markierung wirkt geschlossener und hebt den Überweg hervor (Verbesserung Erkennbarkeit). <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>Wartefläche in Fahrbahnmitte</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Wartefläche zwischen Radfahrstreifen und Fahrbahn</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> • Befinden sich im Bereich des FGÜ Radverkehrsanlagen, sind diese ebenfalls mit der FGÜ-Markierung zu versehen.

	<ul style="list-style-type: none"> Die versuchsweise verwendete hochreflektierende Kaltplastikmarkierung (Agglomeratmarkierung) hat sich nicht bewährt. 	
Überholverbot; Sicherheitslinie	<ul style="list-style-type: none"> Zur Verdeutlichung des Überholverbots sollte vor und hinter dem FGÜ eine durchgezogene Mittellinie mit einer Länge von jeweils mindestens 20 m markiert werden. 	
Fahrbahneinengungen	<ul style="list-style-type: none"> Einengungen dort, wo Sicht auf Wartefläche verdeckt wird 	
Schutzinsel	<ul style="list-style-type: none"> Bei Fahrbahnbreiten über 7.5 m möglichst bauliche Mittelinsel vorsehen. (Markierung wird durch Mittelinsel unterbrochen) 	
Poller, Schilderpfosten	<ul style="list-style-type: none"> Poller sind möglichst ganzflächig mit Reflektorfolien zu beklebt. Schilderpfosten können durch blau-weiße Leitzylinder oder Folien betont werden. Poller und Schilderpfosten sollten einen Mindestdurchmesser von ca. 15 cm zur Verbesserung der Erkennbarkeit aufweisen. Schmalere Poller können nur dann die Erkennbarkeit verbessern, wenn mehrere Poller hintereinander angeordnet sind. Das Bekleben vorhandener Schilderpfosten ist nur dann sinnvoll, wenn die Pfosten einen ca. 15 cm grossen Durchmesser aufweisen. 	 
Beschilderung	<ul style="list-style-type: none"> Durch einen auf etwa 5 cm verbreiterten weissen Lichtrand wird die Auffälligkeit der Beschilderung verstärkt. Durch die Verwendung von Typ III-Folien kann in der Regel auf innenbeleuchtete Verkehrszeichen verzichtet werden. 	
Markierte FG-Schutzinsel	<ul style="list-style-type: none"> Bei Fahrbahnbreiten über 5.5 m können markierte Mittelinseln eingerichtet werden. Markierte Inseln sollten ab einer Fahrbahnbreite von 6.5 m durch Poller innerhalb der Markierung ergänzt werden. Markierte Mittelinseln verbessern die Sicherheit der FGÜ in nahezu gleichem Mass wie bauliche Inseln. (FGÜ Markierungen werden durch markierte Mittelinseln nicht unterbrochen) Im Bereich von Grundstückszufahrten oder Einmündungen kann die Inselmarkierung unterbrochen werden. 	
	 	
	<p>Beispiele für markierte Mittelinseln ohne Poller</p>	
	 	
	<p>Beispiele für markierte Mittelinseln mit Poller</p>	

LED-Blinker**LED vor FGÜ in Fahrbahn**

- Zur Verbesserung der Erkennbarkeit des FGÜ bei Dunkelheit können im Einzelfall solarbetriebene LED-Blinker zum Einsatz kommen, die auf dem Bordstein, am Fahrbahnrand oder auf der Mittelinsel montiert oder vor dem FGÜ in die Fahrbahn eingelassen sind. **(Zusammen mit Beschilderung wird ein Höchstmass an Erkennbarkeit erreicht).**

Bewertung Quelle

- Evidenzniveau 4
- Im Rahmen des Forschungs- und Demonstrationsprojektes wurden neue Anlageformen für Zebrastreifen auf 27 Strassenabschnitten im Vorher – Nachher – Vergleich untersucht. Das Untersuchungsverfahren ist unklar (Vorher – Nachher – Vergleich, ohne Angaben zum Untersuchungsraaster und zu Resultaten)

Quelle:

Carola Mennicken: Sicherheits- und Einsatzkriterien für Fussgängerüberwege, Strassenverkehrstechnik 8/99

[13]

Dieser Fachartikel behandelt Sicherheits- und Einsatzkriterien für Fussgängerüberwege. Der Artikel stützt sich primär auf Erkenntnisse, welche im Rahmen der Forschungsarbeit „Schnüll, R.; Mennicken, C.: Sicherheitsstandards von Fussgängerüberwegen (Zebra-streifen), 1998“ gewonnen wurden.

Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen / Fussgängerüberwege (FGÜ)
Gestaltungscharakter	<ul style="list-style-type: none"> Nach Gebietstypen (z.B. Strassenkategorie, Umfeldnutzung) differenzierte Einsatzkriterien lassen sich aus den Untersuchungsergebnissen nicht eindeutig herleiten, sondern ergeben sich in Anlehnung an die formulierten verkehrlichen und baulichen Einsatzkriterien.
Verkehrsbelastung	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Derzeit nach den R-FGÜ 84 Einrichtung eines FGÜ ...</p> <p>Kraftfahrzeugverkehrsstärke Q_{kfz} [Kfz/Sp-h]</p> <p>* bei FGÜ mit Mittelinsel je Fahrtrichtung</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Empfehlung Einrichtung eines FGÜ ...</p> <p>Kraftfahrzeugverkehrsstärke Q_{kfz} [Kfz/Sp-h]</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> Eine festgelegte Mindestbelastung am Kraftfahrzeugverkehr ist nicht erforderlich. Ein oberer Richtwert (ohne starre Zuordnung) zur Kraftfahrzeugverkehrsbelastung von Q_{kfz} ungefähr 900 Kfz/Sp-h ist sinnvoll
Anzahl querender Fussgänger	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Derzeit nach den R-FGÜ 84 Einrichtung eines FGÜ ...</p> <p>Fußgängerquerverkehrsstärke Q_{fg} [Fg/Sp-h]</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Empfehlung Einrichtung eines FGÜ ...</p> <p>Fußgängerquerverkehrsstärke Q_{fg} [Fg/Sp-h]</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> Der Einsatz von Fussgängerüberwegen muss aus Sicherheitsgründen nicht an minimalen oder an maximalen Belastungen im Fussgängerverkehr gebunden werden.
Gefahrene Geschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> V85 < 40 km/h (bei zul. Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h sollte durch betriebliche oder durch bauliche Massnahmen für verträgliche Geschwindigkeiten gesorgt werden) In Tempo – 30 – Zonen aus Sicherheitsgründen unproblematisch, in der Regel jedoch nicht notwendig.
ÖV (Strassenbahn)	<ul style="list-style-type: none"> Die Fahrbahnmarkierung ist im Bereich strassenbündiger Bahnkörper in Mittellage zu unterbrechen, sofern die Bahnkörper nicht auch vom fließenden Kraftfahrzeugverkehr genutzt werden (Verdeutlichung Nicht-Vorrang für Fussgänger).
Ausrüstung	Fussgängerstreifen
Schutzinsel	<ul style="list-style-type: none"> Insbesondere auf Strassen mit hohem Kraftverkehrsstärken (> 900 Kfz/Sp-h im Querschnitt, aber < 900 Kfz/Sp-h pro Fahrtrichtung) Fahrestreifenbreiten neben Inseln so gering wie möglich (aus Geschwindigkeitsgründen)
Vertikalversatz	<ul style="list-style-type: none"> Teilaufpflasterungen (positive Ergebnisse bei Sicherheitsuntersuchungen)
Fahrbahneinengungen	<ul style="list-style-type: none"> Einengungen (positive Ergebnisse bei Sicherheitsuntersuchungen)

Bewertung Quelle

- Evidenzniveau: 2
 - Im Rahmen des Forschungsauftrages wurden Erhebungen an 466 Fussgängerüberwegen durchgeführt.
-

Quelle:

Fussgänger- und Radfahrersicherheit: Übersicht über den Norwegischen und internationalen Forschungsstand [21]

Analyse des Unfallgeschehens verschiedener Zusatzausrüstungen an Querungsstellen.

Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen
Generell	<ul style="list-style-type: none"> Diese Arbeit liefert keine Angaben hinsichtlich Einsatzkriterien für Fussgängerstreifen.

Ausrüstung	Fussgängerstreifen
Fussgänger-Schutzinsel	<ul style="list-style-type: none"> Basierend auf der Meta-Analyse von Elvik, R. & Vaa, T. (2004, Handbook of Road Safety) sowie Erke, A. & Elvik, R. (2006, Wirksamkeitskatalog für Verkehrssicherheitsmassnahmen) werden folgende Wirkungen auf das Unfallgeschehen mit verletzlichen Verkehrsteilnehmern ausgewiesen.
Vertikaler Versatz	

	Unfallart	Änderung der Anzahl Unfälle (%)	
		Beste Schätzung	95 % Konfidenzintervall
Gehweg	Fussgängerunfälle	-5	(-26; +22)
	Fahrradunfälle	-30	(-36; -22)
Radweg	Fussgängerunfälle	-5	(-12; +3)
	Fahrradunfälle	-2	(-7; +4)
Kombinierter Geh- und Radweg	Fussgängerunfälle	-10	(-32; +22)
	Fahrradunfälle	+1	(-29; +45)
Fahrradstreifen (markiert)	Fahrradunfälle (Strecken)	-25	(-44; 0)
	Fahrradunfälle (Kreuzungen)	-26	(-36; -14)
	Fussgängerunfälle	-30	(-42; -16)
Planfreie Kreuzungsmöglichkeit (Brücke/Tunnel)	Fussgängerunfälle	-82	(-90; -69)
Fussgängerüberweg mit Ampel	Fussgängerunfälle	-12	(-18; -4)
Fussgängerüberweg (Zebrastrreifen)	Fussgängerunfälle	+28	(+19; +39)
Vorkehrsinsel als Querungshilfe in Fussgängerüberweg (Zebrastrreifen)	Fussgängerunfälle	-18	(-30; -3)
Erhöhter Fussgängerüberweg (Zebrastrreifen mit Bodenschwelle)	Fussgängerunfälle	-49	(-75; +3)
Vorgezogene Haltelinie für Radfahrer in Ampelkreuzungen	Fahrradunfälle	-27	(-61; +36)

Bewertung Quelle
<ul style="list-style-type: none"> Evidenzniveau: 2 Als Metaanalyse liefert diese Forschungsarbeit sehr zuverlässige Ergebnisse hinsichtlich der untersuchten Ausrüstungselemente. Die Fussgänger-Schutzinsel reduziert demnach die Fussgänger-Unfälle signifikant. Der vertikale Versatz reduziert im Durchschnitt die Fussgänger-Unfälle stärker als die Fussgänger-Schutzinsel. Das Ergebnis ist jedoch statistisch nicht signifikant. Die grossen Konfidenzintervalle, insbesondere hinsichtlich der Wirkung des vertikalen Versatzes, zeigen auf, dass der Einfluss weiterer Faktoren mitberücksichtigt werden müsste. Der Faktor "Fussgängerstreifen" selbst erweist sich als sicherheitsmindernd und zwar auf statistisch signifikantem Niveau.

III.3 Österreich

Quelle:

KfV: Leitfaden für die Anlage von Schutzwegen und sonstigen Fussgängerquerungsstellen

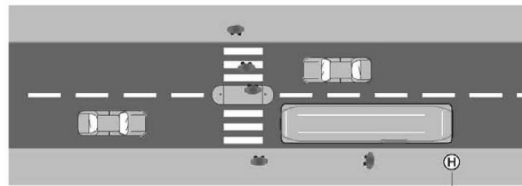
[48]

In diesem Leitfaden werden die Anlage- und Ausstattungsbedingungen der Schutzwege (Fussgängerstreifen) betrachtet.

Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen / Schutzwege												
Gestaltungscharakter	<ul style="list-style-type: none"> Zu gefährlichen Situationen (Missachtung der Wartepflicht durch Kfz-Lenker) kommt es insbesondere dann, wenn die verkehrliche oder bauliche Situation im Umfeld der Fussgänger-Übergänge (Sichtbehinderungen, breite Fahrbahn, mangelnde Beleuchtung, etc.) durch die Kfz-Lenker falsch eingeschätzt wird. Dies führt sehr oft zu überhöhter Annäherungsgeschwindigkeit und damit zu einer nicht mehr vermeidbaren Verletzung der Wartepflicht gegenüber dem Fussgängerverkehr. 												
Anzahl Fahrstreifen	<ul style="list-style-type: none"> Schutzweg nur bei höchstens einer Fahrspur pro Richtung. 												
Lage auf Strassenabschnitt	<ul style="list-style-type: none"> In der Regel Mindestabstand von (ungeregelten) Schutzwegen von 250 m Keine unregelmässigen Schutzwege im Nahbereich von Verkehrslichtsignalanlagen (Abstand grösser als 200 m) Gleiche Kennzeichnung von Schutzwegen im Strassenverlauf mit Hinweiszeichen oder gelben Blinklicht 												
Sichtweite	<div style="text-align: center;"> </div> <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>V-85%-Geschwindigkeit oder zul. Höchstgeschwindigkeit erhöht um 10 km/h</th> <th>30 km/h</th> <th>40 km/h</th> <th>50 km/h</th> <th>60 km/h</th> <th>70 km/h</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>erforderliche Sichtweite I</td> <td>20 m</td> <td>30 m</td> <td>45 m</td> <td>60 m</td> <td>80 m</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> Sichtweite auf Hinweiszeichen zur Kennzeichnung eines Schutzweges ideal: 100 m (Bei Querungshilfen ohne Schutzweg sind grössere Sichtweiten einzuhalten) Freihaltung des vertikalen Sichtfeldes ab einer Höhe von 0.6 m (Kinder) (gemäss RVS 03.05.12 Höhe zwischen 1.0 und 2.5 m) 	V-85%-Geschwindigkeit oder zul. Höchstgeschwindigkeit erhöht um 10 km/h	30 km/h	40 km/h	50 km/h	60 km/h	70 km/h	erforderliche Sichtweite I	20 m	30 m	45 m	60 m	80 m
V-85%-Geschwindigkeit oder zul. Höchstgeschwindigkeit erhöht um 10 km/h	30 km/h	40 km/h	50 km/h	60 km/h	70 km/h								
erforderliche Sichtweite I	20 m	30 m	45 m	60 m	80 m								
Verkehrsbelastung	<ul style="list-style-type: none"> Kein Schutzweg bei weniger als 200 Kfz/h sowie 25 FG/h Schutzweg bei 25 bis 50 FG/h nur, wenn Querungsbedarf im Tagesverlauf nicht nur kurzfristig besteht oder gefährdete Benutzergruppen vorhanden sind. Grundsätzlich Schutzweg erforderlich ab 300 Kfz/h und 50 FG/h Bei mehr als 1000 Kfz/h ist eine LSA besonders in Erwägung zu ziehen. 												
Geschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> Die Anhaltebereitschaft der Kfz-Lenker, die bei einem normal ausgestatteten Schutzweg durchschnittlich bei 20 bis 25% liegt, sinkt bereits ab einer Geschwindigkeit von 50 km/h deutlich ab. Anlage von unregelmässigen Schutzwegen in der Regel nur bis zu einer V85%-Geschwindigkeit von maximal 55 km/h. 												

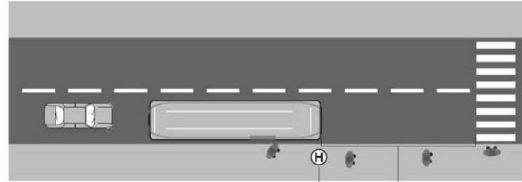
ÖV (Randhaltestellen ohne Busbucht)

Schutzwege im Bereich von Haltestellen



Schutzweg mit Mittelinsel

Haltestelle



Schutzweg ohne Mittelinsel

Haltestelle

Sicherheitsabstand

- Bei Randhaltestellen ohne Bucht sollte entweder die Anlage einer Mittelinsel oder die Anlage eines Schutzweges in ausreichendem Abstand zur Haltestelle (min. 30m bei 50 km/h, 20 m bei 40 km/h, 15 m bei 30 km/h) erfolgen.

Wunschlinien der Fussgänger

- Beidseitige Gehsteig- oder Gehweganbindung

Ausrüstung

Fussgängerstreifen / Schutzwege

Markierung Schutzweg

- Mindestbreite der Schutzwegmarkierung 2.0 m, Regelbreite 3.0 m.
- Die Breite und der Abstand der weissen Längsstreifen betragen 50 cm.
- Die Felder zwischen den weissen Streifen müssen einen ausreichenden Kontrast bilden.

Überholverbot, Sicherheitslinie

- Auf Freilandstrecken an Stellen, die mit mehr als 50 km/h befahren werden dürfen, sind vor Schutzwegen Sperrlinien (in CH Sicherheitslinie) anzubringen.

Sicherer Fussgängerwarteraum

- Baulich von der Fahrbahn getrennte Aufstellfläche mit einer Mindestbreite von 1.2 m, Regelbreite 1.5 m
- Gehsteigvorziehung bei Verparkung oder sonstiger Sichtverstellung

Schutzinsel

- Die Anlage von Mittelinseln ist insbesondere bei breiten Fahrbahnen (> 8 m) und hohen Verkehrsstärken (> 1000 Kfz/h) zu prüfen.
- Breite in der Regel 2.0 m
- Bei geringer Fussgängerfrequenz Einsatz von baulichen Querungshilfen auch ohne eines Schutzweges
- Mittelinsel ist zu beleuchten

Vertikalversatz

- Nur bei Strassen mit geringer Verkehrsbedeutung

Gelbes Blinklicht, Hinweiszeichen „Kennzeichnung eines Schutzweges“

- Allgemeines
- Schutzwege sind grundsätzlich mit einer Verkehrslichtsignalanlage (VLSA) zu regeln. Wird darauf verzichtet ist der Schutzweg mit blinkendem gelben Licht oder mit dem Hinweiszeichen „Kennzeichnung eines Schutzweges“ zu versehen.
 - Anbringung der Kennzeichnung grundsätzlich rechts
 - Kennzeichnung unmittelbar vor dem Schutzweg
 - Bei Schutzwegen in engem Abstand (<100m) sind alle Schutzwege gleich zu kennzeichnen
 - Bei Randhaltestellen ohne Bucht, bei denen ein haltender Bus das rechts angebrachte Verkehrszeichen verdeckt, ist das Zeichen links zu wiederholen.
 - Auf Einbahnstrassen ist die Kennzeichnung beidseitig nötig.
 - Bei Schutzwegen in der Kurve ist eine zusätzliche Kennzeichnung auch im Aussenbogen sinnvoll bei Fahrbahnbreiten unter 7.0 bzw. 8.0m
 - Sinnvoll erscheint auch die Kombination von Hinweiszeichen und Blinklicht.
 - Die Sichtweite vom Kfz-Lenker auf das Kennzeichen sollte im Idealfall 100 m betragen.



Hinweiszeichen

- Bei Fahrbahnbreiten über 7 m sollte ein rechts angebrachtes Hinweiszeichen links oder überkopf wiederholt werden.
- Im Regelfall im Mittelformat (63/63 cm) auszuführen. In Ausnahmesituationen im Grossformat (96/96 cm) und auf untergeordneten Strassen (47/47 cm).
- Ein kontrasterzeugender gelber Rand ist unter Umständen sinnvoll.



Gelbes Blinklicht

- Ein rechts angebrachtes Blinklicht soll links oder überkopf ab einer Fahrbahnbreite von 8 m wiederholt werden.
- Optik der Blinkkammer sollte einen Durchmesser von 30 cm aufweisen und das Fussgängersymbol enthalten.
- Sollten auf einem Mast mehrere Blinkkammern notwendig sein (überkopf) sind diese nebeneinander (horizontal versetzt anzuordnen und haben abwechslungsweise zu blinken (zeitlich versetzt)

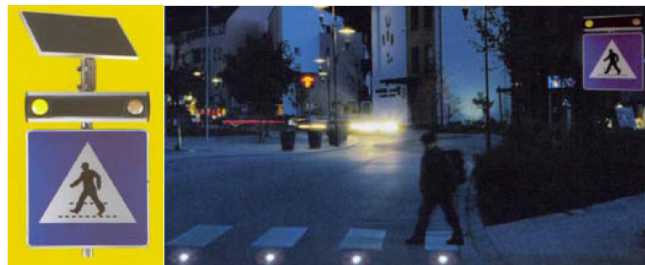
Beleuchtung

- Eine Zusatzbeleuchtung ist meist erforderlich (ausgenommen Strassen mit normgemässer Strassenbeleuchtung)
- Die Kennzeichnung eines Schutzweges wird unterstützt durch:
 - erhöhtes Beleuchtungsniveau
 - Lichtfarbenwechsel
 - innen beleuchtete Hinweiszeichen

Zusatzausrüstung

Allgemeines

- Zusatzausstattungen können keine Mängel in der „Grundausstattung“ eines Schutzweges ausgleichen.
- Im Fall einer Zusatzausrüstung eines Schutzweges sind benachbarte Schutzwege bei engen Abständen gleich zu kennzeichnen.



Blinkleuchten und Unterflurkennzeichen

- Eine Untersuchung (2 Beispiele) zeigte tendenziell positive Auswirkungen bei zusätzlicher Ausstattung von Schutzwegen mit Unterflurlichtanlagen und/oder zusätzlichen Blinkleuchten mit Bewegungssensor (zur Detektion von Fussgängern bei vorgezogenen Aufstellflächen) bezüglich der Annäherungsgeschwindigkeit und der Anhaltebereitschaft der Kfz-Lenker. Die Veränderungen sind jedoch statistisch nicht signifikant belegbar. (Fehlauslösungen bei Detektoren sind zu vermeiden)

Bewertung Quelle

- Evidenzniveau: 3
- Die Empfehlungen beruhen auf diversen bestehenden Richtlinien und Untersuchungen aus Österreich, Deutschland und der Schweiz sowie subjektiven Einschätzungen

Quelle:

Kuratorium für Verkehrssicherheit (KfV), ÖAMTC, Verkehrssicherheitsvergleich unterschiedlicher Varianten der Schutzwegausstattung, Österreich, 2004

[49]

Das Kuratorium für Verkehrssicherheit (KfV) und der ÖAMTC haben eine Studie durchgeführt, welche die unterschiedlichen baulichen Gestaltungsvarianten (Mittelinsel, Aufpflasterungen, etc.) sowie die verschiedenen Formen von Signalisierungen und Markierungen von Fussgängerstreifen auf ihre Auswirkungen hin evaluiert. Alle Untersuchungsobjekte befinden sich innerorts – im Zentrum oder am Rande des Siedlungsgebiets; manche davon in Tempo 30 bzw. Tempo 40 Zonen. Es wurde die Anhaltebereitschaft der Lenker ohne (Vorher-Erhebung) und mit spezifischen Massnahmen (Bodenmarkierung, Mittelinsel, etc.) (Nachher-Erhebung) untersucht. Weiter wurde das Blickverhalten bei unterschiedlichen Ausstattungsvarianten untersucht sowie eine rechtliche Beurteilung diverser Fussgängerstreifen-Ausstattungsvarianten durchgeführt.

Anhand der Vorher/Nacher-Untersuchung wurde folgende Hierarchie von Schutzwegmassnahmen deklariert:

Art der Maßnahme	Durchschnittliche Veränderung der Anhaltebereitschaft	Varianten, die besonders gut abgeschnitten haben
Bauliche Umgestaltung	+28%	<ul style="list-style-type: none"> • Mittelinsel • Aufpflasterung
Signalisierung	+15%	<ul style="list-style-type: none"> • Schutzweg mit Blinklicht
Bodenmarkierung	+9%	<ul style="list-style-type: none"> • Gefahrenzeichen Kind • optische Bremse
Beschilderung	keine merkliche Veränderung	

Die Resultate der Untersuchung sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen (FGS) / Schutzweg
Lage	<ul style="list-style-type: none"> • Alle Querungsstellen sind planerische Einzelfälle • Ganzheitliche Gesamtkonzeption, die den FGS nicht singulär, sondern auch in seiner Einbindung ins Verkehrsnetz und ins städtebauliche/soziale Umfeld betrachtet.
Gefahrene Geschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Ein wesentliches Kriterium, um die Anhaltebereitschaft an FGS zu erhöhen, ist die Berücksichtigung der Annäherungsgeschwindigkeit. Mit steigender Fahrgeschwindigkeit sinkt die Kfz-Anhaltebereitschaft und erreicht ab 60 km/h Werte von weniger als 10%.
Sichtweite	<ul style="list-style-type: none"> • Es ist festzuhalten, dass jegliche Zusatzausstattung von FGS grundsätzlich keinen Mangel in der „Grundausstattung“ eines FGS hinsichtlich Sichtweite (Sichtbeziehungen zwischen FG und Fahrzeuglenkern), Aufstellfläche, Beleuchtung, Kennzeichnung, Bodenmarkierung, etc. ausgleichen kann.
Erkennbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Versuchspersonen (Fahrzeuglenker), welche keinen Pendelblick machten, sahen FG in 57% der Fälle • Versuchspersonen (Fahrzeuglenker), welche einen Pendelblick machten, sahen FG in 96% der Fälle
Ausrüstung	Fussgängerstreifen (FGS) / Schutzweg
Mittelinseln	<ul style="list-style-type: none"> • Das Element Mittelinsel ist (zusammen mit Aufpflasterungen) am besten geeignet die Anhaltebereitschaft zu erhöhen und/oder die Annäherungsgeschwindigkeit zu verringern.
Aufpflasterung	<ul style="list-style-type: none"> • Die Massnahme „Aufpflasterung“ weist ebenfalls die höchste Anhaltebereitschaft auf.
Beleuchtung	<ul style="list-style-type: none"> • Eine konforme Beleuchtung ist eine Voraussetzung für die sichere Benutzung von FGS während der Dämmerung/Dunkelheit. Bei Dunkelheit haben das Vorhandensein, die Art und die Intensität der Beleuchtung einen starken

Einfluss auf das Fahrgefühl und die Orientierung der Fahrzeuglenker sowie auf die Sichtbarkeit der sich im Straßenraum bewegenden Fußgänger.

- Wie diese Studie zeigt, konnte bei einem Versuchsstandort durch eine Norm-konforme Beleuchtung die Anhaltebereitschaft der Fz-Lenker von anfänglichen 10 % auf rund 40% angehoben werden.

Zusatzrüstung

Fussgängerstreifen (FGS) / Schutzweg

Allgemein

- Im Fall einer Zusatzausstattung eines Schutzweges sind benachbarte FGS bei engen Abständen gleich zu kennzeichnen, um zu verhindern, dass die Wahrnehmbarkeit der nicht aufgerüsteten FGS darunter leidet.
- Um der Gefahr zu begegnen, dass Fahrzeuglenker beginnen, ihre Aufmerksamkeit vermehrt auf wenige höherwertig abgesicherte FGS (z.B. Blinklichter) zu Lasten der vielen konventionell eingerichteten FGS zu richten, sollte jede Gemeinde bestrebt sein, durch geeignete Maßnahmen die Gestaltung der FGS (Sichtweiten, Beleuchtung, Ausstattung) sowie die tatsächlich gefahrene Geschwindigkeiten der vorgeschriebenen Geschwindigkeit anzupassen.

Blinkleuchten:

- ohne und
- mit Bewegungssensoren



- Um Fehlauslösungen von Blinkleuchten mit Bewegungssensoren (zur Detektion von Fußgängern) zu vermeiden, sollen diese nur im Bereich von FGS mit „vorgezogenen Aufstellflächen“ angeordnet werden, da nur so eine entsprechend „eingeschränkte“ Detektion „querungswilliger“ FG erzielt werden kann. Fehlauslösungen können nämlich zu einem negativen Lerneffekt der den Schutzweg passierenden Fahrzeuglenker führen.
- Um eine „Maskierung“ von Fußgängern durch eine mögliche Blendung von Fahrzeuglenkern durch Blinkleuchten im Bereich der Aufstellfläche zu vermeiden, ist eine Beleuchtung des FGS entsprechend den Vorgaben der Normen erforderlich.
- Bei FGS mit Blinklicht ist stroboskopartiges Aufblitzen zu vermeiden, da dadurch ein unnötiges hektisches Moment im Straßenraum entsteht und der Fahrzeuglenker möglicherweise abgelenkt/irritiert wird.
- Diese Massnahmen erzielen eine positive Wirkung hinsichtlich der Anhaltebereitschaft.

Unterfluranlagen



Reflektoren



Bodenmarkierungen:

- Gefahrenzeichen Kinder



- Diese Massnahme erzielt eine positive Wirkung hinsichtlich der Anhaltebereitschaft.

- Optische Bremse



- Diese Massnahme erzielt eine positive Wirkung hinsichtlich der Anhaltebereitschaft.
- Hinsichtlich der Ausstattung von FGS mit „optischen Bremsen“ ist anzumerken, dass vor einem umfassenden Einsatz eine Adaption der Bodenmarkierungsverordnung vorgenommen werden sollte, um allfällige rechtlichen Bedenken zu beseitigen.

Weitere Massnahmen:

- Rote Umrandung



- Rot-weiss-roter FGS



- Leiterschutzweg



- Quermarkierung



- Haifischzähne



- Blau-weiße Baken



- Gelb fluoreszierender Hintergrund



- seitliche Zusatztafeln



Die Studie zeigt, dass die verschiedenen Formen von Beschilderungen bzw. Markierungen (weitere Massnahmen), offensichtlich nicht besonders geeignet sind, die Anhaltebereitschaft zu steigern. Alle diese Varianten sollten bis auf weiteres (aufgrund neuer Erkenntnisse anderer Schutzweguntersuchungen) nicht mehr zur Anwendung kommen.

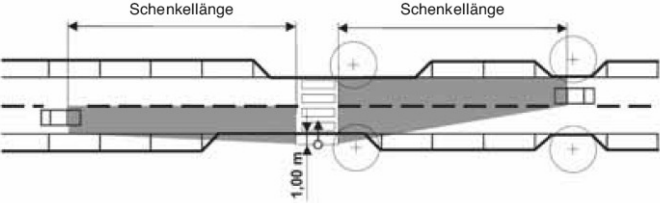
Bewertung Quelle	Fussgängerstreifen
Forschungsbericht	<ul style="list-style-type: none"> • Evidenzniveau: 3 • Untersuchungsmethode: die Anhaltebereitschaft der Fahrzeuglenker und die Fussgänger/Lenker-Interaktionen als wichtigste Verhaltenskriterien zu untersuchen ist i.O. • Klare Aussagen bezüglich der Grundausstattung der FGS • Die optische Bremse ist in der Normung nicht enthalten • Aussagen welche Zusatzausstattungen nicht zur Anwendung kommen • Empfehlungen i.O. aber nicht sehr detailliert (z.B. keine Aussagen bezüglich FZ- und FG-Mengen). • Pro Ausgestaltungsvariante wurden lediglich 1 bis 3 Beispiele untersucht.

Quelle:

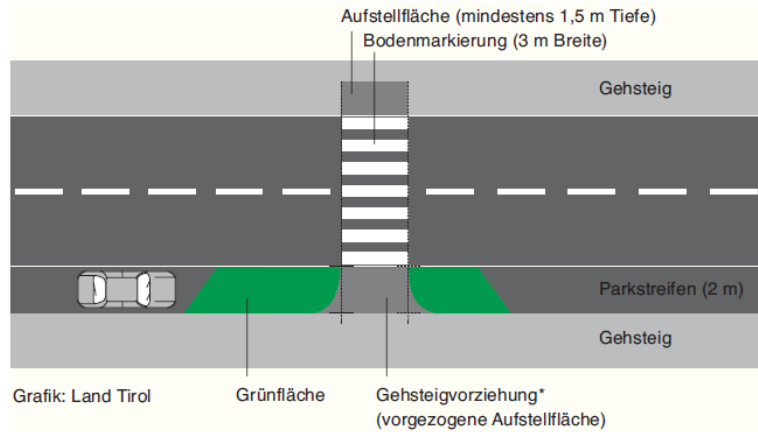
Amt der Tiroler Landesregierung – Abteilung Verkehrsplanung: Schutzwege sicher gestalten! Rechtliche Voraussetzungen / Beurteilungskriterien, Ausstattung von Schutzwegen, Tirol, Februar 2006

[3]

Diese Ausgabe der Schriftenreihe „mobile“ beschäftigt sich mit der Verkehrssicherheit auf Schutzwegen. Sie behandelt primär die Beurteilung zur Anlage sowie die Ausstattung von nicht signalgeregelten Schutzwegen. (Aussagen, welche auf anderen bereits ausgewerteten Quellen beruhen werden bei der Auswertung dieser Literatur nicht wiederholt)

Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen / Schutzwege													
Frequenzen	Überquerungsart	Ungeregelter Schutzweg	Schutzweg mit Ampelanlage	Andere bauliche Maßnahmen (Mittelinsel, etc.)										
	Frequenz	≥ 50 FG/h ≥ 300 Kfz/h	≥ 50 FG/h ≥ 1.000 Kfz/h	< 25 FG/h										
	Ausnahmen von der Frequenzhöhe → längerfristiger Querungsbedarf (mind. vier Stunden) → gefährdete Personengruppen (Kinder und Senioren)	≥ 25 FG/h ≥ 200 Kfz/h	≥ 1.000 Kfz/h											
		<ul style="list-style-type: none"> Entscheidungsrelevant ist zudem ein punktuelles Querungsbedürfnis 												
Anzahl Fahrstreifen	<ul style="list-style-type: none"> Nur ein Fahrstreifen pro Richtung 													
Lage auf dem Strassenabschnitt	<ul style="list-style-type: none"> Schutzwege sollten in bestimmten Abständen zueinander angelegt werden. Bei zu geringen Abständen sind die Aufmerksamkeit und Akzeptanz der Kfz-Lenker. Ein zu geringer Abstand zu Ampelanlagen sollte vermieden werden. 													
Sichtweite	 <p>Quelle: Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV): RVS 03.02.12 (2004) Straßenplanung – Anlagen für den nicht motorisierten Verkehr – Nicht motorisierter Verkehr – Fußgängerverkehr. Bearbeitet vom Land Tirol.</p> <table border="1" data-bbox="651 1429 1406 1496"> <thead> <tr> <th>Zulässige Höchstgeschwindigkeit</th> <th>30 km/h</th> <th>40 km/h</th> <th>50 km/h</th> <th>60 km/h</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>erforderliche Schenkellänge</td> <td>20 m</td> <td>30 m</td> <td>45 m</td> <td>60 m</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> Sichtweiten sind als Minimalanforderungen zu verstehen. 				Zulässige Höchstgeschwindigkeit	30 km/h	40 km/h	50 km/h	60 km/h	erforderliche Schenkellänge	20 m	30 m	45 m	60 m
Zulässige Höchstgeschwindigkeit	30 km/h	40 km/h	50 km/h	60 km/h										
erforderliche Schenkellänge	20 m	30 m	45 m	60 m										
Gefahrene Geschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> Ungeregelte Schutzwege sollten nur bis zu einer Fahrgeschwindigkeit von 55 km/h angelegt werden (V85). Schutzwege bei einem Tempolimit von 30 km/h nur in Ausnahmefällen 													
ÖV (Randhaltestelle ohne Busbucht)	<ul style="list-style-type: none"> Bei einem Schutzweg im Nahbereich einer Haltestelle ohne Busbucht ist die Anlage einer Mittelinsel ins Auge zu fassen. 													
Ausrüstung	Fussgängerstreifen / Schutzwege <ul style="list-style-type: none"> Schutzwege in einem Strassenzug sind einheitlich zu kennzeichnen. 													

Sicherer Fussgängerwarteraum



- *) Die Tiefe der Vorziehung ist abhängig von der Sichtbeeinträchtigung.
- Die Aufstellfläche muss baulich von der Fahrbahn getrennt sein.
 - Die Aufstellfläche muss eine Tiefe von mindestens 1.5 m aufweisen
 - Auf eine behindertengerechte Ausführung ist zu achten (Niveaunterschied 3 cm, ev. taktile Taststreifen).
 - Ist die Sicht beeinträchtigt, kann eine Gehsteigvorziehung Abhilfe schaffen.

Zebrastrreifen

- Auf Schutzwegen ausserhalb des Ortsgebietes, die mit mehr als 50 km/h zulässiger Höchstgeschwindigkeit befahren werden, muss eine Sperrlinie angebracht werden.
- Die Regelbreite des Zebrastrreifen liegt bei 3 m (Mindestbreite 2 m)
- Längsstreifen und die Abstände zwischen den Streifen sind in einer Breite von 50 cm auszuführen (ausreichender Kontrast).

Gelbes Blinklicht, Hinweiszeichen

- Zusätzlich zu den Bodenmarkierungen sind unregelmäßige Schutzwege mit blinkendem gelbem Licht oder mit dem Hinweiszeichen „Kennzeichnung eines Schutzweges“ auszustatten.

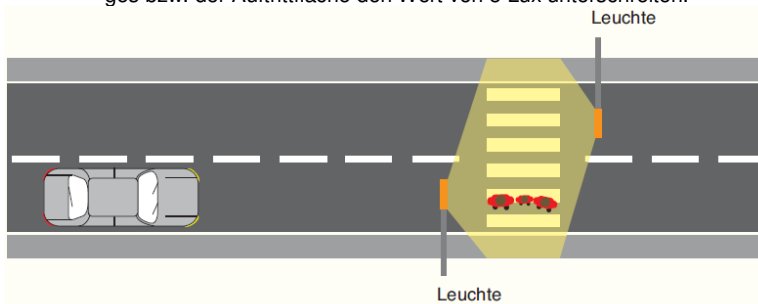
Beleuchtung

- Wird die normgemässe Leuchtdichte nicht erreicht gibt es zwei Möglichkeiten:
 - Verbesserung der allgemeinen Strassenbeleuchtung
 - zusätzliche Leuchten

- Soll die allgemeine Strassenbeleuchtung verbessert werden, so gelten folgende Distanzbereiche (Norm EN 13201 ist zu beachten)

Geschwindigkeit V_{as}	< 50 km/h	< 60 km/h	< 70 km/h
beleuchteter Bereich vor und nach dem Schutzweg	50 m	60 m	80 m

- Soll eine Verbesserung durch Zusatzleuchten erreicht werden, müssen folgende Werte erreicht werden:
 - eine mittlere vertikale Beleuchtungsstärke auf der Mittelachse des Schutzweges von 40 Lux>
 - die vertikale Beleuchtungsstärke darf an keinem Punkt des Schutzweges bzw. der Auftrittefläche den Wert von 5 Lux unterschreiten.



- Der Vorteil von schmalbandigen Schutzleuchten ist, dass bei diesem Leuchtentypus keine Adaptionstrecke (Anpassung des Auges an die veränderten Lichtverhältnisse) notwendig ist.
- Durch einen Lichtfarbenwechsel kann die frühzeitige Erkennbarkeit des Schutzweges erhöht werden.

Bewertung Quelle

- Evidenzniveau: 4
- Die Aussagen beruhen mehrheitlich auf bestehenden Richtlinien (z.B. RVS 03.02.12: Strassenplanung – Anlagen für den nicht motorisierten Verkehr oder Norm EN 13201)

Quelle:

Friedrich Zibuschka: Einfluss von Querungshilfen für Fussgänger auf die Verkehrssicherheit, Strassen und Verkehr Nr. 5, Mai 1989

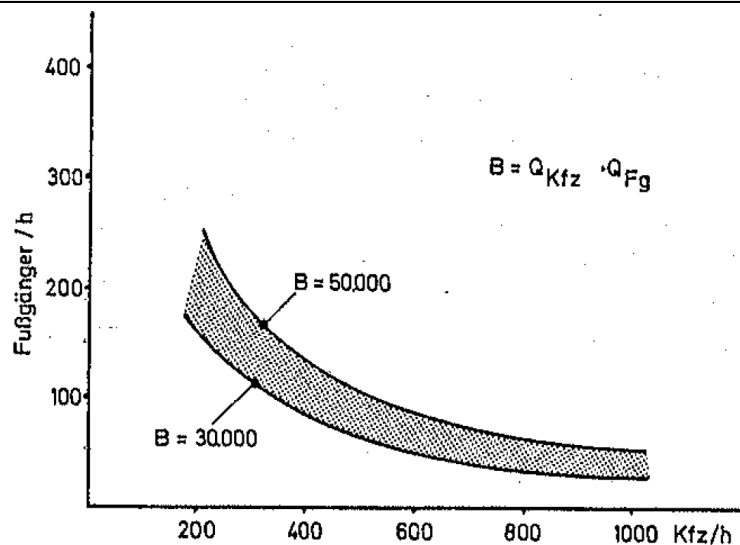
[30]

Dieser Fachartikel stützt sich auf die Ergebnisse der Forschungsarbeit „*Querungshilfen für Fussgänger: Kriterien für die Errichtung und Gestaltung, Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Strassenforschung, Heft 349, Wien, 1988*“.

Einsatzkriterien

Fussgängerstreifen / Schutzwege

Verkehrsbelastung,
Anzahl Fussgängerquerungen



- Es zeigte sich, dass bei geringen Verkehrsmengen (Fahrzeuge und Fussgänger) keine Unterschiede im Unfallgeschehen zwischen signalgeregelten und nicht signalgeregelten Schutzwegen bestehen. Mit zunehmendem Verkehrsaufkommen jedoch das Unfallrisiko an nicht signalgeregelten Schutzwegen wesentlich stärker zunimmt als an signalgeregelten. In der Abbildung ist der aus diesen Unfalldaten abgeleitete Grenzbereich dargestellt.

Bewertung Quelle

- Evidenzniveau: 2
- Im Rahmen der Arbeit wurde das Unfallgeschehen an signalgeregelten (157 Anlagen) und nicht signalgeregelten (239 Anlagen) Schutzwegen analysiert.

Quelle:

Querungshilfen für Fussgänger, Land Oberösterreich, 2000
[45]

Broschüre gibt Verantwortlichen in der Gemeinde, Elternvertretern u.a. erste Hinweise wie den Fussgängern ein sicheres Überqueren der Fahrbahn ermöglicht werden kann und welche Massnahmen unter welchen Bedingungen zum Einsatz kommen können.

Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen
Lage	<ul style="list-style-type: none"> nur im Innerortsbereich keine Fussgängerstreifen bei $v_{85} > 50$ km/h
Lage auf dem Strassenabschnitt	<ul style="list-style-type: none"> keine besonderen Einschränkungen
Anzahl Fahrstreifen	<ul style="list-style-type: none"> keine besonderen Einschränkungen
ÖV	<ul style="list-style-type: none"> keine besonderen Einschränkungen
Fahrbahnbreite	<ul style="list-style-type: none"> keine besonderen Einschränkungen
Sichtweite	<ul style="list-style-type: none"> für FG-Streifen ohne Mittelinsel: links: 45m / rechts 90m für FG-Streifen mit Mittelinsel: links 35m / rechts 35m
Gefahrene Geschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> gemessene Geschwindigkeit (v_{85}) muss tiefer liegen als zulässige Höchstgeschwindigkeit → Einsatz von geschwindigkeitsdämpfende Massnahmen
Verkehrsbelastung / Anzahl Fussgängerquerungen in Spitzenstunde	<ul style="list-style-type: none"> 50 Fg/h ⇔ 300 PKW-Einheiten/h - bei tieferen Frequenzen kein Fussgängerstreifen, jedoch flankierende Massnahmen möglich - bei Belastungen über 1'000 PKW-Einheiten ist LSA zu prüfen
Ausrüstung	Fussgängerstreifen
Signalisation, Markierung	<ul style="list-style-type: none"> Trottoirvorziehungen zur besseren Übersicht Mittelinsel zum Verbessern des Überblicks Mindestbreite: 2.5m, Mindestlänge: 5.5m Schutzwege durch Hinweiszeichen, mit / ohne Blinkleuchten „aktive Verkehrszeichen“ (Leuchtdioden) / gelbes Blinklicht Sichern durch LSA (permanent oder auf Anmeldung) kurze Bemerkung über Beleuchtung
Bewertung Quelle	Fussgängerstreifen
Forschungsbericht	<ul style="list-style-type: none"> Evidenzniveau 4 Empfehlung ok aber nicht sehr detailliert

III.4 USA

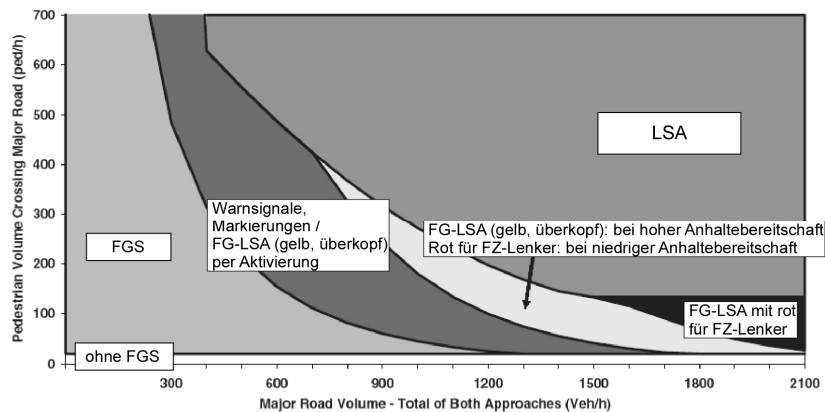
TCRP, Improving Pedestrian Safety at Unsignalized Crossing, USA, 2006 [83]

Diese Publikation verfolgt folgende zwei Ziele:

- Empfehlungen und Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit an Fussgängerübergängen
- Empfehlungen zur Änderung der Richtlinie MUTCD (Manual on Uniform Traffic Control Devices on Streets and Highways)

Als Resultat der Untersuchung sind drei Gruppen von Empfehlungen formuliert:

1. Beurteilungsverfahren und Vorgehen zur Anordnung von Fussgängerübergängen
Das Verfahren besteht aus fünf Schritten und ist angelehnt an die zwei Beurteilungsfomulare (für gefahrene Geschwindigkeit < 55 km/h und > 55 km/h). Der Zusammenhang (in Abhängigkeit der Geschwindigkeit des MIV / der FG und der Breite der Strasse) zwischen Fz-Menge und FG-Menge sind in 14 Abbildungen dargestellt.



2. Empfehlungen zur Änderung der Richtlinie MUTCD (Manual on Uniform Traffic Control Devices on Streets and Highways). Das Forschungsteam schlägt die Einführung der Unterflurleuchten vor.
3. Geschwindigkeit der Fussgänger: 1.1 m/s für die breite Bevölkerungsgruppe und 0.9 m/s für Betagte.

Bewertung Quelle	Fussgängerstreifen
Forschungsbericht	<ul style="list-style-type: none"> • Evidenzniveau: 2 Die Verwendung der TCRP-Empfehlungen und Resultate lassen sich nicht auf schweizerische Verhältnisse übertragen.

Quelle:

In-pavement pedestrian Flasher evaluation: Cedar Rapids, Iowa, 2/2004 [44]

Mit LED-Blinker im Belag vor dem Übergang konnte die Anhaltebereitschaft der Fahrzeuglenker stark erhöht werden. Dabei führte der Fussgängerstreifen über sieben Fahrstreifen.

Quelle:
Guidelines For The Installation Of Marked Crosswalks
 [90]

Richtlinien für Anordnung und Ausgestaltung von "Fussgängerstreifen".

Randbedingungen	Fussgängerstreifen																																																																													
Lage	<ul style="list-style-type: none"> • Innerorts 																																																																													
Lage auf dem Strassenabschnitt	<ul style="list-style-type: none"> • Strecke und Knoten 																																																																													
Verkehrsmengen Anzahl Fahrstreifen Geschwindigkeit (gefahren)	<ul style="list-style-type: none"> • 20 Fussgänger in der Spitzenstunde, 15 Senioren pro Stunde oder 60 Fussgänger während der 4 höchstbelasteten Stunden. • Direkt bei Anlagen, welche hohe Fussgängerfrequenzen erzeugen (Spitäler, Schulen, etc.) <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">≤ 9,000 ADT</th> <th colspan="3">> 9,000 ADT to ≤ 12,000 ADT</th> <th colspan="3">> 12,000 ADT to ≤ 15,000 ADT</th> <th colspan="3">> 15,000 ADT</th> </tr> <tr> <th>≤30 mph</th> <th>35 mph</th> <th>≥40 mph</th> <th>≤30 mph</th> <th>35 mph</th> <th>≥40 mph</th> <th>≤30 mph</th> <th>35 mph</th> <th>≥40 mph</th> <th>≤30 mph</th> <th>35 mph</th> <th>≥40 mph^p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2 lanes</td> <td></td><td></td><td>hatched</td> <td></td><td></td><td>hatched</td> <td></td><td></td><td>hatched</td> <td></td><td></td><td>hatched</td> </tr> <tr> <td>3 lanes</td> <td></td><td></td><td>hatched</td> <td></td><td></td><td>hatched</td> <td></td><td></td><td>hatched</td> <td></td><td></td><td>hatched</td> </tr> <tr> <td>+ +4 lanes, raised median^c</td> <td></td><td></td><td>hatched</td> <td></td><td></td><td>hatched</td> <td></td><td></td><td>hatched</td> <td></td><td></td><td>hatched</td> </tr> <tr> <td>+ +4 lanes, no median</td> <td></td><td>hatched</td><td>hatched</td> <td></td><td>hatched</td><td>hatched</td> <td></td><td>hatched</td><td>hatched</td> <td></td><td>hatched</td><td>hatched</td> </tr> </tbody> </table>		≤ 9,000 ADT			> 9,000 ADT to ≤ 12,000 ADT			> 12,000 ADT to ≤ 15,000 ADT			> 15,000 ADT			≤30 mph	35 mph	≥40 mph	≤30 mph	35 mph	≥40 mph	≤30 mph	35 mph	≥40 mph	≤30 mph	35 mph	≥40 mph ^p	2 lanes			hatched			hatched			hatched			hatched	3 lanes			hatched			hatched			hatched			hatched	+ +4 lanes, raised median ^c			hatched			hatched			hatched			hatched	+ +4 lanes, no median		hatched	hatched		hatched	hatched		hatched	hatched		hatched	hatched
	≤ 9,000 ADT			> 9,000 ADT to ≤ 12,000 ADT			> 12,000 ADT to ≤ 15,000 ADT			> 15,000 ADT																																																																				
	≤30 mph	35 mph	≥40 mph	≤30 mph	35 mph	≥40 mph	≤30 mph	35 mph	≥40 mph	≤30 mph	35 mph	≥40 mph ^p																																																																		
2 lanes			hatched			hatched			hatched			hatched																																																																		
3 lanes			hatched			hatched			hatched			hatched																																																																		
+ +4 lanes, raised median ^c			hatched			hatched			hatched			hatched																																																																		
+ +4 lanes, no median		hatched	hatched		hatched	hatched		hatched	hatched		hatched	hatched																																																																		
Ausrüstung	Fussgängerstreifen																																																																													
Generell	<ul style="list-style-type: none"> • 5 Stufen von Querungsstellen werden in Abhängigkeit der zu erwartenden Konflikte zwischen Fussverkehr und motorisiertem Individualverkehr vorgeschlagen. Mit steigender Stufenzahl steigt auch der Grad der Ausrüstungselemente. Dabei wird auf Stufe 1 ein bloßer Fussgängerstreifen vorgesehen und auf Stufe 5 eine Fussgängerlichtsignalanlage. 																																																																													
Fussgänger-Schutzinsel	<ul style="list-style-type: none"> • Für Stufe 3 • Bei vierspurigen Strassen • Indirekte Führung für den Fussverkehr 																																																																													
Einengungen	<ul style="list-style-type: none"> • Für Stufe 3 • Diese Massnahme wird sowohl auf freier Strecke als auch im Knotenbereich vorgeschlagen 																																																																													
Überkopfsignale	<ul style="list-style-type: none"> • Für Stufe 4 																																																																													
Bewertung Quelle	Fussgängerstreifen																																																																													
	<ul style="list-style-type: none"> • Evidenzniveau: 5 • Die zentralen Einsatzkriterien sind die Verkehrsbelastungen, die gefahrenen Geschwindigkeiten sowie die Anzahl Spuren. • Die vorgeschlagenen infrastrukturellen Massnahmen zur Verbesserung der Fussgänger-Sicherheit sind die Fussgänger-Schutzinsel, der vertikale Versatz und die indirekte Führung des Fussverkehrs auf der Fussgänger-Schutzinsel. • Da diese Richtlinie für US-amerikanische verkehrstechnische Verhältnisse gilt, sind die Inhalte nicht direkt für Schweizerische Verhältnisse anwendbar. Zudem ist keine Evidenz hinsichtlich Reduktion des Unfallgeschehens ausgewiesen. Insbesondere die Möglichkeit, Fussgängerstreifen auch bei mehr als 2 Spuren anzuordnen, ist mit Vorsicht zu geniessen. 																																																																													

III.5 Weiteres Ausland

Quelle:

Road safety effects of small-scale infrastructural measures with emphasis on pedestrian safety

[11]

Die Arbeit untersucht das Unfallgeschehens unter Berücksichtigung verschiedener Ausgestaltungsmöglichkeiten des Fussgängerübergangs. Die verschiedenen Massnahmen wurden nicht genauer umschrieben und die Wirkung der Massnahmen sind aufgrund der geringen Unfallzahlen nicht aussagekräftig.

Quelle:

The safety of various types of urban crossing facilities; Accident analysis and behaviour observations

[82]

Ziel der Untersuchung: Analyse von Sicherheit, Unfallgeschehen und Verhalten von verschiedenen Querungsstellen-Typen.

Einsatzkriterien	Fussgängerstreifen
Generell	<ul style="list-style-type: none"> Diese Arbeit liefert keine Angaben hinsichtlich Einsatzkriterien für Fussgängerstreifen.
Ausrüstung	Fussgängerstreifen
Vertikaler Versatz	<ul style="list-style-type: none"> Bei Fussgängerstreifen auf angehobener Fahrbahn (vertikaler Versatz) haben Fussgänger überraschenderweise weniger Vertrauen in die Gewährung des Vortrittes seitens des motorisierten Individualverkehrs als auf ebener Fahrbahn, wenngleich weniger Konflikte beobachtet wurden. Bei angehobener Fahrbahn wurden Geschwindigkeiten gemessen, die 7% tiefer lagen als bei Fussgängerstreifen ohne angehobene Fahrbahn. Diese betragen aber immer noch durchschnittlich 39 km/h.
Bewertung Quelle	
	<ul style="list-style-type: none"> Evidenzniveau: 3 Es war keine Clusterung der Querungsstellen nach Typologie möglich, da die Querungsstellen eine zu grosse Variabilität aufwiesen. Ein vertikaler Versatz steigert die objektive Sicherheit.

III.6 Literatur hinsichtlich Methodik

Titel	A MOTORIST AND PEDESTRIAN BEHAVIORAL ANALYSIS RELATING TO PEDESTRIAN SAFETY IMPROVEMENTS
Quelle, Ort, Jahr	FHWA, Washington DC, 2003. J. Nee & M.E. Hallenbeck
Ziel	Querungsverhalten modellieren
Vorgehen, Methode	Vorher/Nachher Analyse (4 Perioden) an 2 Querungsstellen.
Auswahl der Querungsstellen	
Abhängige Variable (n)	<ul style="list-style-type: none"> • Umwege zur Benutzung von Querungshilfen • Verbesserung der Anhaltequote .
Effektgrößen	Anhaltequote von "ohne" Markierung zu "mit" Markierung von 3% auf 17% - 33%.
Hauptergebnisse	
Kritik	
Zitierungen	Keine.
Nr.	1

Titel	Verkehrssicherheitsvergleich unterschiedlicher Varianten der Schutzwegausstattung
Quelle, Ort, Jahr	KfV, Wien, 2006
Ziel	Änderung des Geschwindigkeitsverhaltens und der Anhaltequote nach Interventionen verschiedener Art (Quermarkierungen, Aufpflasterungen, gelb hinterlegte Signale, u.a.)
Vorgehen, Methode	Einfache Vorher/Nachher Analyse (oft 2 Querungsstellen gleicher Intervention).
Auswahl der Querungsstellen	Experimental-Querungsstellen nach praktischer Machbarkeit des Experimentes.
Abhängige Variable (n)	<ul style="list-style-type: none"> • Anhaltequote • Geschwindigkeitsniveau • Blickverhalten von Lenkern (n=30)
Effektgrößen	Anhaltequote von "keine" Markierung zu "Markierung" von 3% auf 17% - 33%.
Hauptergebnisse	Bauliche Umgestaltung führt zur grössten Verbesserung hinsichtlich Anhaltequote, gefolgt von Signalisation und Bodenmarkierung. Beschilderung führt zu keinen Veränderungen. Blickverhalten nicht von baulicher Ausgestaltung abhängig.
Kritik	Kein Nachweis, dass Anhaltequote mit Sicherheit korreliert (muss für hohe und niedrige Werte in Frage gestellt werden). Keine Korrelation zwischen Geschwindigkeitsniveau einer Strasse / Anhaltequote wenn alle Messstellen einzeln berücksichtigt werden.
Zitierungen	Rund 20 deutschsprachige.
Nr.	2

Abstract

Die Benutzung unregelmässiger Schutzwege kann gefährlich sein, weil nicht alle Kfz-Lenker den gesetzlich eingeräumten Vorrang der Fussgänger beachten. Während in Österreich bei (signal-)geregelten Schutzwegen bis zum Jahr 2005 gegenüber 1990 eine 40-prozentige Reduktion der Unfälle erreicht wurde, ist die Zahl der Unfälle auf unregelmässigen Schutzwegen seit 1995 ständig angestiegen. Das Kuratorium für Verkehrssicherheit (KfV) und der Automobilclub ÖAMTC wurden vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie mit der verkehrssicherheitstechnischen Untersuchung von mehreren Gestaltungsvarianten unregelmässiger Schutzwege beauftragt. Insgesamt wurden 21 Gestaltungsvarianten – verschiedene Bodenmarkierungen, Beschilderungen, Signali-

sierungen und bauliche Massnahmen – untersucht. Ziel war es, jene Gestaltungsmassnahmen von unregelmässigen Fussgaengeruebergangen hervorzuheben, die unmittelbar nach Installierung oder Inbetriebnahme zu einer deutlichen Erhoehung der Anhaltebereitschaft der Fahrzeuglenker beziehungsweise zu einer nennenswerten Reduktion der Fahrgeschwindigkeit fuehren. Basis der Fussgaenger-Lenker-Interaktions-Beobachtungen im Bereich eines Fussgaengeruebergangs bilden Verhaltenbeobachtungen von Kfz-Lenkern und Fussgaengern in einem definierten Konfliktbereich. An jeder der insgesamt 37 Messstellen wurden von 4 Erhebungsteams rund 80 Fussgaenger-Lenker-Interaktions-Beobachtungen durchgefuehrt. Bauliche Massnahmen – Mittelinsel, Aufpflasterungen – sind am besten geeignet, die Anhaltebereitschaft zu erhoehen und/oder die Annaeherungsgeschwindigkeit zu verringern. Auch Signalisierungen und Bodenmarkierungen sind geeignet, die Anhaltebereitschaft zu erhoehen. Beschilderungen wie zum Beispiel die am Verkehrszeichen "Schutzweg" zusaetzlich angebrachten blauweissen Baken oder die mit gelb fluoreszierendem Hintergrund ausgestatteten Verkehrszeichen scheinen hingegen fuer die Erhoehung der Anhaltebereitschaft untauglich zu sein. Es ist jedoch festzuhalten, dass jede Zusatzausstattung von Schutzwegen grundsaeztlich keinen Mangel in der Gestaltung eines Schutzweges hinsichtlich Sichtweiten, Aufstellflaechen, Gehsteigvorziehungen, Beleuchtung, Kennzeichnung und Bodenmarkierung ausgleichen kann. Eine Zusatzausstattung an Schutzwegen setzt daher eine entsprechende Gestaltung gemass der Richtlinie fuer Fussgaengerverkehr (RVS 3.12) voraus. In diesem Zusammenhang ist vor allem eine adaequate Beleuchtung zu erwaehnen, die als wesentliche Voraussetzung fuer die sichere Benutzung von Schutzwegen waehrend der Dunkelheit gilt. (Author/publisher).

Titel	A Framework for Evaluating Pedestrian-Vehicle Interactions at Unsignalized Crossing Facilities in a Microscopic Modeling Environment
Quelle, Ort, Jahr	TRB, 2007, Washington DC/ North Carolina State University
Ziel	Modellierung des motorisierten Individualverkehrs im Bereich von Querungsstellen
Vorgehen, Methode	Mikrosimulationsmodell
Abhängige Variable (n)	<ul style="list-style-type: none"> • Gap acceptance
Effektgrössen	
Hauptergebnisse	Anhaltebereitschaft von Fussgängerverhalten abhängig. Verschiedene Anhalte-Arten. Diverse Modelle erarbeitet.
Kritik	
Zitierungen	Keine.
Nr.	3

Titel	Pedestrian Crosswalk Study: Crashes in Painted and Unpainted Crosswalks
Quelle, Ort, Jahr	Herms, 1972, Washington DC
Ziel	Sicherheit von Querungsstellen mit und ohne Fussgängerstreifen
Vorgehen, Methode	Vergleich von 400 Querungsstellen mit und ohne Fussgängerstreifen.
Abhängige Variable (n)	• Unfallrate
Effektgrößen	Unfallrate auf Fussgängerstreifen doppelt so hoch im Vergleich zu ausserhalb Fussgängerstreifen
Hauptergebnisse	Fussgängerstreifen doppelt so gefährlich als ohne
Kritik	Keine Unterscheidung der Fussgängerstreifen hinsichtlich Infrastruktur oder Betrieb.
Zitierungen	
Nr.	4

*Zitierung Zegeer

Abstract

This is a report of a study of pedestrian accident experience at unsignalized intersections and whether it is less in marked or unmarked crosswalks. Accident experience covering a 5-year period was studied at 400 intersections, each having one marked and one unmarked crosswalk crossing the main thoroughfare. In addition, pedestrian and vehicle traffic characteristics were studied to determine the pedestrian's relative use of marked and unmarked crosswalks and his exposure to vehicular traffic. The results show that during the 5-year period 177 pedestrians were hit in the 400 marked crosswalks compared with 31 pedestrians hit in the 400 corresponding unmarked crosswalks. This included 18 fatalities in the marked crosswalks versus 3 fatalities in the unmarked crosswalks. In general, the study showed that, with allowance made for the number of pedestrians using the crosswalks, approximately twice as many pedestrian accidents occur in marked crosswalks as in unmarked crosswalks. Evidence indicates that the poor accident record of marked crosswalks is not due to the crosswalk being marked as much as it is a reflection of the pedestrian's attitude and lack of caution when using the marked crosswalk. Recommendations include institution of a pedestrian education program and limitation of crosswalks to only those locations where they are warranted.

Titel	Evaluation of marked and unmarked crosswalks at intersections in California
Quelle, Ort, Jahr	Gibby, 1994, Washington DC
Ziel	Sicherheit von Querungsstellen mit und ohne Fussgängerstreifen
Vorgehen, Methode	Vergleich von 380 Querungsstellen mit und ohne Fussgängerstreifen, in mehrstufigem Verfahren ausgewählt aus 10'000. Wilcoxon Rank Sum tests.
Abhängige Variable (n)	Unfallrate
Effektgrößen	Unfallrate auf Fussgängerstreifen 2-3 mal höher im Vergleich zu ausserhalb Fussgängerstreifen
Hauptergebnisse	Mit Fussgängerstreifen sind Querungsstellen gefährlicher als ohne
Kritik	Keine Unterscheidung der Fussgängerstreifen nach Infrastruktur oder Betrieb. Kontrolliert lediglich für mit/ohne Lichtsignalanlage.
Zitierungen	
Nr.	5

*Zitierung Zegeer/ aus Webspirs

Abstract

For two decades transportation agencies in California have been reluctant to mark pedestrian crosswalks. Studies in California concluded that at unsignalized intersections, marked crosswalks have a higher frequency of accidents than unmarked crosswalks. Recent work supported by the FHWA called in question the California practice. The objective of this study was to examine numerous marked and unmarked crosswalks to compare the accident experiences. After a literature search, 380 intersections out of more than 10,000 on California state highways were selected at random. Five years of accident data and 1989 traffic volumes were obtained for all 380 intersections. Pedestrian counts were completed at 55 of the intersections. The analysis utilized the Wilcoxon Rank Sum tests to assess whether or not there were differences in pedestrian-vehicle accident rates between intersections with and without markings. The major results were: 1) at unsignalized intersections marked crosswalks clearly featured higher pedestrian-vehicle accident rates than unmarked crosswalks; 2) for signalized intersections the results were inconclusive; and 3) there is no compelling reason for Caltrans to change intersection crosswalk marking policy

Titel	Pedestrian Trip Making Characteristics and Exposure Measures
Quelle, Ort, Jahr	Toby et al., 1984, Washington DC, FHWA
Ziel	Messgrößen für Verhalten von Verkehrsteilnehmern eruieren
Vorgehen, Methode	Beobachtung.
Abhängige Variable (n)	Unfallrate
Effektgrößen	Unfallrate auf Fussgängerstreifen 2-3 mal höher im Vergleich zu ausserhalb Fussgängerstreifen
Hauptergebnisse	Mit Fussgängerstreifen sind Querungsstellen gefährlicher als ohne
Kritik	Keine Unterscheidung der Fussgängerstreifen nach Infrastruktur oder Betrieb. Kontrolliert lediglich für mit/ohne Lichtsignalanlage.
Zitierungen	
Nr.	6

Abstract

The objectives of this research were to identify specific pedestrian trip-making characteristics, develop pedestrian exposure measures, and examine these trip-making characteristics and exposure measures relative to accident information in order to determine the relative hazardousness of various pedestrian characteristics and behaviors. A large-scale field study was conducted in five standard metropolitan statistical areas (SMSAs). A total of 12,528 person-hr were devoted to observing vehicles and pedestrians at a stratified random sample of locations in five SMSAs. Volume and activity data were recorded for 612,395 vehicles and 60,906 pedestrians. In addition, 20,147 pedestrians were coded by demographic characteristics and behavior. A total of 1,357 sites were measured, photographed, and described. Data on pedestrian trip-making characteristics and behavior are presented: who walks, where they walk, how they walk (or run), and when they walk. Pedestrian exposure is described in terms of the number of pedestrian-vehicle (PV) interactions. Exposure data are presented in terms of various pedestrian and site characteristics. Relative hazardousness was determined by comparing the exposure data with pedestrian accident data. The relative hazard associated with various site characteristics, pedestrian and vehicle characteristics, and pedestrian and vehicle actions is described.

Titel	On the Treatment of Flow in Traffic Safety Analysis
Quelle, Ort, Jahr	Ekman, 1996, Lund
Ziel	Unfallgeschehen in Abhängigkeit der Fussgängerkehrsmengen
Vorgehen, Methode	95 Querungsstellen innerorts. Konflikte und Unfälle gezählt.
Abhängige Variable (n)	Unfallrate
Effektgrößen	
Hauptergebnisse	Komplexer Zusammenhang zwischen Unfallrate und Verkehrsmenge. Daten weisen auf umgekehrt proportionalen Zusammenhang hin.
Kritik	Kausalität?
Zitierungen	Ca. 40
Nr.	7

Abstract

The treatment of flow in the area of traffic safety has a long tradition. The influence flow has on the number of accidents is, however, often considered so obvious that it tends to be trivial. In this thesis I can show that the relation between flow and accidents holds interesting information. In order to compare countermeasures, or conduct other types of traffic safety comparisons where the flow varies, it is vital to know the full shape of the relation between accidents and flow. Such relations are called Safety Performance Functions (SPF). If we focus on the situation for individual road users the equivalent Risk Performance Functions (RPF) may be used to increase the comparability. The traditional comparison of accident rates is equal to assuming the SPF is a straight line, and thus the RPF is a constant. The main aim of this thesis is to develop a transparent system for estimating SPFs and RPFs. One step towards a transparent and, thus, interpretable treatment of accident and flow data is the development of a system for aggregating approaches in order to create aggregates with equal, or at least manageable, precision. The aggregation is based on relevant flow and is made in such a way that all aggregates represent the same number of the relevant road users. In order to generate a non-parametric function, without built-in presumptions of the overall relationship between flow and accidents, moving averages line is used. A series of computer programs is developed in order to describe the accuracy of the resulting functions. Two computer intensive methods: simulation and bootstrap, are used. With both these methods, exact confidence intervals are produced. Confidence intervals are computed by a process of interpolation. The stability of and the power of the computation of confidence intervals is tested with the use of synthetic data sets produced by a random process. The method developed was applied to a data set consisting of accident records, conflict observations and traffic flow counts for different road user categories from 95 non-signalised intersections in the cities of Malmö and Lund. The result on bicycle and pedestrian safety is illustrated by graphs: SPFs and RPs. The empirical application has confirmed that: the method of aggregating and averaging gives a function with good visual interpretability; the bootstrap method gives an accurate and useful description of the stability of the estimated non-parametric function; the relationship between conflicts and flow is complex but knowledge about such relations could improve traffic safety evaluations that include comparisons between groups of locations with different flow; analyses of the non-parametric functions may be the base for suggesting active flow manipulation as a traffic safety measure; information about the effect of flow on safety may be used to generate hypotheses about the processes underlying traffic safety problems

Titel	Pedestrian Safety in Sweden
Quelle, Ort, Jahr	Ekman, Hyden; 1999, Lund
Ziel	Sicherheit auf Schwedens Strassen für Fussgänger.
Vorgehen, Methode	Vergleich Querungsstellen mit und Querungsstellen ohne Fussgängerstreifen in.
Abhängige Variable (n)	Konfliktrate
Effektgrössen	
Hauptergebnisse	Konfliktrate höher bei Fussgängerstreifen (falls mehr als 10 Fahrzeuge/Stunde).
Kritik	
Zitierungen	
Nr	8

Abstract

This report is one in a series of pedestrian safety synthesis reports prepared for the Federal Highway Administration to document pedestrian safety in other countries. This report reviews recent pedestrian safety research in Sweden (in particular) with some attention to similar research in other Scandinavian countries. The report states that even in Sweden, where attention has long been paid to pedestrian and bicyclist concerns, still too much traffic planning is addressed as if it were a vehicular issue only. If traffic cannot be separated, then consideration should be given in some areas to restricting vehicle speeds to 30 km/hr. It is argued that future planning must better balance the competing needs of motor vehicle traffic, pedestrians, and cyclists.

Diverse Verhaltensstudien bei Querungsstellen mit/ohne Fussgängerstreifen.

separately by site type (e.g., two-lane versus multilane road, high volume versus low volume) would produce different results on the safety effects of marked versus unmarked crosswalks.

Behavioral Studies Related to Marked Crosswalks

In addition to crash-based studies, it is also important to review studies that evaluate the effects of crosswalk marking on pedestrian and motorist behavior. Such review can reveal changes in behavior, which can lead to crashes for different crosswalk conditions. The following paragraphs discuss some of these behavioral studies.

Katz et al. conducted an experimental study of driver and pedestrian interaction when the pedestrian crossed a street.⁽¹²⁾ The pedestrians in question were members of the study team, and they crossed a street under a variety of conditions (960 trials). It was found that drivers stop for pedestrians as a function of several variables. Drivers stop more frequently when the vehicle's approach speed is low, when the pedestrian is in a marked crosswalk, when the distance between vehicle and pedestrian is greater rather than less, when pedestrians are in groups, and when the pedestrian does not make eye contact with the driver. Thus, the marked crosswalk is a specific factor in positive driver behavior in this study.

A study by Knoblauch et al. was conducted to determine the effect of crosswalk markings on driver and pedestrian behavior at unsignalized intersections.⁽¹³⁾ A before-after evaluation of crosswalk markings was conducted at 11 locations in 4 U.S. cities. The observed behaviors included pedestrian crossing location, vehicle speed, driver yielding, and pedestrian crossing behavior. It was found that drivers approach a pedestrian in a crosswalk somewhat more slowly, and that crosswalk usage increases, after markings are installed. No evidence was found indicating that pedestrians are less vigilant in a marked crosswalk. No changes were found in driver yielding or pedestrian assertiveness as a result of adding the marked crosswalk. Marking pedestrian crosswalks at relatively low-speed, low-volume, unsignalized intersections was not found to have any measurable negative effect on pedestrian or motorist behavior at the selected sites (which were all two- or three-lane roads with speed limits of 56 or 64 kilometers per hour (km/h) or 35 or 40 miles per hour (mi/h)).

In a comparison study to the one discussed above, Knoblauch and Raymond conducted a before-after evaluation of pedestrian crosswalk markings in Maryland, Virginia, and Arizona.⁽¹⁴⁾ Six sites that had been recently resurfaced were selected. All sites were at uncontrolled intersections with a speed limit of 56 km/h (35 mi/h). The before data were collected after the centerline and edgeline delineations were installed but before the crosswalk was installed. The after data were collected after the crosswalk markings were installed. Speed data were collected under three conditions: no pedestrian present, pedestrian looking, and pedestrian not looking. All pedestrian conditions involved a staged pedestrian. The results indicate a slight reduction in vehicle speed at most, but not all, of the sites. Overall, there was a significant reduction in speed under both the no pedestrian and the pedestrian not looking conditions. (Note: This study and the 2001 behavioral study by Knoblauch, et al. mentioned above were both conducted as part of the larger FHWA study conducted in conjunction with the current study described here.)

These studies found pedestrian behavior to be, if anything, slightly better in the presence of marked crosswalks compared to unmarked crosswalks. Certainly the results showed no indication of an increase in reckless or incautious pedestrian behavior associated with marked crosswalks. All of the sites used in the Knoblauch studies were two-lane and three-lane roads, and all had speed limits of 56 or 64 km/h (35 or 40 mi/h). No formal behavioral studies were found which have studied pedestrian and motorist behaviors and conflicts on roads with four or more lanes with and without marked crosswalks. Such multilane situations may pose different types of risks for pedestrians, particularly where high traffic volume exists and/or where vehicle speeds are high.

Titel	Pedestrian Crosswalk Case Studies: Richmond VA, Buffalo, NY, Stillwater MS
Quelle, Ort, Jahr	FHWA, 2001,Knoblauch, Nitzburg
Ziel	Querungsstellen-Fallstudien in Sacramento und Richmond zum Verhalten von Fussgängern und Lenker nach Markierung eines Fussgängerstreifens.
Vorgehen, Methode	Vorher_Nachher-Design für Markierung von Fussgängerstreifen an 11 Querungsstellen an Kreuzungen.
Abhängige Variable (n)	Geändertes Annäherungsverhalten falls Fussgängerstreifen markiert (langsamer), aber keine Änderung im Anhalte-Verhalten (andere Regelung)
Effektgrössen	
Hauptergebnisse	Je langsamer Fahrzeuge nahen, desto eher halten sie. Leichter Geschwindigkeitsrückgang nach Markierung. Siehe Beilage
Kritik	Nur 11 Querungsstellen. Vorher-Nachher-Design ohne Rücksichtnahme auf Gestaltung.
Zitierungen	Keine
Nr.	10

Titel	Safety Effects of marked versus unmarked Crosswalks at uncontrolled locations.
Quelle, Ort, Jahr	FHWA, Zegeer, 2005
Ziel	Sicherheitseffekte von Querungsstellen mit/ohne Fussgängerstreifen .
Vorgehen, Methode	Vergleich von 1000 Fussgängerstreifen-Querungsstellen mit 1000 Nicht-Fussgängerstreifen-Querungsstellen.
Abhängige Variable (n)	Unfälle.
Effektgrössen	Siehe Modell.
Hauptergebnisse	Multifaktorielles Modell mit den Variablen "Fussgängermenge", "motorisierter Individualverkehr", "Fussgängerstreifen", "Schutzinsel", "Anzahl Spuren", 2 Interaktionen. Es gibt Konstellationen, bei denen es mit Fussgängerstreifen gefährlicher ist als ohne.
Kritik	Unfälle vorauszusagen ist nicht da
Zitierungen	41 (Herms, Gibby, Ekman, Van Houten, Zegeer, Knoblauch, Toby, Yagar)
Nr.	11

Titel	Grundlage für risikobasierte Kriterien zur Planung und Ausgestaltung von Fussgängerstreifen. Vorgehensskizze.
Quelle, Ort, Jahr	Ernst Basler + Partner. 2008. Zollikon.
Ziel	Vorschlag eines möglichen Vorgehens bei der Beurteilung der Sicherheit an Querungsstellen in Abhängigkeit diverser Kriterien.
Vorgehen, Methode	Multifaktorielles Modell.
Abhängige Variable (n)	Monetarisiertes Risiko (Häufigkeit, Schadenausmass)
Effektgrössen	Keine.
Hauptergebnisse	Dieses Modell entspricht einer Erweiterung des Modelles in (10). Die unabhängigen und die abhängige Variablen werden monetarisiert, sodass anhand des Resultates direkt die Verhältnismässigkeit der Massnahmen ausgedrückt.
Kritik	Aus dem Bericht geht nicht hervor, wie das Modell errechnet werden soll.
Zitierungen	Keine
Nr.	12

Titel	Fussgänger- und Radfahrersicherheit: Übersicht über den Norwegischen und internationalen Forschungsstand.
Quelle, Ort, Jahr	Erke, ZVS 4/2008.
Ziel	Zusammenfassung von Bewertungen von Massnahmen für Radfahrer und Fussgänger.
Vorgehen, Methode	Meta-Analysen.
Abhängige Variable (n)	Unfälle. Unfallraten.
Effektgrössen	Planfreie Querungsstelle: -90% bis -69%. Fussgängerlichtsignalanlage: -4% bis -18%. Fussgängerstreifen: +9% bis + 39% Fussgänger-Schutzinsel: -3% bis -30%. Anrampung vor Fussgängerstreifen: +
Hauptergebnisse	Fussgängerstreifen werden als Massnahmen bezeichnet, die eine falsche Sicherheit vermitteln. Fussgänger-Schutzinseln und Anrampungen als beste Massnahmen vorgestellt.
Kritik	Die Methodiken der Untersuchungen auf denen diese Resultate aufbauen sind nicht spezifiziert.
Zitierungen	Elvik, Handbook Of Road Safety Measures Leden, Garder, Johansson Zegeer, 2005 Weitere 28
Nr.	13

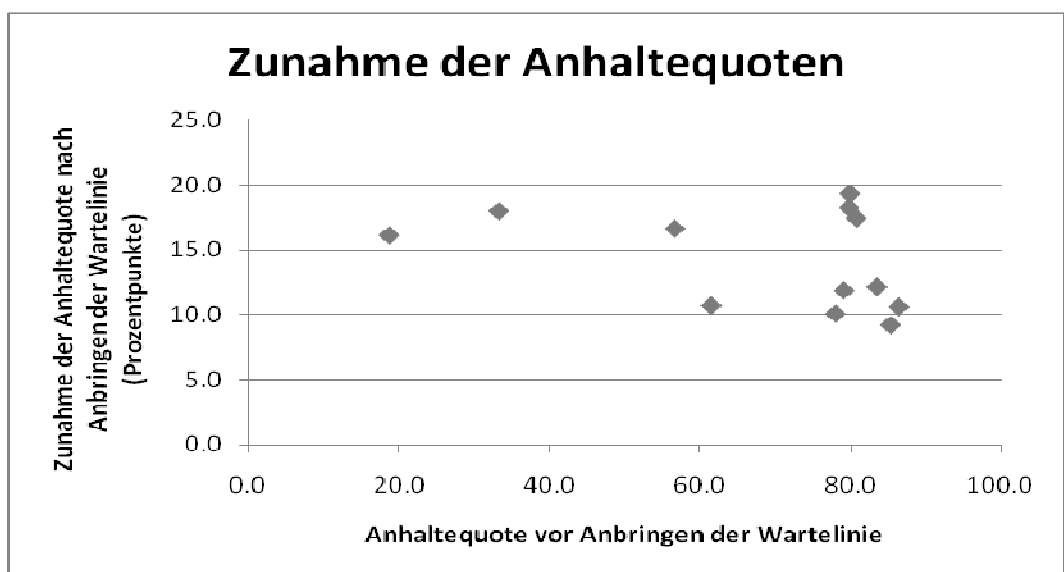
Titel	Toward Vision Zero at Zebra Crossings
Quelle, Ort, Jahr	Johansson Ch., Gärder P., Leden L. 2003. Transport Research Record.
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> Auswirkungen einer Gesetzesänderung in Schweden (absoluter Vortritt für Fussgänger) Auswirkungen von baulichen Verbesserungen bei Querungsstellen (Umgestaltung der Strasse, weitere Inseln*, Anrampungen) *Im Vorher-Zustand hatten alle Fussgängerstreifen Inseln.
Vorgehen, Methode	Unfallanalyse und Verhaltensbeobachtung. Vorher-Nachher-Messungen mit Kontrollgruppe. Vor der Gesetzesänderung. Nach Gesetzesänderung aber vor Umbau. Nach dem Umbau. Geschwindigkeitsmessungen, Anhaltequotemessungen
Abhängige Variable (n)	<ul style="list-style-type: none"> Unfälle (über alle Querungsstellen) Verhaltens-Merkmale (high severity situations, Anhalten ja/nein am Trottoirrand, Kopfbewegung vor dem Queren pro Stunde!)
Effektgrössen	Umbau (Umgestaltung) erhöhte die Anhaltequote von 21% auf 45% (hoch signifikant). Bei entfernten Fussgängerstreifen 6% geringere Anhaltequote (ns). Grosse Unterschiede in Anhaltequote zwischen den einzelnen Querungsstellen (31% ohne Fussgängerstreifen, 52-73% mit Fussgängerstreifen)
Hauptergebnisse	Unfallschwere korreliert stark mit Geschwindigkeit. Geschwindigkeitsniveau (v90%) nach Umbau von 55 km/h auf 35 km/h bis 42 km/h gesenkt. Zunahme der Kopfbewegungen nach Gesetzesänderung und nach Umbau ...
Kritik	Keine Einflüsse spezifischer Gestaltungsmassnahmen eruierbar.
Zitierungen	19
Nr.	14

Titel	The Continuing Debate about Safety in Numbers-Data from Oakland, CA
Quelle, Ort, Jahr	UC Berkeley, Traffic Safety Center, Institute of Transport Studies. J. Greyer, N. Raford, D. Ragland, T. Pham. 2006.
Ziel	Hypothese bestätigen, dass das Fussgänger-Unfall-Risiko mit zunehmender Fussgänger Menge abnimmt.
Vorgehen, Methode	Auf Grund von Beobachtungen wurden Fussgängerströme für alle Querungsstellen in Oakland modelliert (Validierung bei 42 Kreuzungen $r = 0.77$). Daten für motorisierten Individualverkehr aus Zählungen. Sog. Quasi-poisson-Modell zur Vorhersage der Unfallrate. Unabhängige Variablen: <ul style="list-style-type: none"> • Anzahl Spuren • Lichtsignalanlage (ja/nein) • Stop-Signale • Andere Signale (ja/nein) • Fussgängerstreifen • Fussgänger-Schutz-Insel • Radstreifen • Wohnzone (ja/nein) • Gewerbezone (ja/nein) • Gemischte Zone (ja/nein)
Abhängige Variable (n)	• Unfallrate für Fussgänger.
Effektgrößen	Siehe Modellvariablen
Hauptergebnisse	Fussgänger Mengen Mengen des motorisierten Individualverkehrs Umgebung Haben einen statistisch signifikanten Einfluss.
Kritik	Keine Einflüsse spezifischer Gestaltungsmaßnahmen eruierbar.
Zitierungen	8 (u.a. Leden, Jacobsen)
Nr.	15

Titel	The Handbook of Road Traffic Measures
Quelle, Ort, Jahr	Institute Of Transport Economics, Elvik, R., Vaa, T., Oslo. 2004
Ziel	u.a. Nutzen, Sicherheitsgewinn von verschiedensten Verkehrsmassnahmen quantifizieren.
Vorgehen, Methode	• Meta-Analysen
Abhängige Variable (n)	• Unfälle mit Fussgängern
Effektgrößen	Markierung Fussgängerstreifen: +28%(19% bis 39%) Fussgängerschutzinsel: -18% (-3 bis -30%) Anrampungen: -49% (+3% bis - 75%) Fahrbahneinengungen: nur Gesamtzahl Unfälle (kein Effekt, -5% sehr grosse K.I.)
Hauptergebnisse	Siehe (Effektgrößen)
Kritik	Keine Einflüsse spezifischer Gestaltungsmaßnahmen und deren Kombinationen eruierbar.
Zitierungen	viele
Nr.	16

Titel	Safer Roads
Quelle, Ort, Jahr	Institute Of Transport Studies, Monash University, K. W. Ogden, Melbourne, 1996
Ziel	Nutzen, Sicherheitsgewinn von verschiedensten Verkehrsmassnahmen quantifizieren.
Vorgehen, Methode	<ul style="list-style-type: none"> • Meta-Analysen
Abhängige Variable (n)	<ul style="list-style-type: none"> • Unfälle mit Fussgängern
Effektgrössen	Markierung Fussgängerstreifen: $U=(3 \times 10^{-4}) \cdot DTV$ Fussgängerschutzinsel: -13%
Hauptergebnisse	Siehe (Effektgrössen)
Kritik	Keine Einflüsse spezifischer Gestaltungsmassnahmen eruierbar.
Zitierungen	viele
Nr.	17

Titel	Projet pilote TCS "Sécurisation des passages piétons"
Quelle, Ort, Jahr	TCS, Genève, 2007
Ziel	Nutzen, Sicherheitsgewinn einer Wartelinie vor Fussgängerstreifen bewerten.
Vorgehen, Methode	<ul style="list-style-type: none"> • Vorher-Nachher (4 Perioden mit und eine ohne Markierung) Vergleich an 7 Fussgängerstreifen verschiedenster Ausgestaltung (mit/ohne Insel, zwei-/einspurig, Einbahn/Gegenrichtung). 36 Stunden bevor die Markierung angebracht wurde und 4*36 Stunden mit Markierung (n = unklar). • Videoanalysen, wobei immer dieselbe Person ausgewertet hat.
Abhängige Variable (n)	<ul style="list-style-type: none"> • Anhaltequote mittels Videoanalyse. Ausgewertet von einer einzigen Person. Prinzip nicht beschrieben.
Effektgrössen	Über alle Perioden gemittelt ist mit Zunahmen der Anhaltequote von 10% bis 20% zu rechnen.
Hauptergebnisse	Nach der Markierung der Wartelinie stiegen die Anhaltequoten an den einzelnen Fussgängerstreifen (siehe Effektgrössen). Dabei wurde bei der Bewertung der Anhaltequote dahingehend unterschieden, ob Fussgänger vor dem Überqueren einen Sicherheitshalt einlegten oder nicht und bei vorhandenen Fussgängerschutzinseln wurde unterschieden zwischen Anhaltequote auf der ersten und zweiten Fahrbahnhälfte.
Kritik	Markierung der Wartelinie führt dazu, dass weniger Fussgänger einen Sicherheitshalt vor dem Überqueren einlegen. Keine Einflüsse spezifischer Gestaltungsmassnahmen eruierbar.
Zitierungen	viele
Nr.	18



Titel	Eurotest, Pedestrian crossing survey in Europe
Quelle, Ort, Jahr	TCS, Genève, 2008
Ziel	Vergleich des Sicherheitsniveaus für Querungsstellen in verschiedenen Europäischen.
Vorgehen, Methode	<ul style="list-style-type: none"> • Beim Überqueren der Strasse getötete Fussgänger, insbesondere an Fussgängerstreifen, in Relation zur Bevölkerung gesetzt..
Abhängige Variable (n)	<ul style="list-style-type: none"> • Mortalität beim Überqueren von Strassen.
Effektgrössen	Über alle Perioden gemittelt ist mit Zunahmen der Anhaltequote von 10% bis 20% zu rechnen.
Hauptergebnisse	<p>Mortalität der Fussgänger in der Schweiz im Europäischen Mittel.</p> <p>Anteil getöteter Fussgänger gemessen an allen getöteten Verkehrsteilnehmer hoch.</p> <p>Anteil getöteter Fussgänger auf Fussgängerstreifen gemessen an allen getöteten Verkehrsteilnehmer hoch.</p>
Kritik	Keine Aussage über expositionsbereinigte Mortalität oder Morbidität möglich.
Zitierungen	keine
Nr.	19

Titel	Sicherheit an Fussgängerstreifen: Auswirkungen einer gesetzlichen Neuregelung und begleitender Verkehrssicherheitskampagne
Quelle, Ort, Jahr	Bfu, Bern, 1999.
Ziel	Vergleich der Anhaltequote an Fussgängerstreifen vor und nach der Gesetzesänderung in der Schweiz von 1994.
Vorgehen, Methode	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Messzeitpunkt vor Änderung des Gesetzes, 6 Messzeitpunkte danach. • 1 Fussgängerstreifen • Beobachtung von zufällig anwesenden Fussgängern (keine gestellten Szenen). • Beobachtung des Verhaltens der Lenker und der Fussgänger.
Abhängige Variable (n)	<ul style="list-style-type: none"> • Anhaltequote
Effektgrössen	Anhaltequote stieg von 4.5% auf 25.7%
Hauptergebnisse	<p>Anhaltequote stieg von 4.5% auf 25.7%</p> <p>Quote der Fussgänger, die am Fahrbahnrand anhielten sank von 95% auf 90%.</p> <p>Abnahme der Lenker, die von Fussgänger "gezwungen" wurden anzuhalten</p>
Kritik	Nur 1 Fussgängerstreifen
Zitierungen	1
Nr.	20

Titel	Sicherheitsaspekte bei Fussgängerstreifen
Quelle, Ort, Jahr	Kantonspolizei Zürich, Verkehrstechnische Abteilung, 1997.
Ziel	Vergleich der Sicherheit für überquerende Fussgänger auf und ausserhalb von Fussgängerstreifen.
Vorgehen, Methode	<ul style="list-style-type: none"> • Zählen von Fussgänger-Überquerungen auf un ausserhalb von Fussgängerstreifen auf einer ganzen Strecke. • Vergleich mit Unfalldaten.
Abhängige Variable (n)	<ul style="list-style-type: none"> • Unfallrate.
Effektgrössen	Unfallrate auf Fussgängerstreifen (alles normgerechte) 4 Mal geringer als ausserhalb von Fussgängerstreifen. Auf Fussgängerstreifen mit Mittelinsel beträgt die Unfallrate die Hälfte im Vergleich zu Fussgängerstreifen mit Mittelinsel.
Hauptergebnisse	Siehe Effektgrössen.
Kritik	Alle Fussgängerstreifen gleich behandelt (ausser Merkmal Mittelinsel).
Zitierungen	keine
Nr.	21

Titel	Pedestrian Safety Impacts Of Curb Extensions: A case Study
Quelle, Ort, Jahr	FHWA-0R-DF-06-01, July 2005; R. Johnsson
Ziel	Wirksamkeit bei Fussgängerstreifen die mit Einengungen der Fahrbahn und Haltebalken versehen waren.
Vorgehen, Methode	<ul style="list-style-type: none"> • Fall-Kontroll-Studie an einem (bzw. 2) Objekt(e).
Abhängige Variable (n)	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht näher spezifizierte Anhaltequote
Effektgrössen	Nicht spezifiziert.
Hauptergebnisse	Statistisch nicht signifikante Zunahme der Anhaltequote. Signifikante Verlagerung des Halteortes hin zum Haltebalken
Kritik	Nur 1 Objekt.
Zitierungen	keine
Nr.	22

Titel	Sicherheitstechnische Analyse von Fussgängerstreifen
Quelle, Ort, Jahr	Bfu, Bern, 1997, Scaramuzza, Ewert
Ziel	Infrastrukturelle Faktoren, welche die Sicherheit von Fussgängerstreifen beeinflussen eruieren.
Vorgehen, Methode	<ul style="list-style-type: none"> • Paarweise Vergleich von benachbarten Fussgängerstreifen
Abhängige Variable (n)	<ul style="list-style-type: none"> • Unfälle
Effektgrössen	
Hauptergebnisse	Fussgänger-Schutzinsel Signal 4.11 Anzahl Spuren Sichtweite
Kritik	Nur 1 Objekt.
Zitierungen	keine
Nr.	23

Titel	Managing Pedestrian Safety I: Injury Severity
Quelle, Ort, Jahr	University Of Washington, 2007, A. V. Moudon
Ziel	Unfallschwere von Fussgänger-Unfälle in Abhängigkeit diverser Faktoren modellieren.
Vorgehen, Methode	<ul style="list-style-type: none"> • Logistische Modelle
Abhängige Variable (n)	<ul style="list-style-type: none"> • Unfälle
Effektgrössen	
Hauptergebnisse	Haupt-Prädiktoren sind "Umgebungsfaktoren" (Mikro-Umgebung, Tageszeit, Strassentyp, Anzahl Spuren) und personenbezogene Faktoren.
Kritik	
Zitierungen	Ca. 60
Nr.	24

Titel	Einfluss der Anzahl von Fussgängerstreifen auf das Unfallgeschehen mit Fussgängern
Quelle, Ort, Jahr	Bfu, Bern, 1983
Ziel	Unfallrisiko pro Überquerung in Abhängigkeit des Querungstypes ermitteln. Einfluss der Fussgängerstreifen-Dichte ermitteln
Vorgehen, Methode	<ul style="list-style-type: none"> • Erhebung von Fussgänger- und Verkehrsdaten • Lokalisierung der tödlichen Fussgängerunfälle
Abhängige Variable (n)	<ul style="list-style-type: none"> • Unfallraten
Effektgrössen	Überqueren auf Fussgängerstreifen rund 5 Mal sicherer als ausserhalb von Fussgängerstreifen
Hauptergebnisse	Die Sicherheit beim Überqueren nimmt zu über folgende Querungstypen: Ausserhalb Fussgängerstreifen, in der Nähe von Fussgängerstreifen, auf Fussgängerstreifen.
Kritik	Keine anlagetechnischen Aussagen. Aussagen basieren auf sehr stark frequentierte Fussgängerstreifen (28 Fussgänger / Stunde)
Zitierungen	Ca. 26
Nr.	25

Titel	Crosswalk Markings and the Risk of Pedestrian-Motor Vehicle Collisions in Older Pedestrians
Quelle, Ort, Jahr	Journal Of American Medical Association, Koepsell Th. et al. , 2002
Ziel	Einfluss der Markierung von Fussgängerstreifen auf die Sicherheit von Senioren berechnen.
Vorgehen, Methode	<ul style="list-style-type: none"> • Fall-Kontroll-Studie • 282 cases (Querungsstellen, wo Fussgänger von Motorfahrzeug angefahren) • 564 Kontrollen (Querungsstellen mit ähnlichen Verkehrstechnischen Faktoren)
Abhängige Variable (n)	<ul style="list-style-type: none"> • Unfallraten
Effektgrössen	Die Wahrscheinlichkeit, als ältere Person auf Querungsstellen mit Fussgängerstreifen mit Fahrzeug zu kollidieren ist rund doppelt so gross als an Querungsstellen ohne Fussgängerstreifen.
Hauptergebnisse	Siehe Effektgrössen
Kritik	Wahl der Cases mit Problemdr RTM.
Zitierungen	Ca. 26
Nr.	26

IV Interesse am Thema / Zeitungsartikel

Das hohe Interesse der Bevölkerung am Thema Fussgängerstreifen zeigen die zahlreichen Artikel in der Presse.



Abb. IV.1 Auswahl an Zeitungsartikel

Abkürzungen

Begriff	Bedeutung
ASTRA	Bundesamt für Strassen
bfu	Schweizerische Beratungsstelle für Unfallforschung
CEN	Europäisches Komitee für Normung
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
EN	Europäische Norm
EKZ	Elektrizitätswerke des Kantons Zürich
fäG	Fahrzeugähnliche Geräte
FB	Forschungsbericht
FG	Fussgänger
FGS	Fussgängerstreifen
FWG	Bundesgesetz über Fuss- und Wanderwege
Fz	Fahrzeug
LED	Light Emitting Diode
LSA	Lichtsignalanlage
MIV	Motorisierter Individualverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
SLG	Schweizer Licht Gesellschaft
SN	Schweizer Norm
SSV	Signalisationsverordnung
SVG	Strassenverkehrsgesetz
TCS	Touring Club Schweiz
RSI	Road Safety Inspection
TR	Techischer Report
UVEK	Departement für Umwelt, Verkehr und Kommunikation
V85	Geschwindigkeit in km/h welche von 85% der Fahrzeuge nicht überschritten wird
VRV	Verkehrsregelnverordnung
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute
Vzul	Zulässige Höchstgeschwindigkeit

Literaturverzeichnis

- | | |
|------|--|
| [1] | A. V. Moudon, (2007), <i>Managing Pedestrian Safety I: Injury Severity</i> , University Of Washington |
| [2] | Alrutz, D. (2002). <i>Empfehlungen für Fussgängerverkehrsanlagen EFA</i> . Köln: Deutsche Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen FGSV. |
| [3] | Amt der Tiroler Landesregierung – Abteilung Verkehrsplanung (2006): <i>Schutzwege sicher gestalten! Rechtliche Voraussetzungen / Beurteilungskriterien, Ausstattung von Schutzwegen, Tirol</i> |
| [4] | Balestra, M.: <i>Percezione cinematica di avvistamento</i> . (2007). Lugano. |
| [5] | Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement des Kantons Luzern (2003). <i>Richtlinien für Erstellung und Unterhalt der Strassenbeleuchtung und für Fussgängerstreifen bei Kantons- und Gemeindestrassen</i> . Luzern. |
| [6] | Baumgartner F. et al. (2008): <i>Wehntalerstrasse, Dielsdorf: Versuch mit markierter Fussgängerschutzinsel, im Auftrag der Volkswirtschaftsdirektion Kanton Zürich, ETH IVT</i> |
| [7] | Belloli T. (2008): <i>Fussgängersicherheit im Kanton Aargau, Grundlagenbericht zu Fussgängerquerungen im Auftrag des Departement Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau, Abteilung Tiefbau, B+S AG</i> |
| [8] | bfu (2008): <i>Fachbroschüre, Tempo-30-Zonen</i> |
| [9] | bfu, (1999), <i>Sicherheit an Fussgängerstreifen: Auswirkungen einer gesetzlichen Neuregelung und begleitender Verkehrssicherheitskampagne</i> , Bern |
| [10] | Blanc, P. (1999). <i>Tödliche Verkehrsunfälle auf Fussgängerstreifen 1998</i> . Bern: Expertengruppe Verkehrssicherheit, Bundesamt für Strassen. |
| [11] | Bos J.M.J. und Dijkstra A. (1998): <i>Road safety effects of small-scale infrastructural measures with emphasis on pedestrian safety</i> , SWOV Institute for Road Safety Research, The Netherlands |
| [12] | Bühlmann F. und Laube M. (2005): <i>Einsatz gelb hinterlegter Signale, Forschungsauftrag VSS 1998/196 auf Antrag des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS</i> |
| [13] | Carola Mennicken: <i>Sicherheits- und Einsatzkriterien für Fussgängerüberwege, Strassenverkehrstechnik 8/99</i> |
| [14] | Cohen A. S. (1997), <i>Wie wirksam ist die Signalisation?</i> Psychologisches Institut der Universität Zürich, |
| [15] | Dähler M., Peter E., Schaffhauser R.: <i>Ausreichender Abstand beim Hintereinanderfahren, AJP/PJA 8/99</i> |
| [16] | Dittrich-Wesbuer, A. und Bräuer, D. (2002): <i>Die EFA – Anspruchsgerechte Wege für den Fussgänger-Längsverkehr</i> , Heft 11.2002 der Schriftenreihe Strassenverkehrstechnik, Kirschbaumverlag |
| [17] | Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation: <i>Weisungen über besondere Markierungen auf der Fahrbahn</i> , 19. März 2002, 3003 Bern |
| [18] | Ekman, Hyden; (1999), <i>Pedestrian Safety in Sweden</i> , Lund |
| [19] | Ekman, L. (1996). <i>On the treatment of flow in traffic safety analysis</i> . University of Lund: Lund Institute of Technology Department of Traffic Planning and Engineering. |
| [20] | Elvik, R. & Vaa, T. (2004). <i>The handbook of road safety measures</i> . Oslo: Institute of Transport Economics TØI. |
| [21] | Erke, A. (2008). <i>Fussgänger- und Radfahrersicherheit: Übersicht über den Norwegischen und internationalen Forschungsstand</i> . Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 2008, 4, 171 – 176. |
| [22] | Ernst Basler + Partner (2008). <i>Grundlagen für risikobasierte Kriterien zur Planung und Ausgestaltung von Fussgängerstreifen – Vorgehensskizze</i> . Zollikon. |
| [23] | EuroTest, <i>Quality/Safety/Mobility. Pedestrian crossings survey in Europe (2008)</i> . |
| [24] | Ewert, U. (1999). <i>Sicherheit an Fussgängerstreifen: Auswirkungen einer gesetzlichen Neuregelung und begleitender Verkehrssicherheitskampagne</i> . Bern: Beratungsstelle für Unfallverhütung. |
| [25] | Forschungsauftrag SVI 2002/001 (2006): <i>Fussgängerstreifenlose Ortszentren</i> |

-
- [26] Forschungsauftrag VSS 1998/195 (2008): Für Motorfahrzeuge und leichte Zweiräder befahrbare und für den Fussgängerverkehr ganz oder teilweise zugängliche Streifen in der Mitte der Fahrbahn (Mehrzweckstreifen)
-
- [27] Forschungsauftrag VSS 1999/271 (2008): Querungen für den Fuss- und leichten Zweiradverkehr
-
- [28] Forschungsauftrag VSS 2008/201 (2010): Hindernisfreier Verkehrsraum – Anforderungen aus Sicht von Menschen mit Behinderungen
-
- [29] Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Strassenentwurf (2002): Empfehlungen für Fussgängerverkehrsanlagen, EFA, Köln
-
- [30] Friedrich Zibuschka: Einfluss von Querungshilfen für Fussgänger auf die Verkehrssicherheit, Strassen und Verkehr Nr. 5, Mai 1989
-
- [31] Fussverkehr Schweiz (2008): Fussgängerstreifen in Tempo-30-Zonen
-
- [32] Gårder, P. E. (1984). Pedestrian safety at traffic signals: A study carried out with the help of a traffic conflicts technique. *Accident Analysis and Prevention*, 21(5), 435–444.
-
- [33] Gibby, (1994), Evaluation of marked and unmarked crosswalks at intersections in California, Washington DC
-
- [34] Groner M. (2001), Notwendigkeit und Zweckmässigkeit von Besonderen Markierungen Bundesamt für Strassen, Abt. Strassenverkehr, Bern
-
- [35] Herms, B.F. (1972). Pedestrian Crosswalk Study: Accidents in Painted and Unpainted Crosswalks. City of San Diego.
-
- [36] Herrstedt, L. (1999). Vulnerable road users: Safety measures and their effectiveness. Danish experiences. In Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr (Hrsg.), Sicherheitsmassnahmen im Vergleichstest – ungeschützte Verkehrsteilnehmer in Wien, 1998 (S. 63–67). Wien: Herausgeber.
-
- [37] Imfeld, J. (2008). Kreisel im richtigen Licht. VSS-Tagung zum Thema "Kreisel".
-
- [38] J. Greyer, N. Raford, D. Ragland, T. Pham. (2006), The Continuing Debate about Safety in Numbers-Data from Oakland, CA, UC Berkeley, Traffic Safety Center, Institute of Transport Studies
-
- [39] J. Nee & M.E. Hallenbeck (2003). A MOTORIST AND PEDESTRIAN BEHAVIORAL ANALYSIS RELATING TO PEDESTRIAN SAFETY IMPROVEMENTS, FHWA, Washington DC,
-
- [40] Jacobsen, P. L. (2003). Safety in numbers: More walkers and bicyclists, safer walking and bicycling. *Injury Prevention*, 9, 205–209.
-
- [41] Johansson Ch., Gårder P., Leden L. (2003). Transport Research Record, Toward Vision Zero at Zebra Crossings
-
- [42] Johnson, R. S. (2005). Pedestrian safety impacts of curb extensions: A case study. Hawthorne: Oregon Department of Transportation.
-
- [43] K. W. Ogden, (1996), Safer Roads, Institute Of Transport Studies, Monash University, Melbourn
-
- [44] Kannwl E.J. et al. (2004): In-pavement pedestrian Flasher evaluation: Cedar Rapids, Iowa, Center for Transportation Research and Education, Iowa State University
-
- [45] Keplinger K. und Prummer K. (2000): Querungshilfen für Fussgänger, Land Oberösterreich
-
- [46] Knoblauch, Nitzburg, (2001), Pedestrian Crosswalk Case Studies: Richmond VA, Buffalo, NY, Stillwater MS, FHWA
-
- [47] Koepsell, T., McCloskey, L., Wolf, M., Moudon, A.V., Buchner, D., Kraus, J. & Patterson, M. (2002). Crosswalk markings and the risk of pedestrian-motor vehicle collisions in older pedestrians. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*
-
- [48] Kuratorium für Verkehrssicherheit (KfV) (2006): Leitfaden für die Anlage von Schutzwegen und sonstigen Fussgängerquerungsstellen, Österreich
-
- [49] Kuratorium für Verkehrssicherheit (KfV), ÖAMTC (2004), Verkehrssicherheitsvergleich unterschiedlicher Varianten der Schutzwegausstattung, Österreich
-
- [50] Leden, L., Gårder, P. & Johansson, C. (2006). Safe pedestrian crossings for children and elderly. *Accident Analysis and Prevention*, 38(2), 289–284.
-
- [51] Lindenmann, HP. et al. (2003): Auswirkungen passivbeleuchteter Fussgängerstreifen auf die Verkehrssicherheit, ETH, IVT
-
- [52] Mennicken, C (2004): Anlagen für den Fussgängerquerverkehr, Seminarveranstaltung der Vereinigung der Strassenbau- und Verkehrsingenieure, Filderstadt
-

[53]	Mennicken, C und Schmitz, A. (2002): Die EFA – Anlagen für den Querverkehr, Heft 11.2002 der Schriftenreihe Strassenverkehrstechnik, Kirschbaumverlag
[54]	Mennicken, C. (1999). Sicherheits- und Einsatzkriterien für Fussgängerüberwege. Strassenverkehrstechnik, 8(99), 368–375.
[55]	Ortlepp J. und Ziegler U. (2002); Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen: mobil: nrw: Empfehlungen zum Einsatz und zur Gestaltung von Fussgängerüberwegen, Erfahrungen aus dem Modellversuch in Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
[56]	Regine Bernet: Das Potential der neuen Vortrittsregelung am Zebrastreifen, Strasse und Verkehr Nr. 9, September 1999
[57]	Retting, R. A., Ferguson, S. A. & McCart, A. T. (2003). A review of evidence-based traffic engineering measures designed to reduce pedestrian-motor vehicle crashes. American Journal of Public Health, 93(9), 1456–63.
[58]	Richtlinien Strassenbeleuchtung Tiefbauamt Basel-Landschaft (2007)
[59]	Scaramuzza, G. & Ewert, U. (1997). Sicherheitstechnische Analyse von Fussgängerstreifen (bfu-Report 33). Bern: Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu.
[60]	Schmidt E. und Manser J. (2003): Richtlinien „Behindertengerechte Fusswegnetze“: Strassen – Wege – Plätze, Schweizerische Fachstelle für behindertengerechtes Bauen
[61]	Schmitz, A. (2002): Die Empfehlungen für Fussgängerverkehrsanlagen (EFA) sind da!, Heft 11.2002 der Schriftenreihe Strassenverkehrstechnik, Kirschbaumverlag
[62]	Schweizer Norm SN 640 240. (2003). Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr – Grundlagen. Zürich: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS.
[63]	Schweizer Norm SN 640 241. (2000). Fussgängerverkehr – Fussgängerstreifen. Zürich: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS.
[64]	Schweizer T. et al. (2008): Markierte Fussgängerschutzinseln, Evaluation der Veränderungen im Verhalten von Zufussgehenden und Fahrzeuglenkenden im Auftrag Departements Bau, Verkehr und Umwelt, Kanton Aargau
[65]	Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (2007), Sicherheitsdossier, Fussverkehr, Unfallgeschehen, Risikofaktoren und Prävention, Bern
[66]	Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu (1983). Einfluss der Anzahl von Fussgängerstreifen auf das Unfallgeschehen mit Fussgängern. Bern: Autor.
[67]	Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung, Ernst Basler und Partner (1983). Einfluss der Anzahl von Fussgängerstreifen auf das Unfallgeschehen mit Fussgängern. Bern.
[68]	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr; Grundlagen. Zürich: VSS; 2003. VSS-Norm SN 640 240
[69]	Sécurité routière TCS (2007). Projet pilote "sécurisation des passages piétons". Genève
[70]	SIA SN 521 500 (2009): Hindernisfreie Bauten, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
[71]	Southworth M. Designing the Walkable City. <i>Journal of Urban Planning and Development</i> . 2005;131 (4):246–257.
[72]	Spacek P. (2004), Entwurf von Strassen, IVT ETH Zürich
[73]	SR 704: Bundesgesetz über Fuss- und Wanderwege (FWG) vom 4. Oktober 1985 (Stand am 1. April 1996)
[74]	SR 741.01: Strassenverkehrsgesetz (SVG) vom 19. Dezember 1958 (Stand am 1. September 2008)
[75]	SR 741.031: Ordnungsbussenverordnung (OBV) vom 4. März 1996 (Stand am 9. Mai 2006)
[76]	SR 741.11: Verkehrsregelnverordnung (VRV) vom 13. November 1962 (Stand am 1. Januar 2008)
[77]	SR 741.21: Signalisationsverordnung (SSV) vom 5. September 1979 (Stand am 1. Januar 2008)
[78]	SR 741.213.3: Verordnung über die Tempo-30-Zonen und die Begegnungszonen vom 28. September 2001 (Stand am 22. Januar 2002)

[79]	Stefan, Ch., Smuc, M., Schreder, G., Gatscha, M., Reichenauer, S., Riccabona-Zecha, C. (2006). Verkehrssicherheitsvergleich unterschiedlicher Varianten der Schutzwegausstattung. Wien. Kuratorium für Verkehrssicherheit.
[80]	Strassenverkehrsordnung (StVO - 1960), Österreich 1. Juli 2005
[81]	Strassenverkehrsordnung (StVO), Bonn Dezember 2007
[82]	SWOV (2003). The safety of various types of urban crossing facilities; Accident analysis and behaviour observations. Leidschendam (Holland): SWOV.
[83]	TCRP (2006), Improving Pedestrian Safety at Unsignalized Crossing, USA
[84]	TCS (2008): EuroTest, Pedestrian crossings survey in Europe
[85]	Toby et al., (1984), Pedestrian Trip Making Characteristics and Exposure Measures, Washington DC, FHWA
[86]	Touring Club der Schweiz (2007). Projet pilote tcs „sécurisation des passages piétons. Lausanne: Touring Club der Schweiz.
[87]	TRB, (2007), A Framework for Evaluating Pedestrian-Vehicle Interactions at Unsignalized Crossing Facilities in a Microscopic Modeling Environment, Washington DC/North Carolina State University
[88]	Trilux (2005), 13 201, Licht für Europas Straßen, Beleuchtung von Straßen, Wegen und Plätzen nach DIN EN 13 201
[89]	United Nation, Economic and Social Council (2001): Amendments to and implementation of the 1968 conventions on road traffic an on road signs and signals and the 1971 European agreements supplementing them, pedestrian crossing
[90]	Virginia Department of Transportation, Traffic Engineering Division. Guidelines For The Installation Of Marked Crosswalks.
[91]	Walter, E., Cavegn, M., Allenbach, R. & Scaramuzza, G., Niemann, St. (2007). Fussverkehr: Unfallgeschehen, Risikofaktoren und Prävention. Bern: Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu.
[92]	Wazana, A., Krueger, P., Raina, P. & Chambers, L. (1997). A review of risk factors for child pedestrian injuries: Are they modifiable? Injury Prevention, 3, 295–304.
[93]	Weber, R., Weissert, M. (1997). Sicherheitsaspekte bei Fussgängerübergängen. Zürich: Kantonspolizei, Verkehrstechnische Abteilung.
[94]	Weissert, M. (1995). Unfälle am Fussgängerstreifen seit der Neuregelung vom 1. Juni 1994. Zürich: Kantonspolizei, Verkehrstechnische Abteilung.
[95]	Zegeer, C. V., Stewart, J. R., Huang, H. H., Lagerway, P. A., Feaganes, J. & Campbell, B. J. (2005). Safety effects of marked versus unmarked crosswalks at uncontrolled locations: Final report and recommended guidelines. McLean (VA): Federal Highway Administration.

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

ARAMIS SBT

Formular Nr. 3: Projektabschluss

erstellt / geändert am:

Grunddaten

Projekt-Nr.:

Projekttitel:

Enddatum:

Texte:

Zusammenfassung der
Projektresultate:

Die vorliegende Forschungsarbeit enthält eine Analyse der rechtlichen Situation im Zusammenhang mit Fussgängerstreifen. Es werden Widersprüche zwischen den einzelnen Dokumenten aufgezeigt und Vorschläge zur Anpassung der rechtlichen Grundlagen gemacht. Zudem werden aufgrund einer Situationsanalyse (Unfallanalysen, Untersuchung von Mängeln bei bestehenden Fussgängerstreifen, Literaturoauswertung) Vorschläge für ein neues Beurteilungsverfahren (Aktualisierung der VSS SN 640 241 „Fussgängerverkehr, Fussgängerstreifen“) formuliert.

Das neue Beurteilungsverfahren beinhaltet folgendes:

- Grundsätze welche bei der Anordnung eines Fussgängerstreifens beachtet werden müssen.
- Zwingende Sicherheitskriterien, welche bei der Anordnung eines Fussgängerstreifens eingehalten werden müssen.
- Örtliche Eigenschaften, welche bei der Anordnung eines Fussgängerstreifens zu berücksichtigen sind
- Verkehrstechnische Voraussetzungen die erfüllt werden müssen.
- Festlegung der Grundausstattung eines Fussgängerstreifens.
- Festlegung der ortsspezifischen Ausrüstung aufgrund der Verkehrsbelastung und des Geschwindigkeitsniveaus.
- Festlegung der situationsspezifischen Massnahmen aufgrund der Erkennungsdistanz und des Geschwindigkeitsniveaus.
- Festlegung von Massnahmen zur Verbesserung der Erkennungsdistanz und der Gewährleistung

	<p>eines situationspezifisch angepassten Geschwindigkeitsniveaus.</p> <ul style="list-style-type: none"> Anforderungen an ein Verkehrssicherheitsgutachten, welches erstellt werden sollte, falls aufgrund gewisser Kriterien die Sicherheit beim Fussgängerstreifen nicht eindeutig sichergestellt werden kann. <p>Der Forschungsbericht enthält zudem Vorschläge für empirische Untersuchungen (Folgeforschung) bei welchen insbesondere das Zusammenspiel von Einzelaspekten untersucht werden soll.</p>
Zielerreichung:	<p>Die formulierten Ziele</p> <ul style="list-style-type: none"> Eine Überprüfung und Differenzierung der heutigen Beurteilungs- und Ausrüstungskriterien bei der Anordnung eines Fussgängerstreifens (Grundsätze) aufgrund neuer Erkenntnisse und Forschungsergebnissen (anhand Literaturlauswertung). Die Beurteilung des geltenden Rechts und das Klären allfälliger Widersprüche. Die Prüfung von in der Norm nicht beschriebenen signalisations- und markierungstechnischen Massnahmen. Die Festlegung der Methode und des Umfangs der empirischen Folgeforschung wurden mit der Forschungsarbeit erreicht.
Folgerungen und Empfehlungen:	<p>Die im Rahmen dieser Forschungsarbeit erarbeiteten Grundlagen und Empfehlungen bilden eine gute Grundlage für eine erste Überarbeitung der VSS SN 640 241 „Fussgängerverkehr, Fussgängerstreifen“. Eine Überarbeitung der Norm wird empfohlen.</p> <p>Die vorliegende Grundlagenforschung hat jedoch auch den Bedarf für empirische Untersuchungen diverser Einflussfaktoren und deren Zusammenspiel aufgezeigt. Die Durchführung einer Folgeforschung wird ebenfalls empfohlen.</p> <p>Aus Sicht der Autoren der Forschungsarbeit ist für die Folgeforschung die aufgezeigte Variante 2 (unfallbelastete vs. nicht unfallbelastete Querungsstellen) die erfolgversprechendste. Da jedoch auch diese Variante mit Risiken hinsichtlich Methodik und Kosten behaftet ist, ist ein Pretest in jedem Falle zu empfehlen. Sollte aus Kostengründen ganz auf die Durchführung einer umfassenden Hauptuntersuchung verzichtet werden, ist die Untersuchung von Einzelaspekten erneut zu thematisieren.</p>
Publikationen:	<p>Forschungsbericht „Fussgängerstreifen (Grundlagen)“ – Forschungsauftrag VSS 2008/302, Juni 2011</p>

Beurteilung der Begleitkommission:

Diese Beurteilung der Begleitkommission ersetzt die bisherige separate fachliche Auswertung.

Beurteilung:	<p>Die Ziele der Forschungsarbeit konnten auf der Grundlage des heutigen Wissensstandes aus Sicht der Begleitkommission vollständig erfüllt werden. Sie beurteilt die erbrachte Arbeit der Forschungsstelle als rundum positiv. Sowohl hinsichtlich der fachlichen Aufbereitung des Forschungsgegenstandes als auch hinsichtlich der Bearbeitung des sehr umfangreichen Themenspektrums ist eine hohe Ergebnisqualität zu attestieren. Die Erarbeitung der Ergebnisse ist vollumfänglich nachvollziehbar und sorgfältig dokumentiert. Die Ergebnisse basieren einerseits auf den Erkenntnissen aus den publizierten Untersuchungen aus dem In- und Ausland und andererseits auf einem breit abgestützten Expertenkonsens. Obwohl einige Folgerungen innerhalb der Begleitkommission sehr kontrovers diskutiert wurden, können letztendlich die Folgerungen und Empfehlungen des Forschungsberichtes von allen Mitgliedern der Begleitkommission vollumfänglich unterstützt werden. Die Begleitkommission empfiehlt die Publikation des Forschungsberichtes.</p>
--------------	---



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Umsetzung:	Die Ergebnisse der Forschungsarbeit bilden eine gute Grundlage für die Überarbeitung der Norm SN 640 241 „Fussgängerverkehr, Fussgängerstreifen“. Es macht auch Sinn bereits in der Überarbeitung allfällige Anpassungen der Grundlagennorm SN 640 240 „Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr; Grundlagen“ aufzuzeigen. Die Begleitkommission empfiehlt die zügige Überarbeitung der Norm.
weitergehender Forschungsbedarf:	Der vorliegende Forschungsbericht hat auch den Bedarf für eine Folgeforschung (empirische Untersuchung von diversen Einzelfaktoren und deren Zusammenspiel) aufgezeigt. Die Begleitkommission empfiehlt die Durchführung einer Folgeforschung. Sie priorisiert die in der Forschungsarbeit aufgezeigte umfassende empirische Studienvariante 2. Sollte aus Kostengründen auf die Durchführung einer umfassenden Hauptuntersuchung verzichtet werden, so empfiehlt die Begleitkommission die weitere Untersuchung von Einzelaspekten (siehe Forschungsbericht Kapitel 10 Weiterer Forschungsbedarf).
Einfluss auf Normenwerk:	Die Forschungsarbeit wurde gezielt auf die notwendige Überarbeitung der Norm SN 640 241 „Fussgängerverkehr, Fussgängerstreifen“ ausgerichtet. Mit den neuen Erkenntnissen kann die Norm direkt überarbeitet werden. Nach Abschluss der Folgeforschung sollte die Überarbeitung der gesamten Normengruppe SN 640 240 (Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr) überprüft werden.

Präsident Begleitkommission:

Name:	Neracher	Vorname:	Marc
Amt, Firma, Institut:	Kantonspolizei Zürich, VTA		
Strasse, Nr.:	Postfach		
PLZ:	8021	Email:	nem@kapo.zh.ch
Ort:	Zürich	Telefon:	044 247 37 30
Kanton, Land:	Zürich, Schweiz	Fax:	044 247 37 34

Unterschrift Präsident Begleitkommission:

30.5.11 *M. Neracher*

Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Datum
1280	ASTRA 2004/016	Auswirkungen von fahrzeuginternen Informationssystemen auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit Verkehrspsychologischer Teilbericht <i>Influence of In-Vehicle Information Systems on Driver Behaviour and Road Safety</i> <i>Report part of traffic psychology</i> <i>Influence des systèmes d'information embarqués sur le comportement de conduite et la sécurité routière</i> <i>Rapport partiel de la psychologie de circulation</i>	2010
1290	VSS 1999/209	Conception et aménagement de passages inférieurs et supérieurs pour piétons et deux-roues légers <i>Entwurf und Gestaltung von Unter- und Überführungen für Fussgänger und leichte Zweiräder</i> <i>Conception and disposition of lower and upper crossings for pedestrians and cyclists</i>	2008
1307	ASTRA 2006/002	Entwicklung optimaler Mischgüter und Auswahl geeigneter Bindemittel; D-A-CH - Initialprojekt <i>Développement des mélanges bitumineux optimaux et sélection des liants appropriés;</i> <i>D-A-CH - projet initial</i> <i>Development of Optimal Bituminous Mixtures and Selection of Appropriate Binders;</i> <i>D-A-CH - Initiation Project</i>	2008
1313	VSS 2001/201	Kosten-/Nutzenbetrachtung von Strassenentwässerungssystemen, Ökobilanzierung <i>Profit et coûts, bilans écologiques des systèmes d'évacuation de l'eau de ruissellement des routes</i> <i>Cost and Benefits, ecological balances of different concepts of management and treatment of road run-off</i>	2010
1314	VSS 2005/203	Datenbank für Verkehrsaufkommensraten <i>Banque de données pour taux de génération de trafic</i> <i>Database for trip generation rates</i>	2008
1316	VSS 2001/701	Objektorientierte Modellierung von Strasseninformationen <i>Modélisation d'objets et de processus pour le système d'information routier</i> <i>Modeling of objects and processes for the road information system</i>	2010
1319	VSS 2000/467	Auswirkungen von Verkehrsberuhigungsmassnahmen auf die Lärmimmissionen <i>Impact of traffic calming measures on noise immissions</i> <i>Impacts des mesures de modération du trafic sur les immissions sonores</i>	2010

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Datum
1320	VSS 2007/303	Funktionale Anforderungen an Verkehrserfassungssysteme im Zusammenhang mit Lichtsignalanlagen <i>Functional requirements for traffic collection systems relating to traffic lights</i> <i>Exigences fonctionnelles en matière de systèmes de détection du trafic en rapport avec les installations de feux de circulation</i>	2010
1317	VSS 2000/469	Geometrisches Normalprofil für alle Fahrzeugtypen <i>Profil géométrique type pour tous les types de véhicules</i> <i>Standard profile of cross sections for all vehicle types</i>	2010
1321	VSS 2008/501	Validation de l'oedomètre CRS sur des échantillons intacts <i>Validierung des CRS-Oedometers mittels intakter Proben</i> <i>Validation of Constant Rate of Strain oedometer on intact samples</i>	2010
1322	SVI 2005/007	Zeitwerte im Personenverkehr: Wahrnehmungs- und Distanzabhängigkeit <i>Coûts horaires du trafic des personnes: Dépendance de la perception et de la distance</i> <i>Willingness to pay in passenger transportation: Perception and distance dependence</i>	2008
1286	VSS 2000/338	Verkehrssqualität und Leistungsfähigkeit auf Strassen ohne Richtungstrennung <i>Niveau de service et capacité pour les routes à deux voies sans séparation des sens de circulation</i> <i>Level of Service and capacity for undivided two-lane streets</i>	2010
646	AGB 2005/018	Interactin sol-structure: ponts à culées intégrales <i>Tragwerk-Baugrund Interaktion: Brücken mit Integralen Widerlagern</i> <i>Soil-Structure interaction: bridges with integral abutments</i>	2010
1312	SVI 2004/006	Der Verkehr aus Sicht der Kinder: Schulwege von Primarschulkindern in der Schweiz <i>La circulation du point de vue des enfants: Les trajets scolaires des élèves du primaire en Suisse</i> <i>Traffic and children: Primary school children's routes to school in Switzerland</i>	2010
1315	VSS 2006/904	Abstimmung zwischen individueller Verkehrsinformation und Verkehrsmanagement <i>Coordination entre information de trafic individuelle et gestion de trafic</i> <i>Coordination between individual traffic information and traffic management</i>	2010
1318	FGU 2006/001	Langzeitquellversuche an anhydritführenden Gesteinen <i>Essais de gonflement de longue durée sur roches anhydrites</i> <i>Long-term swelling tests on anhydritic rock</i>	2010

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Datum
1324	VSS 2004/702	Eigenheiten und Konsequenzen für die Erhaltung der Strassenverkehrsanlagen im überbauten Gebiet <i>Entretien des infrastructures routières dans les zones bâties: caractéristiques et conséquences</i> <i>Special features and consequences of road facility maintenance in built-over areas</i>	2009
1326	VSS 2006/207	Erfolgskontrolle Fahrzeugrückhaltesysteme <i>Control of effectiveness of road restraint systems</i> <i>Contrôle de l'efficacité des dispositifs de retenue de véhicules</i>	2011
1323	VSS 2008/205	Ereignisdetektion im Strassentunnel <i>Détection d'incidents dans les tunnels routiers</i> <i>Incident Detection in Road Tunnels</i>	2011
1327	VSS 2006/601	Vorhersage von Frost und Nebel für Strassen <i>Prévision de gel et de brouillard pour les routes</i> <i>Prediction of frost and fog for roads</i>	2010
1328	VSS 2005/302	Grundlagen zur Quantifizierung der Auswirkungen von Sicherheitsdefiziten <i>Principes pour la quantification des effets des déficits de la sécurité</i> <i>Basis for the quantification of the effects of safety deficits</i>	2011
1329	SVI 2004/073	Alternativen zu Fussgängerstreifen in Tempo-30-Zonen <i>Alternatives aux passages pour piétons dans les zones 30</i> <i>Alternatives to zebra crossings in 30km/h zones</i>	2010
1330	FGU 2008/006	Energiegewinnung aus städtischen Tunneln; Systemevaluation <i>Energy extraction from urban tunnels, evaluation of systems</i> <i>Extraction d'énergie géothermique de tunnels urbains; évaluation de systèmes</i>	2010
1331	VSS 2005/501	Rückrechnung im Strassenbau <i>Analyse inverse pour la construction routière</i> <i>Inverse analysis in Road Geotechnics</i>	2011