



Hinweise für die Planung von Veloschnellrouten („Velobah- nen“) in Städten und Agglomera- tionen

**Indications pour la conception d'itinéraires cyclables ra-
pides (“véloroutes”) dans les villes et les agglomérations**

**Guidelines for the planning of fast cycling routes (“cycle
highways”) in cities and agglomerations**

KONTEXTPLAN AG
Julian Baker
Judith Bernet
Pascal Humbert-Droz
Gilles Leuenberger
Michel Schmid
Elise Scholten

stadt – raum - planung
Christian Wiesmann

bürokobi GmbH
Fritz Kobi

**Forschungsprojekt SVI 2014/006 auf Antrag der Schweizerischen
Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**

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

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

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

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

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

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

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

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



Hinweise für die Planung von Veloschnellrouten („Velobahnen“) in Städten und Agglomerationen

Indications pour la conception d'itinéraires cyclables rapides (véloroutes) dans les villes et les agglomérations

Guidelines for the planning of fast cycling routes (cycle highways) in cities and agglomerations

KONTEXTPLAN AG
Julian Baker
Judith Bernet
Pascal Humbert-Droz
Gilles Leuenberger
Michel Schmid
Elise Scholten

stadt – raum - planung
Christian Wiesmann

bürokobi GmbH
Fritz Kobi

Forschungsprojekt SVI 2014/006 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)

März 2017

1601

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Projektleitung

Julian Baker (Kontextplan AG)

Projektteam

Judith Bernet (Kontextplan AG)

Pascal Humbert-Droz (Kontextplan AG)

Fritz Kobi (bürokobi)

Gilles Leuenberger (Kontextplan AG)

Michel Schmid (Kontextplan AG)

Elise Scholten (Kontextplan AG)

Christian Wiesmann (stadt – raum – planung)

Begleitkommission

Präsident

Stefan Walder (Amt für Verkehr, Kanton Zürich)

Mitglieder

Patrick Ackermann (ewp AG)

Albert Gubler (Amt für Städtebau, Stadt Winterthur)

Kathrin Hager (Velokonferenz Schweiz)

Armin Jordi (SNZ Ingenieure und Planer)

Anthony Lecoultre (Bundesamt für Raumentwicklung ARE)

Stefan Pfiffner (Verkehrsplanung Stadt St. Gallen)

Christoph Rohner (Bundesamt für Strassen ASTRA)

Daniel Schöbi (Tiefbauamt Kanton St. Gallen)

Patrizia Truniger (Basler+Hofmann)

Urs Walter (Bundesamt für Strassen ASTRA)

Externe Experten / Interviewpartner

Rico Andriess (Goudappel Coffeng, Deventer, Niederlande)

Barbara Auer (Bau- und Verkehrsdepartement Kanton Basel-Stadt)

Willem Bosch (Verkehrsplanung Stadt Zwolle, Niederlande)

Luc Prinsen (Goudappel Coffeng, Deventer, Niederlande)

Andreas Røhl (Gehl Architects ApS, Kopenhagen)

Michael Szeiler (Rosinak und Partner Wien)

Richard ter Avest (Goudappel Coffeng, Deventer, Niederlande)

Marjoline van der Haar (Goudappel Coffeng, Deventer, Niederlande)

Antragsteller

Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)

Bezugsquelle

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

Inhaltsverzeichnis

	Impressum	4
	Zusammenfassung	7
	Résumé	11
	Summary	15
 EINLEITUNG		
1	Ausgangslage und Forschungsauftrag	19
2	Abgrenzung der Forschungsarbeit	21
3	Methodik und Vorgehen	23
 ERGEBNISSE		
4	Definition, Nutzende, Nutzen	27
4.1	Definition	27
4.2	Begriff	29
4.3	Netzhierarchie und verkehrsplanerische Funktion	30
4.4	Netz, Erschliessung und Distanzen	30
4.5	Nutzende	32
4.6	Qualität	33
4.7	Durchgängigkeit der Strecke	33
4.8	Potenzial	33
4.9	Kosten	34
5	Raumtypen, Führungsarten und -formen	35
5.1	Raumtypen	35
5.2	Führungsarten und -formen	36
6	Standards und Projektierungselemente – Hinweise	49
6.1	Projektierungsgeschwindigkeit	49
6.2	Kurvenradien	50
6.3	Fahrbahnbreite	51
6.3.1	Bestimmung der Breite über den massgebenden Begegnungsfall (mB)	52
6.3.2	Bestimmung der Breite über die Verkehrsqualität LOS	58
6.3.3	Weitere Hinweise zu Breiten	61
6.4	Steigung	64
6.5	Direktheit / Umwegfaktor	64
6.6	DTV	65
6.7	Parkierung MIV	65
6.8	Oberflächenqualität	66
6.9	Knoten ohne Lichtsignalanlage	66
6.10	Knoten mit Lichtsignalanlagen	72
7	Stadträumliche Integration und Gestaltung von Veloschnellrouten	79
7.1	Unterschiedliche Gestaltungsmöglichkeiten in verschiedenen Räumen	80
7.2	Gestaltungshinweise	81
7.3	Gestaltungselemente	82
7.3.1	Markierungen	82
7.3.2	Farbliche Gestaltung der Fahrbahn	83
7.3.3	Piktogramme	84
7.3.4	Belag und Materialien	85
7.3.5	Signalisation und Beschilderung	85

7.3.6	Beleuchtung	87
7.3.7	Seitliche Begrenzung und unmittelbare Umgebung.....	89
7.3.8	Möblierung, Rast- und Serviceangebote.....	92
7.4	„Marke“ Veloschnellroute	93
8	Grundanforderungen und Bewertung.....	97
9	Überblick Grundprinzipien	103
10	Weiterer Forschungsbedarf	105
11	Anpassungsvorschläge Normen und Gesetzgebung	107
	Anhang	109
	Glossar & Abkürzungsverzeichnis.....	111
	Quellenverzeichnis	113
	Abbildungsverzeichnis.....	117
	Tabellenverzeichnis	121
	Projektabschluss	123
	Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen	127
	SVI Publikationsliste.....	129

Zusammenfassung

Ausgangslage

Das erwartete Verkehrswachstum in den Agglomerationen stellt die Verkehrsplanung vor einige Herausforderungen, da der Ausbau der MIV- und ÖV-Infrastruktur zunehmend an seine Grenzen stösst. Ein verkehrsplanerischer Lösungsansatz ist es, den zunehmenden motorisierten Verkehr auf verträglichere Verkehrsmittel wie Velo oder E-Bike zu verlagern. Dazu braucht es jedoch attraktivere Infrastrukturen. Im europäischen Ausland werden dafür zunehmend Veloschnellrouten erstellt. Insbesondere die Niederlande und Dänemark, aber auch Deutschland haben hier eine Vorreiterrolle.

Mit Blick auf die internationalen Beispiele sind die Erwartungen an die Qualität und den Nutzen von Veloschnellrouten (auch Velobahnen genannt) in der Schweiz vielfach sehr hoch. Sowohl Behörden, Planer und Lobbyorganisationen etc. sehen darin auch hierzulande ein sehr zentrales und hochwertiges Element zur Förderung des Veloverkehrs.

Zum Thema Veloschnellrouten ist bisher kaum Forschung betrieben worden. Diese Lücke soll mit dem Forschungsbericht SVI 2014/006 „Hinweise für die Planung von Veloschnellrouten (Velobahnen) in Städten und Agglomerationen“ geschlossen werden.

Ziele der Untersuchung und Vorgehen

In der Forschungsarbeit wurden die Erwartungen auf die konkreten räumlichen und rechtlichen Bedingungen in der Schweiz heruntergebrochen. Sie gibt Antworten darauf, wie Veloschnellrouten baulich, rechtlich und planerisch – insbesondere mit Blick auf die Integration in städtische Räume – zufriedenstellend ausgeführt werden können. Dazu gehören die Definition von Projektierungselementen (Geschwindigkeiten, Sichtweiten, Querschnittsbreiten, Kurvenradien, Gestaltung von Knoten usw.) ebenso wie Vortrittsregelungen, Anpassung von Lichtsignalanlagen und die Einpassung in den Strassenraum (Markierung, Signalisation, Wegweisung, Ausrüstung usw.) sowie die Integration in den städtischen Raum und die Gestaltung. Die Ergebnisse sind als Hinweise für die Planung und Gestaltung von Veloschnellrouten in Städten und Agglomerationen zu verstehen.

Das Vorgehen für die Forschungsarbeit wurde in die drei Phasen: Analyse (1), Entwicklung und Festlegung (2) sowie Forschungsbericht und Merkblatt (3) gegliedert. Die Analyse besteht aus der nationalen und internationalen Literaturrecherche, dem Zusammenzug der aktuellen Erfahrungen und den empirischen Wirkungsanalysen. Basierend auf den Resultaten aus Phase 1 wurden unter Beizug internationaler Experten Hinweise für die Planung und Gestaltung von Veloschnellrouten in Städten und Agglomerationen entwickelt. Darauf aufbauend wurde der Forschungsbericht erstellt.

Resultate

Definition, Nutzende, Nutzen

Veloschnellrouten sind die hochwertigsten Verbindungen im Radverkehrsnetz einer Agglomeration oder Region. Sie sollen analog den hochrangigen Strassen im motorisierten Verkehr die höchste Netzebene bilden.

Veloschnellrouten sind attraktiv, sicher und schnell und verknüpfen wichtige Ziele mit hohen Potenzialen insbesondere im Berufs- und Ausbildungsverkehr. Ein wesentlicher Faktor für die Verkehrsmittelwahl im Pendlerverkehr ist die Zeit, bzw. Schnelligkeit. Zudem sind Pendler keine homogene Gruppe. Veloschnellrouten müssen deshalb für alle Anspruchsgruppen attraktiv und sicher sein.

Die verkehrsplanerischen Funktionen von Veloschnellrouten sind primär verbinden sowie durchleiten und in den dichten städtischen Räumen auch sammeln.

Der Begriff Veloschnellroute leitet sich aus der Nomenklatur der VSS bzw. des ASTRA ab. In einigen Regionen der Schweiz sind andere Begriffe wie z. B. Veloschnellverbindung, Velobahn oder Pendlerroute etabliert. Es spricht nichts dagegen, diese Begriffe weiterhin zu verwenden, wenn damit dem Zweck gedient ist und damit das Gleiche gemeint ist wie mit Veloschnellroute.

Veloschnellrouten basieren auf folgenden Grundprinzipien:

<i>Grundprinzipien</i>	
Einsatzgebiet / Potenzial	Veloschnellrouten verknüpfen wichtige Ziele mit hohen Pendlerpotenzialen . Das Haupteinsatzgebiet liegt in Agglomerationen .
Führungsform	Die Platz- und Nutzungsverhältnisse sowie die Raumstruktur bestimmen die jeweilige Führungsform.
Projektierungselemente	Raumtyp und Velopotenzial bestimmen die Projektierungselemente.
Gestaltung	Veloschnellrouten integrieren sich optimal in die jeweilige Umgebung . Veloschnellrouten sind möglichst selbsterklärend .

Einsatzgebiet und Potenzial

Das Haupteinsatzgebiet für Veloschnellrouten liegt im Agglomerationsgürtel, den Vororten und städtischen Quartieren. Das liegt an der Vernetzung von entsprechenden Zielen mit hohem Potenzial (z. B. Wohn- und Arbeitsplatzgebiete), die in diesen Raumtypen verortet sind. Gemäss Überlegungen in der Literatur liegt die erwünschte Mindestlänge einer Anlage in der Regel bei 5 km und die Maximallänge bei ca. 15 – 30 km. Die Praxis zeigt, dass sie aber entsprechend der lokalen Verhältnisse situationsabhängig durchaus auch kürzer oder länger sein kann. Die Erfahrung in den Niederlanden besagt, dass mit dem Bau einer Veloschnellroute ca. 5 – 15 % der Autopendelnden auf das Velo umsteigen.

Führungsarten und -formen

Velofahrende können auf zwei Arten geführt werden: Entweder auf eigener Fahrbahn getrennt vom restlichen Verkehr oder im Mischverkehr mit anderen Verkehrsmitteln (gemischte Führungsart). Die jeweilige Führungsform wird von den Platz- und Nutzungsverhältnissen sowie der Raumstruktur bestimmt. In der Regel bevorzugen Velofahrende eine getrennte Führung. Folgende Führungsformen sind in erster Linie für Veloschnellrouten geeignet:

- Richtungs- und Zweirichtungsradswege
- Velostrassen (derzeit in der Schweiz erst in der Pilotphase)
- Breite Radstreifen mit durchgezogener Linie
- Motorfahrzeugfreie / -arme Strassen

Standards und Projektierungselemente

Die begrenzenden Faktoren im dichten städtischen Raum sind der Platz, im weniger dichten Raum das Potenzial bzw. Aufkommen. Es gilt daher im Sinne der Verhältnismässigkeit die jeweils richtige Lösung zu finden. Im Folgenden werden einige wichtige Standards und Projektierungselemente aus der Forschungsarbeit kurz zusammengefasst:

Projektierungsgeschwindigkeit

Die Projektierungsgeschwindigkeit auf der Strecke sollte mindestens 30 km/h betragen. An Knoten sollte die Projektierungsgeschwindigkeit mindestens 20 km/h betragen.

Fahrbahnbreiten

Die Breite der jeweiligen Führungsform kann als „normale Breite“ und angestrebte „optimale Breite“ definiert werden. Die in der jeweiligen Situation nötige Breite kann über den massgeblichen Begegnungsfall und die angestrebte Verkehrsqualität (Level of Service LOS) bestimmt werden. Sie wird abschnittsweise festgelegt.

Bei Zweirichtungsradwegen bewegt sich die Breite situationsabhängig i. d. R. zwischen 3.20 m und 4.00 m, bei Richtungsradwegen i. d. R. zwischen 2.00 m und 3.00 m. Breite Radstreifen sollten mindestens 2.20 m breit sein.

Die Forschungsarbeit spezifiziert das Vorgehen genauer und definiert die LOS-Abstufungen in Abhängigkeit von der Veloverkehrsmenge und der Breite.

Knoten und Querungen

Knoten und Querungen beeinflussen sehr stark die wahrgenommene Qualität von Veloschnellrouten. Grundsätzlich soll das Velo auf einer Veloschnellroute deshalb vortrittsrechtigt und prioritär behandelt werden.

Manchmal ist eine Vortrittsbelastung oder eine Regelung des Verkehrs mit Lichtsignalanlage dennoch nötig. Die mittleren Zeitverluste durch Anhalten und Warten sollen Werte von 15 Sekunden (ausserorts) und 30 Sekunden (innerorts) nicht überschreiten. Folgende Massnahmen können zu einer Reduktion oder Vermeidung von Wartezeiten für den Veloverkehr an lichtsignalgesteuerten Knoten beitragen (Auflistung nicht abschliessend):

- Dauergrün für den Veloverkehr
- Mehrere Veloverkehrsphasen pro Umlauf
- Frühzeitige Detektion des Veloverkehrs (eventuell mit priorisierter Anmeldung)
- Grüne Welle für den Veloverkehr

Stadträumliche Integration und Gestaltung

Die Gestaltung der Veloschnellrouten dient als verbindendes Element. Sie soll die verschiedenen Anforderungen und Funktionen zusammenführen und ein gutes Gesamtbild ergeben. Die Wiedererkennbarkeit und ein (über)regional einheitliches Erscheinungsbild sind als Mittel zur Kommunikation essentiell. Des Weiteren trägt eine gute Gestaltung auch wesentlich zur Sicherheit und zum Sicherheitsempfinden bei, sowohl für die Velofahrenden auf der Veloschnellroute (VSR) als auch z. B. für Fussgängerinnen und Fussgänger im Strassenraum mit einer VSR. Die Gestaltung einer Veloschnellroute sollte deshalb einem Konzept folgen. Dieses bezieht idealerweise den gesamte Strassenraum mit allen Strukturen und Nutzungen mit ein. Verschiedene Gestaltungselemente (wie Markierungen, Beleuchtung, seitliche Begrenzung, Möblierung, Signalisation) können gezielt eingesetzt werden, damit die Veloschnellroute möglichst selbsterklärend ist und sich optimal in den Strassenraum bzw. die Umgebung integriert.

Planung und Bewertung von Veloschnellrouten

Die Planung bzw. Bewertung von Veloschnellrouten erfolgt nach den Grundanforderungen („attraktiv“, „sicher“ und „schnell“). In der Forschungsarbeit SVI 2014/006 werden dazu Qualitätsanforderungen im Detail spezifiziert und abgestuft bewertet. Idealerweise erfüllt eine Veloschnellroute alle Kriterien mit *sehr gut*. Im Sinne der Verhältnismässigkeit muss aber immer zwischen der möglichen Wirkung und der Grösse des Eingriffs (Eigentum, Kosten sowie Auswirkungen auf andere Verkehrsteilnehmende) abgewogen werden. Die Forschungsarbeit bietet hierfür einen systematischen Ansatz.

Anpassungsvorschläge für Normen und Gesetze

Veloschnellrouten können ohne Anpassung der bestehenden Gesetze und Normen realisiert werden. Aus der Forschungsarbeit lässt sich allerdings ein Anpassungsbedarf betreffend Zulassung von Velostrassen sowie betreffend Markierung und Signalisation (SSV), Radstreifenbreiten (SN 640 201 und SN 640 262) und der Grundnorm SN 640 060 ableiten.

Résumé

Contexte

La planification des transports est confrontée à quelques défis en raison de la croissance attendue du trafic en agglomérations. En effet, le développement de l'infrastructure destinée au TIM et aux TP atteint ses limites. L'une des approches en matière de planification de la circulation consiste à transférer le trafic motorisé croissant vers des moyens de transport plus écologique, comme le vélo ou le vélo électrique. Mais cela nécessite des infrastructures plus attrayantes. Pour ce faire, nos voisins européens aménagent de plus en plus d'itinéraires cyclables rapides. Les Pays-Bas et le Danemark, en particulier, ainsi que l'Allemagne jouent pour cela un rôle de pionniers.

En comparaison des exemples internationaux, les attentes en Suisse en termes de qualité et de bénéfices des itinéraires cyclables rapides (également dénommés voies express vélo) sont très élevées. Tant les autorités que les concepteurs, ainsi que les lobbys, etc. estiment que ces itinéraires constituent un précieux élément, essentiel à la promotion du trafic cycliste.

Jusqu'ici, très peu de recherches ont été consacrées au thème des itinéraires cyclables rapides. Cette lacune doit être comblée par le rapport de recherche SVI 2014/006 «Indications pour la conception d'itinéraires cyclables rapides («véloroutes») dans les villes et les agglomérations».

Objectifs d'étude et procédure

Dans ce travail de recherche, les attentes relatives aux conditions concrètes du point de vue de l'espace et des lois en Suisse ont été subdivisées. Il propose des réponses pour la réalisation satisfaisante d'itinéraires cyclables rapides en termes de construction, de législation et de planification, notamment en tenant compte de l'intégration dans les espaces urbains. En font partie, la définition des éléments de projet (vitesses, distances de visibilité, espace nécessaire, rayons de courbure, aménagements de carrefours, etc.), de même que le régime de priorités, l'adaptation des feux de signalisation et l'intégration dans l'espace routier (marquage, signalisation, indicateurs de direction, équipement, etc.), ainsi que l'intégration dans l'espace urbain et l'aménagement. Les résultats doivent être considérés comme des indications destinées à la planification et à l'aménagement des itinéraires cyclables rapides dans les villes et les agglomérations.

Le travail de recherche s'est déroulé en trois phases: analyse (1), développement et définition (2) ainsi que rapport de recherche et fiche technique (3). L'analyse se fonde sur des recherches dans la littérature nationale et internationale ainsi que sur le regroupement des expériences actuelles et des analyses empiriques des impacts. En se fondant sur les résultats de la phase 1, des indications relatives à la planification et à l'aménagement d'itinéraires cyclables rapides dans les villes et les agglomérations ont été développées en faisant appel à des experts internationaux. Le rapport de recherche a ensuite été établi à partir de ce résultat.

Résultats

Définition, utilisateurs, bénéfiques

Les itinéraires cyclables rapides représentent les connexions de plus haute qualité du réseau de pistes cyclables d'une agglomération ou d'une région. Au même titre que les routes principales pour le trafic motorisé, ils devraient composer le niveau le plus élevé du réseau.

De tels itinéraires cyclables sont attrayants, sûrs et rapides; ils relient des destinations importantes disposant d'un potentiel élevé, en particulier pour le trafic lié aux déplacements domicile travail ou des étudiants. Pour le choix du moyen de transport en lien avec le trafic pendulaire, le temps de parcours nécessaire, soit la rapidité, représente l'un des facteurs essentiels. En outre, les pendulaires ne constituent pas un groupe homogène. C'est pourquoi les itinéraires cyclables rapides doivent être attrayants et sûrs pour tous les usagers.

Les fonctions de planification du trafic des itinéraires cyclables rapides sont d'abord de relier et de transiter puis, dans les espaces urbains plus denses, de collecter.

Le terme d'itinéraire cyclable rapide provient de la nomenclature de la VSS ou de l'OFROU. D'autres dénominations telles que liaison vélo rapide, voies express vélo ou itinéraire pendulaire sont utilisées dans différentes parties de la Suisse. Tant que l'objectif est atteint et que la signification de l'itinéraire cyclable rapide reste identique, rien ne s'oppose à poursuivre l'utilisation de ces termes.

Les itinéraires cyclables rapides se basent sur les principes de base suivant:

Principes de base

Champ d'application / potentiel	Les itinéraires cyclables rapides relient des destinations importantes à potentiel élevé de pendulaires. Le champ d'application principal sont les agglomérations .
Infrastructure	La place disponible , l' utilisation prévue et la structure de l'espace définissent l'infrastructure nécessaire.
Éléments de planification	Le type d' espace (zone urbaine, agglomération, etc.) et le potentiel cyclable définissent les éléments de planification.
Aménagement	Les itinéraires cyclables rapides s'intègrent de manière optimale à l'environnement . Les itinéraires cyclables rapides sont aussi intuitifs et évidents que possible.

Champ d'application et potentiel

Le principal champ d'application des itinéraires cyclables rapides se situe dans les ceintures d'agglomérations, les banlieues et les quartiers urbains. Cela tient à la mise en réseau des destinations respectives à potentiel élevé (p. ex. zones d'habitation et de travail) qui se situent dans ces types de zones. De la littérature ressort une longueur minimale souhaitable pour une telle installation de 5 km et une longueur maximale entre 15 et 30 km. Dans la pratique, il semble toutefois que leur longueur dépend plutôt du contexte local et que les tronçons peuvent donc être plus courts ou plus longs. Selon les expériences réalisées aux Pays-Bas, la construction d'un itinéraire cyclable rapide incite entre 5 et 15% des pendulaires motorisés à opter pour le vélo.

Infrastructure

Les cyclistes peuvent être intégrés au trafic selon deux modes: séparés du reste du trafic sur leur propre voie, ou en trafic mixte avec d'autres moyens de transport. Les formes d'intégration au trafic respectives varient en fonction de la place disponible, de l'utilisation et de la structure de l'espace. D'une manière générale, les cyclistes privilégient les voies séparées. Les formes d'intégration au trafic suivantes sont appropriées en premier lieu pour les itinéraires cyclables rapides:

- pistes cyclables unidirectionnelles et bidirectionnelles
- rues cyclables (actuellement en phase pilote en Suisse)
- larges voies cyclables avec ligne continue
- routes sans trafic motorisé ou à trafic réduit

Standards et éléments de planification

Le facteur restrictif dans un espace urbain dense est la place. Avec une densité moindre, il s'agit du potentiel ou du volume de trafic cycliste. Il faut donc trouver à chaque fois la solution adéquate eu égard au principe de proportionnalité. Quelques-uns des standards et éléments de planification importants, issus du travail de recherche, sont brièvement résumés ci-après:

Vitesse de projet

La vitesse planifiée sur le tronçon doit se monter au moins à 30 km/h; aux carrefours, la vitesse planifiée devrait atteindre au moins 20 km/h.

Largeur de la chaussée

La largeur des différentes formes d'intégration au trafic peut être définie comme «largeur normale» en visant une «largeur optimale». Dans des situations spécifiques, la largeur nécessaire peut être définie en fonction du croisement et du niveau de service visée (Level of Service LOS). Elle est définie de tronçon en tronçon.

Pour les pistes cyclables bidirectionnelles, la largeur, en fonction de la situation, peut varier entre 3,20 m et 4,00 m. En cas de pistes cyclables unidirectionnelles, elle se situe généralement entre 2,00 m et 3,00 m. Une voie cyclable large doit mesurer au moins 2,20 m.

Le travail de recherche spécifie la procédure avec précision et définit les échelons LOS en fonction de l'importance du trafic cycliste et de la largeur.

Carrefours et traversées

Les carrefours et les traversées influencent très fortement la perception qualitative des itinéraires cyclables rapides. Fondamentalement, le vélo se trouvant sur un itinéraire cyclable rapide doit avoir la priorité et être traité en conséquence.

Il peut arriver qu'une obligation de céder le passage ou une réglementation du trafic par des feux de signalisation s'avère toutefois nécessaire. La perte de temps moyenne due à l'arrêt et à l'attente ne doit pas dépasser 15 secondes (hors localités) et 30 secondes (en localité). Les mesures ci-après peuvent contribuer à une réduction ou à l'évitement des temps d'attente pour le trafic cycliste aux carrefours réglementés par des feux de signalisation (énumération non exhaustive):

- feu vert permanent pour le trafic cycliste
- plusieurs phases pour le trafic cycliste par cycle
- détection précoce du trafic cycliste (éventuellement avec annonce priorisée)
- onde verte pour le trafic cycliste

Intégration urbaine et aménagement

L'aménagement des itinéraires cyclables rapides tient lieu d'élément de liaison. Il doit conjuguer les différentes exigences et fonctions, ainsi que présenter une bonne image d'ensemble. La reconnaissance visuelle et un aspect unifié (inter)régional sont essentiels à la communication. En outre, un aménagement réussi contribue aussi à la sécurité et au sentiment de sécurité, tant pour les cyclistes se déplaçant sur des itinéraires cyclables rapides (ICR) que, par exemple, pour les piétons se trouvant dans un espace routier comportant un ICR. Il est donc nécessaire que l'aménagement d'un itinéraire cyclable rapide se fonde sur un concept. Dans l'idéal, ce dernier porte sur l'ensemble de l'espace routier avec toutes ses structures et utilisations. Différents éléments d'aménagement (dont les marquages, l'éclairage, la délimitation latérale, le mobilier, la signalisation) peuvent être utilisés de manière ciblée afin que l'itinéraire cyclable rapide soit aussi explicite que possible et intégré de façon optimale à l'espace routier ou à l'environnement.

Planification et évaluation d'itinéraires cyclables rapides

La planification ou l'évaluation d'itinéraires cyclables rapides répond à des exigences élémentaires («attrayant», «sûr», «rapide»). Le travail de recherche SVI 2014/006 spécifie et évalue les exigences de qualité de manière échelonnée et dans les moindres détails. Dans l'idéal, un itinéraire cyclable rapide est noté *très bien* pour tous les critères. La proportionnalité exige néanmoins que l'on pondère toujours les effets possibles et l'importance de l'intervention (propriété, coûts et conséquences pour les autres usagers de la route). Le travail de recherche propose une approche systématique.

Propositions d'adaptation des normes et des lois

Les itinéraires cyclables rapides peuvent être réalisés sans devoir adapter les lois et les normes existantes. Le travail de recherche met toutefois en évidence le besoin d'adapter l'homologation des routes cyclables ainsi que le marquage et la signalisation (OSR), les largeurs des voies cyclables (SN 640 201 et SN 640 262) et la norme de base SN 640 060.

Summary

Context

The expected traffic growth in the urban agglomerations presents some challenges for traffic planning. Especially as the expansion of motorised and public transport infrastructure is increasingly reaching its limits. One approach is to shift the increasing motorized traffic to more compatible means of transport such as bicycles or e-bikes. This however requires more attractive infrastructure for cycling. Thus, so called fast cycling routes are increasingly being developed throughout Europe. The Netherlands, Denmark and Germany in particular have played a pioneering role here.

In view of the international examples, the expectations regarding the quality and the benefits of fast cycling routes (also known as cycle highways) are often very high in Switzerland. Authorities, planners and lobby organizations alike see them to be a central and high-quality element for the promotion of cycling.

So far there has been little research on the topic. This gap is to be concluded with the research paper SVI 2014/006 "Guidelines for the planning of fast cycling routes ("cycle highways") in cities and agglomerations".

Research objectives and proceedings

This research project brings the expectations together with the concrete spatial and juridical conditions in Switzerland. It gives answers on how to satisfactorily implement fast cycling routes – especially taking into account design and planning issues and juridical questions in dense urban areas. This includes the definition of geometric design elements (such as design speed, sight distance, lane width, curve radiuses, junction design etc.) as well as rulings for the right of way, the amendment of traffic lights and the integration into the road space (road markings, signalization, sign-posting etc.).

The results are to be understood as indications for the planning and design of fast cycling routes in cities and agglomerations.

The research work was divided into the three phases: analysis (1), development and definition (2), research report and fact sheet (3). The analysis consists of a national and international literature research, the synopsis of current experience and finally in-depth empirical surveys. Guidelines for the planning and design of bicycles routes in cities and agglomerations then were developed based on the results from phase 1 and input from international experts.

Results

Definition, target groups, function

Fast cycling routes are the highest quality connections in the cycling network of an agglomeration or region. In analogy to high-ranking roads in motorized traffic, they are to form the highest network level.

Fast cycling routes are attractive, safe and fast. They link important targets with high potential, especially for commuters. An important factor for commuter transport is time, or speed. In addition, commuters are not a homogeneous group. Therefore, cycling routes must be attractive and safe for all types of stakeholders.

The basic traffic-planning functions of fast cycling routes are primarily connecting (urban districts or other traffic generating areas) and transit (by offering a bypass). In dense urban areas their function is also to collect and combine individual transport needs.

The term fast cycling route (“Veloschnellroute“) is derived from the nomenclature of the VSS (organisation for research and standardisation in the field of road transportation) and the FEDRO (federal roads office). In some regions of Switzerland other terms such as „Veloschnellverbindung“ (fast cycling connection), “Velobahn” (cycle highway) or “Pendlerroute” (commuter route) are established. These terms can continue to be used if they serve the purpose of promoting high quality fast cycling routes as described in the research paper.

Fast cycling routes are based on the following basic principles:

<i>Basic principles</i>	
Location / potential	Fast cycling routes connect important commuter targets with a high potential. They mainly lie within urban agglomerations .
Infrastructure	The appropriate cycling infrastructure is defined depending on the available space and the way the surrounding structure is used.
Geometric design elements	Space and cycling potential determine the dimensions of geometric design elements.
Design	Fast cycling routes are optimally integrated into their specific surroundings . Fast cycling routes are highly self-explanatory .

Location and potential

Fast cycling routes are mainly located in the agglomeration belt, the suburbs and urban districts. This is due to the connection of high-potential targets (e.g. residential areas and workplaces), which are located here. According to considerations in the literature, the desired minimum length is generally 5 km and the maximum length around 15 - 30 km. Practice however shows that they can also be shorter or longer depending on the local situation. Experience in the Netherlands also shows that approx. 5 - 15% of the motorized commuters change to cycling if a fast cycling route is constructed.

Infrastructure

Cyclists can be integrated into the traffic system in two ways: either separated from the rest of the traffic or mixed with other means of transport. The appropriate form varies depending on the available space and the way the surrounding structures are used. In general cyclists prefer segregated cycle facilities. The following types of infrastructure are primarily suitable for fast cycling routes:

- cycle paths (one-way and two-way) and cycle tracks
- bike streets (currently being tested in Switzerland)
- wide bike lanes with a solid line
- roads which are free of motor vehicles (or where only very few motor vehicles are permitted)

Standards and geometric design elements

In the dense urban areas space is a key limiting factor for the design of fast cycling routes. In the less dense (rural) areas the low bike traffic volume or potential is more important. The best design solution must therefore be found in accordance with spacial conditions and traffic volume. In the following, some important standards and geometric design elements from the research paper are briefly summarized:

Design speed

The design speed on the open route should be at least 30 km/h. At junctions the design speed should be at least 20 km/h.

Widths

The width of the cycling infrastructure can be defined as "normal width" and "optimal width". The necessary width in the respective situation can be determined by means of the so called relevant passing cases (situations in which bikes overtake or encounter each other) and the desired traffic quality (Level of Service LOS). It is determined for each section of the route.

In the case of bidirectional cycle paths, the width varies between 3.20 m and 4.00 m depending on the situation. One way cycle tracks vary between 2.00 m and 3.00 m. Wide bike lanes should be at least 2.20 m wide.

The research paper specifies the procedure to determine the appropriate width precisely. Furthermore it shows the LOS grades in connection with bike traffic volume and width of the infrastructure.

Intersections and crossings

Intersections can influence the perceived quality of fast cycling routes. Therefore bicycles should be prioritized at crossings and junctions on these routes.

In some cases, however, the right of way can not be given or traffic lights are necessary. The average time losses by stopping and waiting should not exceed 15 seconds (outside urban areas) and 30 seconds (in the city). The following measures can reduce or avoid waiting times for cyclists at traffic lights (list not exhaustive):

- constant green for cyclists
- multiple green phases for cyclists
- early detection of cyclists (with prioritisation if possible)
- green wave for cyclists

Urban integration and design

The design of the fast cycling routes serves as a connecting element. It should bring together the different requirements and functions and give a good overall picture. A certain recognition factor and a (uniform) regional appearance are essential as a means of communication. Furthermore, good design also contributes significantly to the actual and felt safety. This applies both for cyclists on a fast cycling route as well as for pedestrians in the same road space. The design of a fast cycling route should therefore follow a concept. This typically involves the entire road space with all structures and uses. Various design elements (such as road markings, lighting, lateral boundaries, furniture, signaling) can be used to make fast cycling routes as self-explanatory as possible and to optimally integrate them into the street or the surrounding area.

Planning and evaluation of fast cycling routes

Planning and evaluation of fast bicycle routes is carried out according to the basic requirements ("attractive", "safe" and "fast"). This research paper specifies the quality requirements in detail. Ideally a fast cycling route fulfils all criteria excellently. According to the principle of proportionality however, it is always necessary to balance the possible impact and the size of the intervention (property, costs and effects on other transport users). This research paper offers a systematic approach to do this.

Adaptation proposals for standards and laws

Fast cycling routes can be implemented without adapting the existing Swiss laws and standards. The research paper, however, shows a certain need for modification concerning the approval of bike streets, the Swiss signaling regulation (SSV), bike lane widths (norms SN 640 201 and SN 640 262) and the basic cycling norm SN 640 060.

EINLEITUNG

In diesem Kapitel werden die Ausgangslage, der Forschungsauftrag sowie die Ziele und Fragestellungen der vorliegenden Forschungsarbeit dargelegt. Zudem wird auf die Methodik des Forschungsprojektes eingegangen.

1 Ausgangslage und Forschungsauftrag

Das erwartete Verkehrswachstum in den Agglomerationen stellt die Verkehrsplanung vor einige Herausforderungen, da der Ausbau der MIV- und ÖV-Infrastruktur zunehmend an seine Grenzen stösst. Ein verkehrsplanerischer Lösungsansatz ist es, den zunehmenden motorisierten Verkehr auf verträglichere Verkehrsmittel wie Velo oder E-Bike zu verlagern. Dazu braucht es jedoch attraktivere Infrastrukturen.

Im europäischen Ausland werden dafür zunehmend hochwertige Veloschnellrouten erstellt. Insbesondere die Niederlande und Dänemark haben hier eine Vorreiterrolle. In Kopenhagen pendeln 45 % der Einwohnerinnen und Einwohner mit dem Velo zur Arbeit, Schule oder Universität. Aber auch Deutschland lässt mit konkreten Umsetzungen wie z. B. im Ruhrgebiet von sich hören. Vielen bekannt sind auch die Entwürfe des britischen Architekten Norman Foster für die „Cycle Superhighways“ in London.

Eine Veloschnellroute (VSR) – umgangssprachlich auch „Velobahn“ genannt – ist eine hochwertige Veloverbindung, die möglichst schnell, sicher und attraktiv zu befahren ist. Sie bildet die höchste Netzkategorie im Netz für den leichten Zweiradverkehr.

In der Schweiz sind ebenfalls Projekte in Arbeit oder in Vorbereitung, z. B. in Basel, Bern, Luzern, Winterthur und St. Gallen. Erste Pilotprojekte sollen bald realisiert werden. Mit Blick auf die Niederlande oder Kopenhagen sind die Erwartungen an die Qualität und den Nutzen von Veloschnellrouten in der Schweiz vielfach sehr hoch. Sowohl Behörden, Planer und Lobbyorganisationen etc. sehen in den Veloschnellrouten auch hierzulande ein sehr zentrales und hochwertiges Element zur Förderung des Veloverkehrs. Jedoch haben sie vielfach auch ein unterschiedliches Verständnis davon, wie sich eine solche Veloschnellroute genau definiert und was die Anforderungen an die Infrastruktur sind. Aufgrund des bereits sehr hohen Ausbaustandards des öffentlichen Verkehrs in den Schweizer Agglomerationen ist aber allen bewusst, dass für die effektive Verlagerung des Mehrverkehrs auf das Velo ein Quantensprung in der Qualität der Radverkehrsinfrastruktur nötig ist.

Bisher fehlten systematische schweizweite Untersuchungen im Themenbereich Veloschnellrouten, um diese in der Schweiz baulich, rechtlich und planerisch zufriedenstellend ausführen zu können. Hier setzt die vorliegende Forschungsarbeit an und beleuchtet, welche Anforderungen insbesondere an die Integration in städtische Räume erfüllt werden müssen. Dazu gehören die Definition von Projektierungselementen (Geschwindigkeiten, Sichtweiten, Querschnittsbreiten, Kurvenradien, Gestaltung von Knoten usw.) ebenso wie Vortrittsregelungen, Anpassung von Lichtsignalanlagen, die Einpassung in den Strassenraum (Markierung, Signalisation, Wegweisung, Ausrüstung usw.) sowie die Integration in die Umgebung resp. den städtischen Raum und die Gestaltung.

In dieser Arbeit werden aus dem vorhandenen Fachwissen und der vorliegenden Literatur, aus aktuellen Erfahrungen sowie gestützt durch empirische Untersuchungen Planungshinweise formuliert. Diese korrespondieren mit den schweizerischen Rahmenbedingungen (Normen, Raumstrukturen etc.) und dienen als Basis für erste Veloschnellrouten-(Pilot-)Projekte. Des Weiteren werden Hinweise bezüglich notwendiger Anpassungen von Normen und Gesetzesgrundlagen aufgeführt.

2 Abgrenzung der Forschungsarbeit

In der vorliegenden Forschungsarbeit geht es um die Planung von Veloschnellrouten (VSR) in Städten und Agglomerationen.

Aus der Thematik leiten sich zahlreiche weitere Fragestellungen ab, die nicht Teil der vorliegenden Arbeit sind. Zum Teil zeigt sich somit weiterer Forschungsbedarf (vgl. Kap. 10) und teils werden diese Fragen schon in anderen Forschungsarbeiten behandelt. Die wichtigsten verwandten Themen und dazu vorliegenden Quellen sollen an dieser Stelle kurz erläutert werden:



Abb. 1 Abgrenzung des vorliegenden Forschungsauftrags gegenüber weiteren Grundlagen

Im vom ASTRA herausgegebenen **Grundlagendokument „Velobahnen“** (Materialien zum Langsamverkehr Nr. 136) [21] wurde Vorarbeit für den vorliegenden Forschungsauftrag geleistet. Es zeigt den damaligen Wissensstand und enthält Hinweise auf offene Fragen und den Forschungsbedarf. Zudem sollen damit Planungen und Projekte unterstützt und beurteilt werden können, bis die Resultate dieser Forschungsarbeit vorliegen. Die aufgeworfenen Forschungsfragen werden in der vorliegenden Forschungsarbeit konkretisiert und wissenschaftlich beleuchtet.

Es zeichnet sich aktuell deutlich ab, dass **E-Bikes** für die Planung der Veloinfrastruktur und deren Betrieb in Zukunft ein bedeutsames Thema sein werden. Der Anteil der E-Bikes wird voraussichtlich weiter steigen. Aufgrund ihrer speziellen Charakteristika wie beispielsweise Gewicht und Geschwindigkeit bringen sie vielfältige Ansprüche und damit neue Herausforderungen an die Planung mit sich. Die Aussagen im vorliegenden Forschungsbericht beziehen E-Bike-Fahrende mit ein, da sie einen Teil der Nutzergruppen von Veloschnellrouten darstellen. Speziell diesem Thema widmet sich der Forschungsauftrag SVI Nr. 2014 / 003 „Elektrovelos – Anforderungen an das Verkehrssystem“ [46] (derzeit in Arbeit). Er geht auf die Auswirkungen auf das Verkehrssystem ein. Aus der Analyse und Beobachtung des Verhaltens von E-Bike-Lenkenden, des Konfliktpotenzials mit anderen Verkehrsteilnehmenden und des rechtlichen Rahmens soll aufgezeigt werden, wie E-Bikes besser berücksichtigt und inwiefern schnelle und langsame E-Bikes unterschiedlich betrachtet werden sollen. Einzelne empirische Erhebungen der Forschungsarbeit 2014/006 (Veloschnellrouten) wurden für SVI Nr. 2014 / 003 zur Verfügung gestellt. Des Weiteren liegt zum Thema E-Bikes die vom Bundesamt für Energie in Auftrag gegebene Studie „Verbreitung und Auswirkungen von E-Bikes in der Schweiz“ [28] aus dem Jahr 2014 vor.

Der Forschungsbericht VSS 2010 / 207 [22] beschäftigt sich mit der Erarbeitung von Grundlagen für die Trassierung von sicheren Fahrbahnen für den Veloverkehr (Radwege) und mit Veloverkehr (Radstreifen / Mischverkehr). Es werden hierfür v. a. Standardsituationen angesehen, sodass es nur eine geringe Schnittmenge an Erkenntnissen gibt. Das Thema **Sicherheit** spielt auch für Veloschnellrouten eine wichtige Rolle, jedoch als Qualitätskriterium, während die Forschungsarbeit 2010 / 207 detaillierte Hinweise darauf gibt, wie diese Sicherheit erreicht werden kann.

Zur aktuell in der Schweiz neu diskutierten Thematik der Führungsform **Velostrasse** werden derzeit vom ASTRA beauftragte Pilotprojekte durchgeführt, in deren Rahmen das Thema genau beleuchtet wird. Hierfür wurden klare Vorgaben hinsichtlich des Regimes und der Anforderungen für eine Velostrasse sowie die Signalisation gemacht (vgl. Materialienband Kap. 7). Velostrassen stellen eine mögliche Führungsform für Veloschnellrouten dar. Wegen ausstehender Erkenntnisse der Pilotprojekte wird in dieser Arbeit darauf verzichtet, sie tiefergehend zu beleuchten.

Zur Fragestellung von möglicher **Knotengestaltung mit LSA** liegt die Forschungsstudie SVI Nr. 2011 / 024 „Langsamverkehrsfreundliche Lichtsignalanlagen“ [54] vor. Die Erkenntnisse fliessen, wo relevant, in die vorliegende Arbeit ein.

Die Schweizer Norm **SN 640 060 Leichter Zweiradverkehr, Grundlagen** [57] ist eine wichtige Grundlage für die Planung von Veloinfrastruktur in der Schweiz. Sie wird gemäss Auskunft des SVI vermutlich in den nächsten zwei bis drei Jahren revidiert. Es werden in dieser Forschungsarbeit keine konkreten Vorschläge zur Aktualisierung der Norm gemacht, da dies den Rahmen der Forschungsarbeit sprengen würde. Jedoch können die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit als Grundlage für die Überarbeitung der Norm verwendet werden.

Veloschnellrouten grenzen sich zudem durch ihre durchgehend sehr hohen Qualitätsanforderungen, den Einsatzzweck und die möglichen Führungsformen von den in der Norm beschriebenen Hauptrouten ab. Sie bilden immer die höchste Hierarchiestufe im Radverkehrsnetz. Veloschnellrouten und Hauptrouten (sowie Radwanderwegen) können sich aber abschnittsweise überlagern.

3 Methodik und Vorgehen

Die Bearbeitung des Forschungsauftrages erfolgte durch eine Arbeitsgemeinschaft zwischen dem Büro Kontextplan AG (Projektleitung und Bearbeitung), Fritz Kobi von büro-kobi (verkehrsplanerische Begleitung) und Christian Wiesmann von stadt – raum – planung (Begleitung und Bearbeitung Thema Gestaltung). Unterstützt und beraten wurde die Forschungsstelle dabei von der Begleitkommission sowie in- und ausländischen Expertinnen und Experten.

Die Bearbeitung der Forschungsfragen erfolgte gemäss dem Vorgehenskonzept, das schon in der Offerte vorgeschlagen wurde, gegliedert in die zwei Bearbeitungsphasen Analyse (1) und Entwicklung und Festlegung (2).



Abb. 2 Vorgehenskonzept in zwei Bearbeitungsphasen

Phase 1: Analyse

Die Analyse besteht aus der nationalen und internationalen Literaturrecherche, dem Zusammenzug der aktuellen Erfahrungen und den Wirkungsanalysen. Die wichtigen Themen wurden dabei abgestuft untersucht:

Tab. 1 Phase 1 Analyse

	Projektierungs- elemente	Vortritt	LSA	Einpassung in den Strassenraum	Distanzen	Homogenität, Ab- folge	MIV Parkierung	Servicestationen	Steigungen	Netzbildung	Führungsart und -form	DTV	Ansprüche, Fahr- zwecke	Stadträumliche Integration
Literatur- recherche	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Erfah- rungen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Wirkungs- analysen	x			x							x		x	x

Literaturrecherche (national, international)

Zum Thema Veloschnellrouten ist bisher wenig Forschung betrieben worden. Allerdings gibt es eine grössere Basis an praxisbezogenen Überlegungen wie Machbarkeitsstudien und Empfehlungen. Einige konkrete Projekte weisen zudem in den Projektierungsunterlagen weitergehende allgemeine Überlegungen, insbesondere zu den Projektierungselementen und Knotengestaltungen auf. Die vorhandene Literatur wurde bereits in der Offerte systematisch mit Themenbezug dargestellt. Die Liste wurde in der Forschungsarbeit laufend ergänzt.

Die in der Literatur genannten Anforderungen an die Planung und Gestaltung von Veloschnellrouten galt es einander gegenüberzustellen und mit den Anforderungen in der Schweiz abzugleichen. Als Ergebnis wurde einerseits eine Gegenüberstellung der verschiedenen Erkenntnisse (Gemeinsamkeiten und Widersprüche) erstellt. Andererseits wurden erste Vorschläge, die mit den Anforderungen bzw. Standards in der Schweiz korrespondieren, gemacht. Zudem wurden Fragen für die nächste Phase formuliert.

Zusammenzug der vorhandenen Erfahrungen

In diesem Unterkapitel erfolgte eine vertiefte Betrachtung der vorhandenen Erfahrungen aus der Schweiz und dem Ausland. Zudem wurden Widersprüche und Unklarheiten herausgearbeitet, um Fragen abzuleiten, die es in der Forschungsarbeit zu klären galt. Es erfolgte eine Betrachtung von verschiedenen aktuellen Projekten mit unterschiedlichem Umsetzungsstand aus dem In- und Ausland (vgl. Materialienband Kap. 1). Ausserdem wurden drei bereits umgesetzte Projekte mit „Veloschnellroutencharakter“ aus der Schweiz beleuchtet (vgl. Folgeabsatz Wirkungsanalysen). In einem ersten Schritt erfolgte eine vertiefte Betrachtung der entsprechenden Pläne und Berichte hinsichtlich Planungsprozesse, Kriterien zur Netzbildung, Standards und stadträumlichen Integration. In einem zweiten Schritt wurden Experten und Schlüsselpersonen aus dem In- und Ausland befragt. Dabei wurden ihre Überlegungen und Erfahrungen zu konkreten Projekten bzw. eine Beurteilung von generellen (Zwischen-)Erkenntnissen aus der Forschungsarbeit über persönliche oder telefonische Leitfadeninterviews erfragt. Daraus resultierte eine Gegenüberstellung der verschiedenen Erkenntnisse (Gemeinsamkeiten und Widersprüche) sowie vertiefte Vorschläge zur Planung und Projektierung von Veloschnellrouten in der Schweiz (Vertiefung). Zudem wurden Fragen für die weiteren Phasen formuliert. Dies ermöglichte im nächsten Schritt eine Fokussierung auf die Beantwortung der wesentlichen offenen Fragen (Eingrenzung).

Wirkungsanalysen

Die bisherigen Erkenntnisse wurden punktuell empirisch verifiziert. Die sich derzeit in Planung befindenden Pilotprojekte in der Schweiz werden voraussichtlich erst nach dem Abgabetermin der Forschungsarbeit fertiggestellt. Deshalb wurde auf andere bestehende Referenzobjekte zurückgegriffen, um punktuelle respektive fragenbezogene Wirkungsanalysen durchzuführen. Für die Wirkungsanalysen und den Zusammenschluss der vorhandenen Erfahrungen wurden bestehende Verbindungen bzw. Streckenabschnitte mit „Veloschnellroutencharakter“ in der Schweiz untersucht. Dabei wurde der Ist-Zustand mit den bisher erarbeiteten Anforderungen an eine Veloschnellroute (bzw. allenfalls definierten Projektzielen) gegenübergestellt. Die Untersuchungsmethoden umfassten Videoauswertungen, Seitenradarmessungen, Unfallanalysen, Befragungen sowie spezifischen Befragungen bzw. Beobachtungen mit Fokus Verkehrsplanung und Städtebau. Ergänzend wurden Planer und Behörden punktuell zu auffälligen Situationen befragt. (vgl. Materialienband Kap. 1). Zur Bewertung und Abschätzung der verkehrlichen Wirkungen wurden die Grundanforderungen (vgl. Kap. 4 und 8) und wo sinnvoll die Kriterien der Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit gem. Forschungsarbeit VSS 2007 / 306 [53] herangezogen.

Phase 2: Entwicklung und Festlegung

Abgeleitet aus den Resultaten aus Phase 1 wurden Hinweise für die Planung und Gestaltung von Veloschnellrouten in Städten und Agglomerationen entwickelt:

Es galt in einem ersten Schritt die ersten Erkenntnisse nochmals aufgrund der eigenen Erfahrungen, der rechtlichen Grundlagen und mit Hilfe der teaminternen Experten zu generalisieren und auf ihre Praxistauglichkeit und Anwendbarkeit hin einzuschätzen. Damit fand eine erste Reduktion statt. Ausgewählte externe Experten und Schlüsselpersonen wurden dann in einem zweiten Schritt zu ihrer Einschätzung und möglichen Optimierungen befragt. Damit konnten die zielführendsten Ansätze herausgehoben werden. In einem dritten Schritt legte sich die Forschungsstelle auf die definitiven Ergebnisse der Arbeit fest (vgl. Ergebnisse ab Kap. 4).

ERGEBNISSE

Der folgende Teil umfasst die Ergebnisse der Forschungsarbeit. Die Idee ist, dass dieser Teil als eigenständiges Arbeitsdokument unabhängig vom Rest der Forschungsarbeit zur Hand genommen werden kann, wenn der Leser oder die Leserin nur an den Forschungsergebnissen, nicht aber an der detaillierten Herleitung dieser Erkenntnisse interessiert ist. Diese sind im zu der Forschungsarbeit gehörenden Materialienband zu finden.

Um mögliche Standards für Veloschnellrouten zu definieren, orientiert sich die vorliegende Forschungsarbeit insbesondere an bestehenden ausländischen Beispielen und Vorgaben. Die Erkenntnisse wurden mit externen Experten und Expertinnen diskutiert und punktuell empirisch verifiziert. Danach wurden diese Kriterien für die Umsetzung in der Schweiz auf bestehende Schweizer Grundlagen (VSS-Normen, Gesetze) umgelegt. Dies soll sicherstellen, dass die Umsetzung einer Veloschnellroute möglich ist, ohne dass zuerst Normen und Gesetze geändert werden müssten.

4 Definition, Nutzende, Nutzen

4.1 Definition

Veloschnellrouten stellen ein zukunftssträchtiges und relativ neues Element für den Veloverkehr dar, um vor allem Alltags-Velofahrende schnell, direkt und sicher von Wohngebieten zu den Arbeitsplatzgebieten, Bildungszentren und zum Zentrum zu führen. Im Sinne einer Verlagerungsstrategie sollen sie als hochwertiges Netz- und Infrastrukturelement insbesondere auch eine autoaffine Zielgruppe ansprechen und so zu einer Verlagerung vom motorisierten Individualverkehr (MIV) auf den Veloverkehr führen. Im Idealfall können sie auch helfen, die Belastungsspitzen des öffentlichen Verkehrs in Ballungsräumen zu brechen.

Beim Studium der Literatur wird schnell ersichtlich, dass es in Europa verschiedene Standards für Veloschnellrouten gibt. Allerdings gibt es auch viele Gemeinsamkeiten wie etwa bei den angestrebten Distanzen und Nutzergruppen bzw. Verkehrszwecken. Auch bei der Definition einer Veloschnellroute besteht weitgehender Konsens (vgl. dazu Materialienband Kap. 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 3 und 4):

Definition Veloschnellroute

Veloschnellrouten sind die **hochwertigsten** Verbindungen im Radverkehrsnetz einer **Agglomeration oder Region**. Sie sind **attraktiv, sicher und schnell** und verknüpfen wichtige Ziele mit **hohen Potenzialen** insbesondere im **Berufs- und Ausbildungsverkehr**.



Abb. 3 „Snelle fietsroute“ bei Zwolle (NL); Foto: Zwolle Kampen Netwerkstad



Abb. 4 „Rad-Vorrang-Route 2“ in Freiburg im Breisgau (D); Foto: Oliver Dreyer



Abb. 5 „Baana Cycleway“ in Helsinki (FIN)

4.2 Begriff

Für Veloschnellrouten in Städten und Agglomerationen werden in der Schweiz und international sehr viele verschiedene Begriffe verwendet (vgl. Abb. 6). Diese können unterschiedliche – teils ungewünschte – Assoziationen auslösen. Deswegen wurde bei der Wahl des Begriffes für das Netzelement Veloschnellroute mit Bedacht vorgegangen und das Für und Wider sorgfältig abgewogen.



Abb. 6 Schlagwortmatrix der synonymen Begriffe für Veloschnellroute (Auswahl)

Der Begriff *Veloschnellroute* stellt eine konsequente Weiterentwicklung der Logik der Begrifflichkeiten der VSS-Normen sowie der Empfehlungen und Vollzugshilfen des ASTRA dar.

In einigen Regionen der Schweiz sind andere Begriffe wie z. B. **Veloschnellverbindung**, **Velobahn** oder **Pendleroute** etabliert. Es spricht nichts dagegen, diese Begriffe weiterhin zu verwenden, wenn damit dem Zweck gedient ist und damit das Gleiche gemeint ist wie mit *Veloschnellroute*.

Die Erfahrung von bestehenden Veloschnellrouten beispielsweise in Twente (NL) zeigt, dass sich die Wahrnehmung gegenüber einem Namen auch verändern kann [75]. Wenn die Nutzenden oder auch Anwohnende gute Erfahrungen mit einer Veloschnellroute (VSR) machen, zerstreuen sich anfängliche Vorbehalte und der Begriff steht dann für etwas Positives (vgl. dazu Materialienband Kap. 1.1, 3 und 4).

4.3 Netzhierarchie und verkehrsplanerische Funktion

In der VSS-Norm SN 640 060 [57] werden Routen nach ihrer Netzfunktion hierarchisch gegliedert. Je nach Routentyp ergeben sich unterschiedliche Anforderungen für die Projektierung der Routen oder einzelner Massnahmen. Veloschnellrouten sollen gemäss internationalem Vorbild analog den hochrangigen Strassen im motorisierten Verkehr die **höchste Netzebene** bilden. Die verkehrsplanerische Funktion ist zwar situationsabhängig, umfasst aber in der Regel folgende Aufgaben (vgl. dazu VSS-Norm SN 640 040b [56] sowie Materialienband Kap. 1):

- **Verbinden:** Verbinden einzelner Siedlungen, Ortsteile und anderer verkehrserzeugender Anlagen mit hohem Velopotenzial
- **Durchleiten:** Durchleiten von Verkehrsanteilen ohne Bezug zu einer Siedlung durch Anbieten von Umfahrungsmöglichkeiten

Zusätzlich kann bzw. wird eine Veloschnellroute im besiedelten Gebiet aufgrund ihrer Qualität die Funktion „**Sammeln**“ (Zusammenfassen einzelner Transportwünsche) übernehmen.

4.4 Netz, Erschliessung und Distanzen

Ein zusammenhängendes Netz ist ein Hauptkriterium für eine attraktive Veloinfrastruktur und damit direkt auch für die angestrebte Veränderung des Modal Split. Idealerweise wird eine Veloschnellroute das Rückgrat eines (Teil-)Netzes bilden. Sie verbindet die wichtigsten Ziele bzw. Zielcluster mit sehr hohem Velopotenzial wie Wohnungsgebiete, Bildungseinrichtungen und Arbeitsplatzgebiete dabei möglichst direkt. Die Erschliessungsfunktion wird in der Regel vom untergeordneten Netz übernommen. Dieses sollte sich auf die Veloschnellroute ausrichten. Dabei sind optimale Anschlüsse sehr wichtig, damit eine Bündelung stattfinden kann. Je nach Situation wird die Veloschnellroute auch eine Durchleitungsfunktion übernehmen. Dann übernimmt das untergeordnete Netz (insbesondere Hauptroutrouten) die Verbindungsfunktion.

Führt eine Veloschnellroute am Rande eines flächigen Ziels (z. B. Wohngebiet) entlang, so gilt dieses als erschlossen (vgl. [18]). Ziele, deren Erschliessung eine direkte Linienführung erschweren, sind mit einer Stichverbindung zu erschliessen (vgl. Abb. 7). Durch die Altstadt / Innenstadt werden in der Regel keine Veloschnellrouten geführt. Das Haupt- oder Basisnetz übernimmt hier die Funktion, die zuführenden Veloschnellrouten zu verbinden.

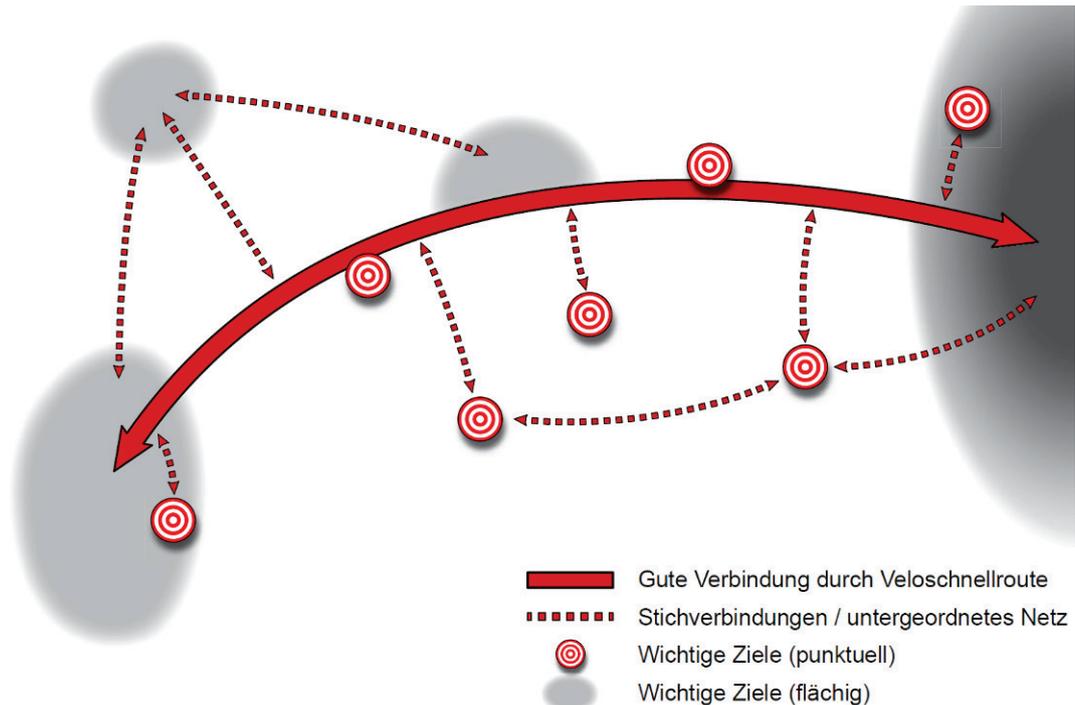


Abb. 7 Erschließung von wichtigen Zielen durch eine Veloschnellroute und Stichverbindungen (Abbildung in Anlehnung an [18])

Wege, die auf Veloschnellrouten zurückgelegt werden, sind wesentlich länger als durchschnittliche Weglängen. Auf den untersuchten Verbindungen in der Schweiz beträgt die zurückgelegte Distanz für den Verkehrszweck Arbeitsweg im Durchschnitt 8.7 km. 30 % der Velofahrenden auf diesen Routen legen mehr als 10 km zurück. Diese Werte korrespondieren in etwa mit denen aus der deutschen und niederländischen Literatur (vgl. Materialienband Kap. 1). Die Distanzen, welche Velofahrende auf Veloschnellrouten zu fahren bereit sind, bewegen sich gemäss der ausgewerteten Literatur und der empirischen Untersuchungen etwa zwischen **5 und 15 km**.

Die Linienführung und die Distanzen von Veloschnellrouten können im Sinne des Netzgedankens in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur, dem Relief, dem vorhandenen Potenzial sowie dem erwarteten E-Bike-Anteil aber variieren. Eine gewisse Mindestlänge ist jedoch sinnvoll, einerseits damit die Velofahrenden die Verbindung überhaupt als VSR erkennen bzw. akzeptieren und andererseits um den Aufwand für die Infrastruktur zu rechtfertigen. Gemäss Überlegungen in der Literatur liegen die **erwünschte Mindestlänge** einer Anlage in der Regel **bei 5 km** und die **Maximallänge bei ca. 15 – 30 km**. Entsprechend der lokalen Verhältnisse können sie aber situationsabhängig durchaus auch kürzer sein. In der Praxis sind zudem auch wesentlich längere Verbindungen zu finden (z. B. RS1 im Ruhrgebiet mit ca. 100 km). Im Prinzip handelt es sich hierbei um eine Abfolge mehrerer Veloschnellrouten. Sie werden von den Nutzern meist abschnittsweise und kaum in voller Länge befahren.

Ebenso wichtig wie die Distanz ist die Zeit, welche die Velofahrenden benötigen, um vom Quell- zum Zielort zu gelangen. Diese ist abhängig vom Fahrfluss, der Projektierungsgeschwindigkeit und der Topographie (vgl. dazu Materialienband Kap. 1.1 und 3).

4.5 Nutzende

Die analysierte Literatur zeigt, dass die Hauptzielgruppen einer Veloschnellroute insbesondere die **Berufs- und Ausbildungspendler** sind, welchen durch die neue Infrastruktur eine Alternative zum MIV und ÖV geboten wird.

Gemäss der Forschungsarbeit SVI 2004 / 096 [20] ist es sinnvoll, nicht wie üblich nur zwischen Alltags- und Freizeitverkehrszweck zu unterscheiden, sondern auch zwischen den folgenden zwei Gruppen:

- Zielorientierte Velofahrende (bevorzugen meist den kürzesten bzw. schnellsten Weg)
- Routen- oder erlebnisorientierte Velofahrende (aus Freude am Velofahren und zur Erholung in der Landschaft)

Pendler gehören zur Gruppe der zielorientierten Velofahrenden. Nach der Fachliteratur spielt der Faktor **Zeit** bzw. **Schnelligkeit** für den Pendlerverkehr eine entscheidende Rolle. Durch die Verbesserung der Reisezeitverhältnisse gegenüber dem motorisierten Individualverkehr ergeben sich Verlagerungspotenziale auf das Velo. Eine Distanz bis 10 km beispielsweise kann unter günstigen Voraussetzungen genauso schnell mit dem Velo zurückgelegt werden. Gerade Veloschnellrouten dienen der wirkungsvollen Beschleunigung des Radverkehrs.

Gemäss [20] stellen Velofahrende (also auch Pendler auf dem Velo) zudem keine homogene Einheit dar, sondern umfassen praktisch alle Altersschichten und Verkehrsteilnehmergruppen. Die verschiedenen Nutzergruppen unterscheiden sich unter anderem nach:

- körperlicher Verfassung (Sportlichkeit, Motorik, Sehen / Hören)
- Fähigkeit, sich mit Velo im Verkehr zu bewegen
- Alter und Geschlecht (verkehrliche, soziale Sicherheit)
- Verkehrserfahrung und Geübtheit im Verkehr
- Empfindlichkeit für Umwege und Steigungen
- Häufigkeit der Velonutzung (Witterung, Temperatur)

Mit Blick auf das erwünschte Umsteigepotenzial ist es deshalb wichtig, für alle Anspruchsgruppen sichere und attraktive Anlagen zu erstellen. Nicht zuletzt, weil eine Veloschnellroute abschnittsweise auch von anderen Verkehrszwecken überlagert sein kann, z. B. Freizeitverkehr, Schülerverkehr etc. (vgl. dazu Materialienband Kap. 1.1 und 3).

4.6 Qualität

Um ein signifikantes Verlagerungspotenzial vom motorisierten Verkehr auf das Velo zu schaffen, müssen Veloschnellrouten durchgängig hohe Qualitätsstandards insbesondere für den Pendlerverkehr erfüllen (vgl. dazu Materialienband Kap. 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 3.1.3).

Diese werden anhand sogenannter *Grundanforderungen* beurteilt. Diese Grundanforderungen lauten „**attraktiv, sicher und schnell**“ und umfassen verschiedene quantitativ und / oder qualitativ messbare Kriterien.

Abb. 8 zeigt die Grund- und Qualitätsanforderungen, nach denen Veloschnellrouten geplant oder bewertet werden sollen (vgl. dazu auch Kap. 8 Grundanforderungen und Bewertung).



Abb. 8 Veloschnellrouten müssen attraktiv, sicher und schnell sein

4.7 Durchgängigkeit der Strecke

Für die angestrebte hohe Qualität einer VSR ist die Durchgängigkeit der Strecke eine zwingende Voraussetzung. Nur eine kontinuierliche, durchgehende Infrastruktur wird als eine Gesamtstrecke wahrgenommen. Lücken, also Abschnitte, auf denen es kein oder nur ein mangelhaftes Angebot für den Veloverkehr gibt, sind häufig ausschlaggebend für die Entscheidung, ob jemand mit dem Velo fährt oder nicht. Dies gilt insbesondere für unsichere oder umsteigewillige „Neu-Velofahrende“ (vgl. dazu Materialienband Kap. 1.2, 3 und 4).

4.8 Potenzial

In der ausgewerteten Literatur sind keine verwertbaren quantitativen Angaben zum Nutzen oder zu einem nötigen Mindestpotenzial zu finden. Die Erfahrung insbesondere aus den Niederlanden zeigt, dass mit dem Bau einer Veloschnellroute 5 - 15 % der Autofahrenden aufs Velo umsteigen. Gemäss einer grossangelegten Umfrage im Ruhrgebiet [34] wollen 21 % der Autopendelnden auf die im Bau befindliche Radschnellroute RS1 umsteigen.

Obwohl kein Mindestpotenzial festgelegt werden kann, sollte trotzdem das Potenzial zur Festlegung der Linienführung und Priorisierung der Umsetzung von Routen innerhalb einer Agglomeration oder Region herangezogen werden. Eine **Potenzialanalyse** kann einen primären und initialen Schritt für die Planung einer Veloschnellroute darstellen.

Während bei manchen Projekten überhaupt keine oder nur eine subjektive Analyse durchgeführt wurde, stützen sich andere Projekte auf quantifizierbare Modelle. Die bisher eingesetzten Methoden zur Potenzialabschätzung weisen sehr grosse Unterschiede auf. Derzeit scheinen drei Ansätze mehr oder minder verlässliche Ergebnisse zu liefern:

- **Erweitertes Verkehrsmodell:** Dieser Ansatz liefert auf Basis des MIV- und ÖV-Verkehrsmodells auf einem generalisierten Netz geschätzte Pendlerzahlen zwischen zuvor festgelegten Zonen für die Abschätzung des Potenzials (z. B. Velonetzplanung im Kanton Zürich [16])
- **GIS-Analyse mit Gravitationsmodell:** Diese Methode ist eine eigens für den Veloverkehr entwickelte Schätzungsmethode. Das Ergebnis sind Potenzialklassen, die auf das tatsächlich vorhandene bzw. geplante Netz umgelegt werden (z. B. Velo-Potenzialanalyse Kanton Bern [25]).
- **Routing:** Dieser Ansatz entwickelt den obigen Berner Ansatz weiter und liefert strassenzugsgenau plausible Veloverkehrszahlen. Die Wirkung von neuen Infrastrukturmassnahmen kann simuliert werden (Variantenstudie Veloschnellverbindung Olten – Aarau [37]).

Jede Methode hat ihre spezifischen Vor- und Nachteile hinsichtlich Genauigkeit und Aufwand, die abgewogen werden müssen.

4.9 Kosten

Im Ausland werden dem möglichen Potenzial durchschnittliche Kosten von ca. 0.2 bis 2.0 Mio. Euro pro km (Erfahrungswerte aus den Niederlanden, Deutschland und Kopenhagen) gegenübergestellt. Diese Kosten sind insbesondere abhängig von der bereits vorhandenen Infrastruktur und der Komplexität der nötigen Ausbauten (z. B. Brücken etc.) (vgl. dazu Materialienband Kap. 1.1, 1.2, und 4). Die Kosten im Ausland lassen sich jedoch nicht unmittelbar auf die Schweiz übertragen und müssen mit Vorsicht genossen werden. Beispielhaft werden hier noch zwei Schweizer Veloverbindungen mit sehr hohem Standard aufgeführt (vgl. [50] und [48]):

Veloverbindung Bern-Wankdorf – Ittigen [50]:

- Baujahr 1996/97
- Länge 2.4 km
- Gesamtkosten: CHF 4.6 Mio. (davon 3.0 Mio. für Kunstbauten)
- Kosten pro Kilometer: CHF 1.92 Mio.

Zentralbahntrasse Luzern [48]:

- Baujahr 2016
- Länge knapp 2 km
- Gesamtkosten: CHF 4.8 Mio. (Kostenschätzung 2013 +/- 10%)
- Kosten pro Kilometer: > CHF 2.4 Mio.

Für die Planung einer Veloschnellroute gelten verschiedene Anforderungen und Planungsprinzipien. Diese sind in den folgenden Kapiteln thematisch geordnet angeführt.

5 Raumtypen, Führungsarten und -formen

Grundprinzip 1

Veloschnellrouten verknüpfen **wichtige Ziele** mit **hohen Pendlerpotenzialen**.

Das Haupteinsatzgebiet liegt in **Agglomerationen**.

Veloschnellrouten vernetzen Wohngebiete, wichtige Ausbildungs- und Arbeitsstätten, Einkaufs- und Kulturzentren sowie Knotenpunkte des öffentlichen Verkehrs etc.

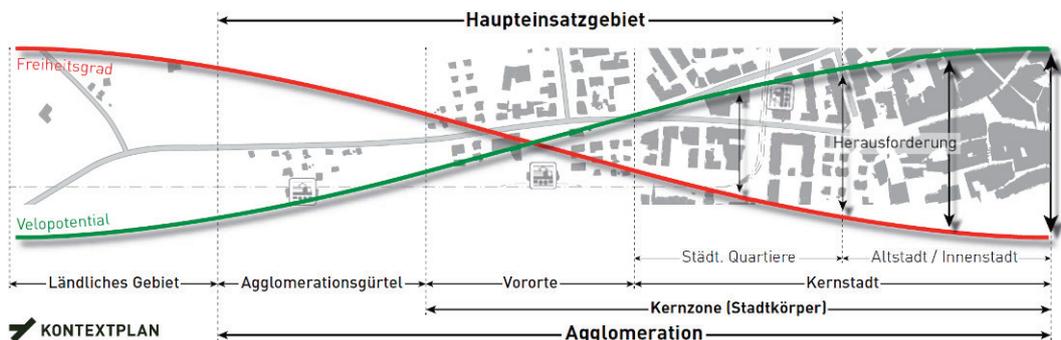


Abb. 9 Haupteinsatzgebiet von Veloschnellrouten (Schema)

In den Agglomerationen finden sich unterschiedliche räumliche Strukturen (vgl. Abb. 9) mit verschiedenen Anforderungen und Möglichkeiten für die Projektierung von Veloschnellrouten. Das Velopotential nimmt gegen die Kernstadt hin zu, gleichzeitig steigen die Randbedingungen, Ansprüche und Anforderungen. Je näher man dem Zentrum kommt, desto mehr nehmen tendenziell die Freiheitsgrade, das heisst die möglichen Lösungsansätze, ab. Aufgrund der Komplexität und der Ansprüche werden Veloschnellrouten i. d. R. nicht durch die Altstädte / Innenstädte führen. Auch im ländlichen Raum sind sie aufgrund des geringen Potenzials weniger sinnvoll.

Das Haupteinsatzgebiet für Veloschnellrouten liegt deshalb in den Raumtypen Agglomerationsgürtel, Vororte und städtische Quartiere. Das liegt an der Vernetzung von entsprechenden Zielen mit hohem Potenzial (z. B. Wohn- und Arbeitsplatzgebiet), die in diesen Raumtypen verortet sind.

5.1 Raumtypen

Die verschiedenen Raumtypen charakterisieren sich anhand ihrer Raumstruktur und ihrer Nutzungsverhältnisse. Dafür sind jeweils Freiräume (Wies- und Ackerland, Wald etc.), Verkehrsflächen und bebauten Flächen / Siedlungsflächen von Bedeutung [17].

- **Ländliches Gebiet**

Im ländlichen Gebiet sind bebauten Flächen meist dispers verteilt und haben nur eine geringe Dichte. Die Bebauungsstruktur ist grösstenteils freistehend mit geringer Geschossanzahl. Flächenmässig überwiegen Freiräume, die zu einem grossen Teil landwirtschaftlich oder für Freizeit- / touristische Zwecke genutzt werden. Ausserhalb vom bebauten Gebiet sind die Geschwindigkeiten des MIV eher höher. Zwischen Knoten und Einmündungen liegen tendenziell grosse Abstände.

- **Agglomerationsgürtel**

Im Agglomerationsgürtel gibt es Siedlungsgebiete in Form von ausgedehnten Wohngebieten mit grosser Geschossanzahl und auch kleinere historisch gewachsene Siedlungskerne. Ebenso gibt es hier Industrie-, Einkaufs- und Dienstleistungszonen. Freiräume bilden ausgedehnte Grünflächen, Natur- und Naherholungsräume, Wald- und Landwirtschaftsgebiete. Die Siedlungsdichte ist locker, jedoch ist die Siedlungsfläche als zusammenhängend erkennbar. Der Anteil der Siedlungsflächen und Verkehrsflächen überwiegen den Anteil von Freiräumen. Je nach Lage / Entfernung zur Kernstadt kann die Verkehrsmenge des MIV besonders in den Spitzenstunde sehr hoch sein. Der Anteil des MIV am Modal Split ist ebenfalls relativ hoch.

- **Vororte und Kernstadt (Städtische Quartiere und Altstadt / Innenstadt)**

[12] beschreibt urbane Bereiche, wie sie in Vororten und in der Kernstadt zu finden sind, als „durch bauliche Dichte, Nutzungsvielfalt und hohe Verknüpfungspotenziale geprägt“. Die bauliche Dichte zieht eine hohe Dichte von Knoten und Einmündungen mit sich. Wohngebiete sind oft als Blockrandbebauung mit punktuellen Freiräumen wie z. B. Parks, Fluss- oder Seeufer o. ä. ausgeführt. Die Stadt- und Nutzungsstruktur ist komplex und unterliegt vielen Einflussfaktoren wie beispielsweise historischer Struktur, sozialer und demographischer Aspekte, wirtschaftlicher und technischer Entwicklung, repräsentativer Bauten u. v. m. Die stetig steigende Verkehrsmenge übt grossen Druck auf die vorhandenen Verkehrsflächen aus. Die Geschwindigkeiten des MIV sind tendenziell geringer als im Agglomerationsgürtel. Aufgrund der Dichte und der geringeren Entfernungen der Quell- und Zielorte ist der Anteil des Fuss- und des Veloverkehrs meist höher als im Agglomerationsgürtel.

Grundprinzip 2

Die **Platz-** und **Nutzungsverhältnisse** sowie die **Raumstruktur** bestimmen die jeweilige Führungsform.

5.2 Führungsarten und -formen

Gemäss den obigen Überlegungen kann eine Veloschnellroute je nach Raumtyp, den es zu durchqueren gilt, verschiedene Führungsarten (getrennt oder gemischt, vgl. Materialienband Kap. 1.1.3 und [26]) und Führungsformen (z. B. Richtungsradweg, Zweirichtungsradweg, etc.) haben. Wichtig ist dabei eine gewisse Homogenität über längere Streckenabschnitte. Aufgrund des sehr begrenzten Platzangebotes in dicht bebauten Gebieten werden Veloschnellrouten in den Ballungsräumen in der Regel in das bestehende Strassennetz integriert. Im Agglomerationsgürtel hingegen kann eine getrennte Führung vom MIV viel häufiger angeboten werden. Durch Veloschnellrouten werden jedoch nie alle Quartiere einer Stadt erschlossen werden; die Feinverteilung in sehr dichten Quartieren der Kernstadt erfolgt nach wie vor auf dem bestehenden Veloverkehrsnetz.

In der Literatur und von den Experten werden insgesamt die getrennten Führungsformen als geeigneter für eine Veloschnellroute bewertet. Zweirichtungsradwege (eigenständig und strassenbegleitend) und Richtungsradwege werden dabei von allen Quellen als geeignet erachtet.

Bei den gemischten Führungsformen wird die *Velostrasse* mit Abstand am häufigsten als gute Führungsform für eine Veloschnellroute genannt. Am zweithäufigsten wird der Radstreifen als mögliche Führungsform genannt (vgl. Kap. 6.3.3), doch widersprechen sich die Quellen hierbei, denn diese Führungsform wird in einigen Werken explizit als nicht zweckmässig für eine Veloschnellroute genannt. Weitere mögliche aber weniger häufig genannte Führungsformen sind gemäss der Literatur die Tempo-30-Zone und der Busstreifen. Auch letztere werden jedoch kontrovers diskutiert.

Aufgrund der verschiedenen Ansprüche, Raumtypen und Nutzungen in den jeweiligen städtischen Räumen kommen situationsabhängig verschiedene Führungsformen für Veloschnellrouten in der Schweiz in Frage. Die folgende Tabelle gibt Hinweise auf die Einsatzmöglichkeiten der präferierten Führungsformen. Sie ist nicht absolut zu verstehen – die spezifische Situation im Projekt muss im Gesamtkontext immer einzeln beurteilt werden (vgl. dazu [27] sowie Materialienband Kap. 1.1.3 und 3).

Tab. 2 Präferierte Führungsformen für Veloschnellrouten

Führungsart	getrennt (=durch bauliche Massnahmen vom übrigen Verkehr getrennt)		gemischt (=auf der gleichen Verkehrsfläche wie der übrige Verkehr)			
	Zweirichtungsradweg	Richtungsradweg	Velostrasse	Radstreifen <i>breit (mind. 2.20 m) mit durchgezogener Linie</i>	Motorfahrzeugfreie / -arme Strasse (gemäss SSV-Signal 2.13)	
Raumtypen	Agglougürtel	Präferierte Führungsform	Präferierte Führungsform	Laufende Pilotprojekte	Wenn physische Trennung nicht möglich, sinnvoll oder verhältnismässig	Präferierte Führungsform
	Vorort	Nur eigenständig geführt (entlang Bahn, im Park, o. ä.)	Präferierte Führungsform	Laufende Pilotprojekte	Wenn physische Trennung nicht möglich, sinnvoll oder verhältnismässig	Präferierte Führungsform
	Städt. Quartier	Nur eigenständig geführt (entlang Bahn, im Park, o. ä.)	Häufig viele Querungsbedürfnisse (FG bzw. MIV)	Laufende Pilotprojekte	Wenn physische Trennung nicht möglich, sinnvoll oder nachweisbar nicht verhältnismässig	Präferierte Führungsform
Vorhandener Platz im Strassenraum (oder abseits der Strassen)	Viel			Laufende Pilotprojekte		
	Mittel			Laufende Pilotprojekte		
	Wenig			Laufende Pilotprojekte		
Anzahl MIV-/ (Zu-)Fahrten (Häufigkeit der Querungsmöglichkeiten und der Zahl der MIV-Fahrten) oder FG über Veloinfrastruktur	Viele			Laufende Pilotprojekte		
	Mittel			Laufende Pilotprojekte		
	Wenig			Laufende Pilotprojekte		
Bemerkungen*		1)		2)	3)	

grün = i. d. R. sehr gut bis gut geeignet | orange = möglicherweise geeignet | rot = i. d. R. nicht geeignet bzw. sinnvoll

* Die Bemerkungen zu der Tab. 5 sind auf der folgenden Seite aufgeführt.

1) Das subjektive Sicherheitsempfinden ist auf Radwegen i. d. R. höher. Gefahr besteht vor allem bei Einmündern, Knoten und parzellenweiser Erschliessung, insbesondere innerorts. Kritisch sind bei paralleler Führung zur Strasse die Übergänge am Anfang und Ende. Der Richtungsradweg ist in Vororten und der Kernstadt dem Zweirichtungsradweg aus Gründen der Verkehrssicherheit vorzuziehen.

2) Abwarten der Erkenntnisse aus den Pilotprojekten. Situation prüfen, ob eine Führung entlang der Hauptverkehrsstrasse (HVS) direkter und schneller ist.

3) Diese Lösung ist vergleichbar mit dem Radfahrstreifen in Deutschland. Die Mindestbreite soll 2.20 m nicht unterschreiten (Überholen von Velos innerhalb des Streifens möglich).

Im Folgenden werden Bilder einiger Anwendungsbeispiele aus der Schweiz, Deutschland, Dänemark, den Niederlanden und Kanada aufgeführt.



Abb. 10 Eigenständig geführter Zweirichtungsradweg (3 m breit) im Agglomerationsgürtel auf der Veloverbindung Heimberg – Thun (CH)



Abb. 11 Eigenständig geführter Zweirichtungsradweg (3 m breit) in einem Vorort auf der Veloverbindung Heimberg – Thun (CH)



Abb. 12 Eigenständig geführter Zweirichtungsradweg (4 m breit) auf der „Nørrebro Route“ im städtischen Raum in Kopenhagen (DK)



Abb. 13 Zweirichtungsradweg (4.25 m breit) auf einer Brücke auf der „Sø ruten“ im städtischen Raum in Kopenhagen (DK)



Abb. 14 Strassenbegleitender Zweirichtungsradweg im Agglomerationsgürtel bei Arnhem (NL); Foto: SNZ



Abb. 15 Strassenbegleitender Zweirichtungsradweg (ca. 3.90 m breit) auf der „Gallop Goose Trail“ im Agglomerationsgürtel bei Victoria, British Columbia (CAN)



Abb. 16 Strassenbegleitender Richtungsweg (ca. 2 m breit) auf der „Farumruten“ im Agglomerationsgürtel bei Kopenhagen (DK)



Abb. 17 Strassenbegleitender Richtungsweg (2.80 m breit) auf der „Farumruten“ in der Kernstadt in Kopenhagen (DK)



Abb. 18 Strassenbegleitender Richtungsweg (2.50 m breit) auf der „Velohauptroute Wankdorf“ im städtischen Raum Bern (CH)



Abb. 19 Velostrasse im städtischen Raum, Utrecht (NL)



Abb. 20 Velostrasse auf der Veloschnellroute FR2 in einem Vorort, Freiburg im Breisgau (D); Foto Martin Rhyner



Abb. 21 Breiter Radstreifen (2.50 m breit) mit durchgezogener Linie auf der „Velohauptroute Wankdorf“ im städtischen Raum, Bern (CH)



Abb. 22 Breiter Radstreifen (2.0 m breit) auf der Veloschnellroute FR2 im städtischen Quartier in Freiburg im Breisgau (D); Foto: Steffen Ries, Innovation Academy



Abb. 23 Motorfahrzeug-freie / -arme Strasse im städtischen Quartier, Bern (CH)

Abschnittsweise müssen unter Umständen weitere Führungsformen z.B. als Übergangslösung zum Einsatz gelangen. Die Möglichkeiten und Rahmenbedingungen, die dabei beachtet werden müssen, werden in der folgenden Tabelle dargestellt. Sie ist wiederum nicht absolut zu verstehen – die spezifische Situation im Projekt muss im Gesamtkontext immer einzeln beurteilt werden.

Tab. 3 Möglicherweise für kurze Abschnitte geeignete Führungsformen für VSR

Führungsart		gemischt			
		Gemeinsamer Fuss- / Radweg	Busstreifen mit Velozulassung <i>Breiten entweder ≤ 3.25 m oder ≥ 4.50 m</i>	Busstreifen mit Radstreifen	Verkehrsberuhigte Strasse (Tempo-30-Zone / Strecke)
Raumtypen	Agglogürtel		Abhängig von Busfrequenzen, Breiten und Neigung	Abhängig von Busfrequenzen, Breiten und Neigung	
	Vorort		Abhängig von Busfrequenzen, Breiten und Neigung	Überbreiter Busstreifen oder Rad- / Busstreifen Abhängig von Busfrequenzen, Breiten und Neigung	
	Städt. Quartier	i. d. R. zu hohes Fussverkehrsaufkommen / entlang linearer Strukturen event. möglich	Dichtere Haltestellen: Überholen des stehenden Busses schwierig	Dichtere Haltestellen: Überholen des stehenden Busses schwierig	
Vorhandener Platz im Straßenraum (oder abseits der Strassen)	Viel	Trennung vorziehen	Busstreifen mit Radstreifen vorziehen		
	Mittel				
	Wenig				Velostrasse vorziehen
Anzahl MIV-/Zu-Fahrten (Häufigkeit der Querungsmöglichkeiten und der Zahl der MIV-Fahrten) oder FG über Veloinfrastruktur	Viele				
	Mittel				
	Wenig				Velostrasse vorziehen
Bemerkungen*		4)	5)	6)	7)

grün = i. d. R. sehr gut bis gut geeignet | orange = möglicherweise geeignet | rot = i. d. R. nicht geeignet bzw. sinnvoll

* Die Bemerkungen zu der Tab. 6 sind auf der folgenden Seite aufgeführt.

4) im urbanen Raum i. d. R. zu hohes Fussverkehrsaufkommen. Entlang linearer Strukturen aber eventuell möglich (vgl. Abb. 25).

5) Abhängig von der Haltestellendichte, Busfrequenz, Breiten und Neigung → vgl. weiterer Forschungsbedarf.

6) Abhängig von der Haltestellendichte, Busfrequenz und Neigung → vgl. weiterer Forschungsbedarf.

7) Nur bei möglichst hohem Fahrfluss (vgl. Grundanforderungen) und DTV MIV < 3'000; Zurückhaltung bei Versätzen und Parkplätzen; Begegnungszone nicht geeignet (Vortritt Fussverkehr).



Abb. 24 Veloführung auf Busspur im Agglomerationsgürtel, Köniz Schlieren (CH)



Abb. 25 Gemeinsamer Rad- und Fussweg (4.0 m breit plus „Schutzstreifen“) im städtischen Raum auf der „Radlangstreckenverbindung – Korridor West“, Wien (AT)

Die folgende Tabelle zeigt die in der Regel nicht geeigneten Führungsformen auf.

Tab. 4 In der Regel nicht geeignete Führungsformen für Veloschnellrouten

Führungsart		gemischt	
		Strassen mit DTV > 3'000 (ohne geeignete Radinfrastruktur)	Radstreifen konventionell
Raumtypen	Agglougürtel		Geschwindigkeitsunterschied hoch: Sicherheitsempfinden tief
	Vorort		
	Städt. Quartier		
Vorhandener Platz im Strassenraum (oder abseits der Strassen)	Viel		Breiter Radstreifen oder getrennte Führung vorziehen
	Mittel		Breiter Radstreifen oder getrennte Führung vorziehen
	Wenig		Velostrasse prüfen
Anzahl MIV-/Zu-Fahrten (Häufigkeit der Querungsmöglichkeiten und der Zahl der MIV-Fahrten) oder FG über Veloinfrastruktur	Viele		
	Mittel		
	Wenig		
Bemerkungen*			8)

grün = i. d. R. sehr gut bis gut geeignet | orange = möglicherweise geeignet | rot = i. d. R. nicht geeignet bzw. sinnvoll

8) Überholen bei hohem Verkehrsaufkommen nicht möglich. Geringeres Sicherheitsempfinden.

6 Standards und Projektierungselemente – Hinweise

Grundprinzip 3

Raumtyp und **Velopotenzial** bestimmen die Projektierungselemente.

Da die Nutzungsdichte und die Ansprüche an den zur Verfügung stehenden Raum im städtischen Umfeld höher sind, der verfügbare Raum jedoch knapper ist als im Agglomerationsgürtel, können Veloschnellrouten nie überall die gleichen Qualitätskriterien erfüllen. Auch die erwartete Nutzung spielt beispielsweise bei der Querprofilerarbeitung eine Rolle: Wenn z. B. ein bestimmter Abschnitt zu den Spitzenzeiten mehrheitlich nur in eine Richtung befahren wird (z. B. morgens stadteinwärts, abends stadtauswärts), sind maximale Breiten für jeden erdenklichen Begegnungsfall nicht zwingend nötig. Es ist deshalb davon auszugehen, dass den verschiedenen Anforderungen besser entsprochen werden kann, wenn es je nach Raumtyp und (potenziellem) Aufkommen unterschiedliche Standards gibt.

Für die folgenden Unterkapitel vgl. auch Materialienband Kap. 1.1, 1.2, 1.3, 2, 4 und 5.

6.1 Projektierungsgeschwindigkeit

Gemäss VSS SN 640 080b [58] ist die Projektierungsgeschwindigkeit die höchste Geschwindigkeit, mit der eine Stelle der Strasse entsprechend dem angenommenen Berechnungsmodell mit genügender Sicherheit befahren werden kann. Der Verlauf der Projektierungsgeschwindigkeit ist massgebend für die Homogenität der Linienführung und somit indirekt für die Verkehrssicherheit eines Strassenzuges. Die Projektierungsgeschwindigkeit dient zur Festlegung der notwendigen Sichtweiten, der minimalen Ausrundungen sowie zur Beurteilung des Quergefälles.

Viele Quellen in der Schweiz und im Ausland (z. B. [2] [3] [4] [7]) geben eine Projektierungsgeschwindigkeit auf der Strecke von **mindestens 30 km/h** an. Die mittleren Geschwindigkeiten auf den von der Forschungsstelle umfangreich untersuchten Verbindungen (24 bis 28 km/h in den jeweils höchstbelasteten Stunden) stützen diese Angabe (vgl. Materialienband Kap. 1.3 und 3.3). An Knoten sollte die Projektierungsgeschwindigkeit mindestens 20 km/h betragen.

Es gilt der gleiche Grundsatz wie beim motorisierten Verkehr: Wenn die höchstmögliche Geschwindigkeit tiefer als bei 30 km/h liegt (z. B. bei Kurven mit engen Radien, Knoten etc.), werden nur dann Warnhinweise angebracht, wenn die Gefahr nicht rechtzeitig erkennbar ist.

Mit Bezug auf die Zunahme der E-Bikes sind in Zukunft allenfalls noch höhere mittlere Geschwindigkeiten zu erwarten. Hierzu gibt es aber kaum Erkenntnisse aus der Literatur¹. Lediglich CROW [4] sagt, dass für die meisten Velofahrenden eine Projektierungsgeschwindigkeit von 30 km/h ausreichend ist. Um die „extrem schnellen“ Velofahrenden zu bedienen, wären aber noch höhere Projektierungsgeschwindigkeiten bis zu 50 km/h nötig. Dadurch entstünden aber grosse Geschwindigkeitsunterschiede zwischen langsamen und schnellen Velofahrenden. Begegnungen zwischen unterschiedlich schnellen Verkehrsteilnehmern sollten bei einer solchen Projektierungsgeschwindigkeit gemäss

¹In der aktuell vorliegenden Forschungsarbeit VSS 2010 / 207 [22] wird empfohlen, die heute gültige Projektierungsgeschwindigkeit von 30 km/h nur noch auf Radwanderrouten ohne Asphaltbelag beizubehalten und in anderen Fällen auf 35 bzw. 45 km/h heraufzusetzen.

CROW vermieden werden. In der Schweiz muss deshalb die Entwicklung im Auge behalten werden.

Neben der Projektierungsgeschwindigkeit sind der **Fahrfluss** (Anzahl Abbremsvorgänge / Stopps) sowie die jeweilige durchschnittliche **Wartezeit** bei jedem Stopp bzw. die durchschnittliche **Geschwindigkeitsreduktion** bei jedem Abbremsvorgang wichtig, um eine höchstmögliche Reisegeschwindigkeit zu erreichen (vgl. Kap. 6.9, 6.10, 8, und Materialienband Kap. 1.2.4).

6.2 Kurvenradien

Die Kurvenradien stehen in Abhängigkeit zur Projektierungsgeschwindigkeit. In vielen untersuchten Quellen z. B. aus Deutschland [1] [6] wird für eine Projektierungsgeschwindigkeit zwar ein Mindestmass vorgegeben oder empfohlen. Allerdings wird meist darauf hingewiesen, dass die Kurvenradien an die jeweiligen örtlichen Gegebenheiten angepasst werden müssen [1] [10] [12]. In der Schweiz werden die Kurvenradien in der VSS-Norm SN 640 060 [57] behandelt. Demnach sind bei der angestrebten Projektierungsgeschwindigkeit von 30 km/h Kurvenradien von 30 m vorzusehen (in der Ebene). Eine Reduktion auf 18 m wäre mit zusätzlichen Sicherheitsmassnahmen (z. B. Sicherheitslinien, Kurvenverbreiterung, eventuell Signalisation) möglich.

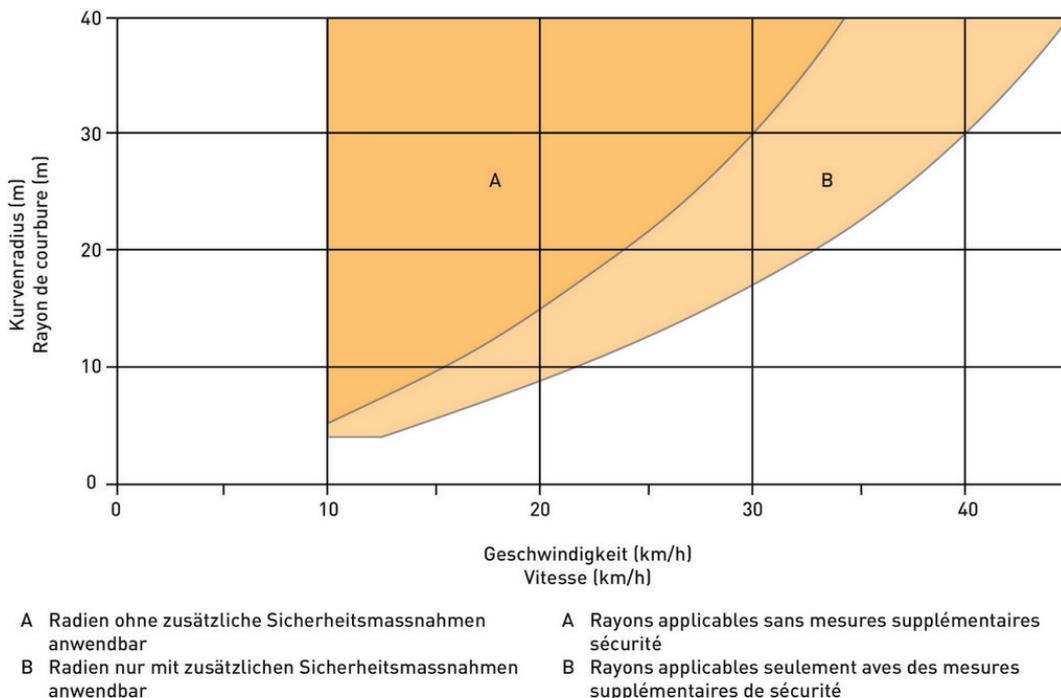


Abb. 26 Kurvenradien in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit gem. SN 640 060 [57]

Kleinere Radien als in B sind nur im Knotenbereich zulässig. Dabei sollten Radien von 4.00 m (am inneren Kurvenrand) nicht unterschritten werden. Die in der internationalen Literatur genannten Radien decken sich grösstenteils mit den CH-Normen.

Im städtischen Raum können die Kurvenradien für 30km/h am ehesten entlang von Hauptverkehrsstrassen eingehalten werden. Bei höheren Geschwindigkeiten, wie sie auf der freien Strecke teilweise vorkommen, sollten grössere Kurvenradien angestrebt werden.

Anhaltesichtweiten:

Als Anhaltesichtweite wird jene Strecke bezeichnet, die überblickbar sein muss, um vor unerwarteten Hindernissen sicher anhalten zu können. Sie ist von der Geschwindigkeit und der Längsneigung abhängig. Für die Schweiz kann ebenfalls SN 640 060 [57] herangezogen werden. Die Werte entsprechen auch den Vorgaben aus den untersuchten ausländischen Beispielen [2] [3] [7]. Auf Zweirichtungsradwegen entspricht die Sichtweite der Summe der Anhaltestrecken aus beiden Richtungen. Für die angestrebte Geschwindigkeit von 30 km/h beträgt die Anhaltestrecke ca. 23 m (auf einer ebenen Strecke) (vgl. Abb. 27).

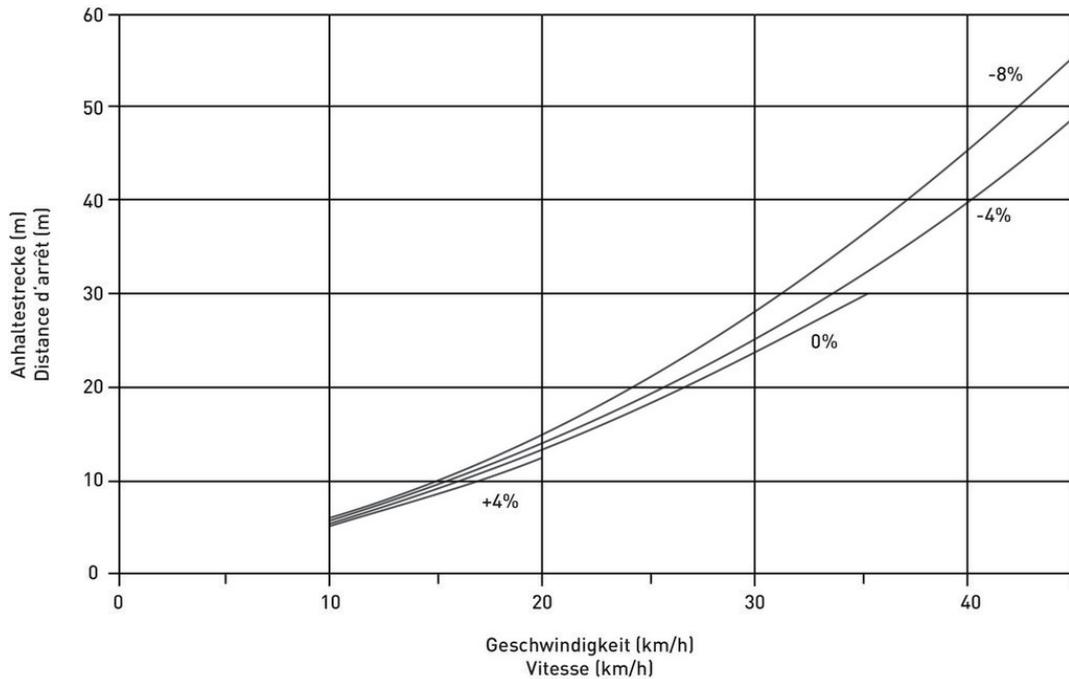


Abb. 27 Anhaltestrecke auf trockener Fahrbahn in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und der Längsneigung gem. SN 640 060 [57]

6.3 Fahrbahnbreite

Die nötige Fahrbahnbreite kann als **normale** und angestrebte **optimale Breite** definiert werden. Die normale Breite ist jene Breite, die nicht unterschritten werden soll. Bei entsprechenden lokalen Rahmenbedingungen können grössere Breiten angestrebt werden. Diese Zielwerte werden als optimale Breite bezeichnet.

Die je nach Situation nötige Fahrbahnbreite kann über den **massgebenden Begegnungsfall** (mB) (vgl. Kap. 6.3.1) und über die **angestrebte Verkehrsqualität** (Level of Service = LOS) (vgl. Kap. 6.3.2) bestimmt werden und wird abschnittsweise festgelegt.

Folgender Ansatz scheint dabei zweckmässig (vgl. Schema in Abb. 28):

In einem ersten Schritt wird auf Basis des massgebenden Begegnungsfalles das Normalprofil festgelegt. In einem zweiten Schritt wird auf Basis von Potenzialabschätzungen (oder Zählungen) das Normalprofil auf Basis des erwünschten LOS definiert.

Ist die Breite aufgrund des massgebenden Begegnungsfalles höher als die Breite aufgrund des erwünschten LOS (i. d. R. mindestens B; vgl. Kap. 8), so gilt der massgebende Begegnungsfall als Normalfall.

Zeigen Potenzialabschätzungen (oder Zählungen) hingegen, dass die erforderliche Verkehrsqualität (LOS) mit dem Normalprofil nicht eingehalten werden kann, wird die Bemessung anhand des LOS vorgenommen. Für die **normale Breite** wird dabei ein **LOS B** (oder C bei max. 25 % der Route) herangezogen. Die **optimale Breite** bemisst sich in der Regel am **LOS A**. Vgl. dazu auch Kap. 8 sowie die beiden Beispiele im Materialienband Kap. 4.

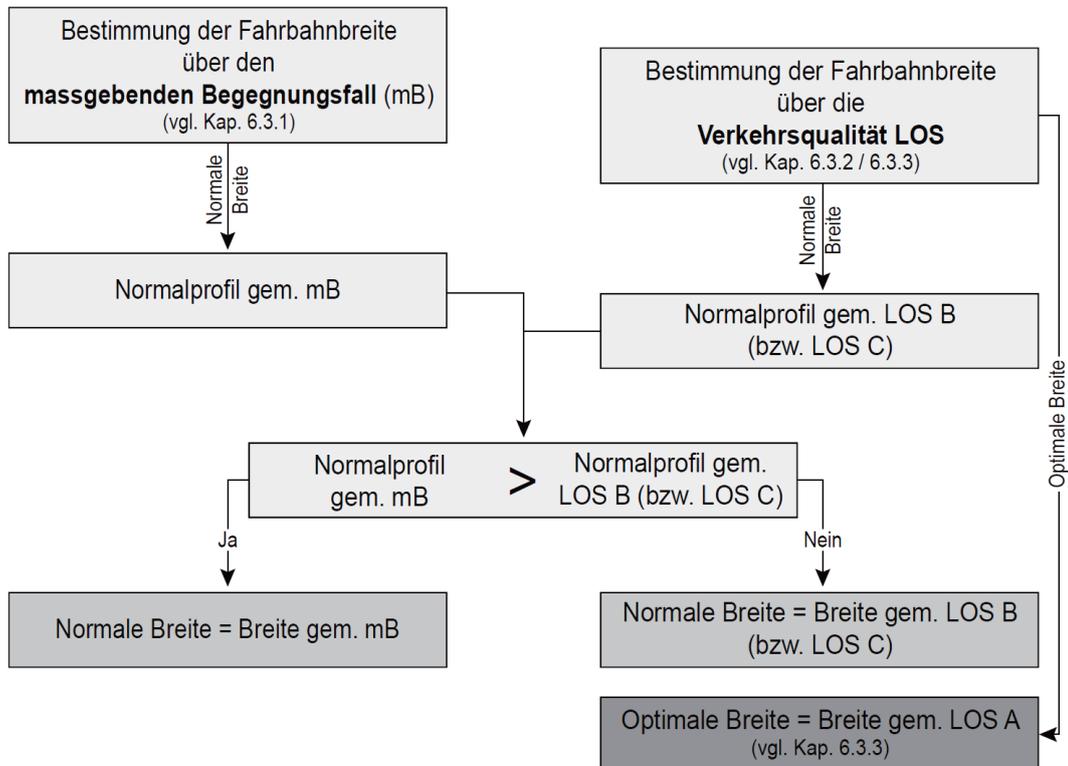


Abb. 28 Bestimmung der normalen und optimalen Fahrbahnbreite (Schema)

Im Unterkapitel 6.3.3 finden sich weitere Hinweise zu den Fahrbahnbreiten (optimale Breite von Radwegen und Radstreifen, Nebeneinanderfahren und Überholen, Breite von Busstreifen).

6.3.1 Bestimmung der Breite über den massgebenden Begegnungsfall (mB)

Der erste Ansatz zum Bestimmen der Breite erfolgt über das geometrische Normalprofil und den massgebenden Begegnungsfall. Letzterer wird wie beim MIV nach den VSS-Normen SN 640 200a [59], SN 640 201 [60] und SN 640 202 [61] bestimmt und ist ein iterativer Prozess, der aufgrund einer Streckenanalyse abschnittsweise erfolgt. Für die Wahl des massgebenden Begegnungsfalles werden abhängig von der Art der zu dimensionierenden Anlage verschiedene mögliche Begegnungsfälle untersucht. Es sind nicht alle Kombinationen von Begegnungen und Überholvorgängen zu gewährleisten. Für seltene Begegnungsfälle können Einschränkungen in Kauf genommen werden.

Die endgültigen Abmessungen des geometrischen Normalprofils werden nach Abstimmen der verkehrlichen und betrieblichen Anforderungen mit den Randbedingungen festgelegt. Die Gewichtung der einzelnen Einflussgrößen kann zu verschiedenen Varianten führen. Die Einpassung des geometrischen Normalprofils in die Umgebung muss so erfolgen, dass ein für die Verkehrsteilnehmenden verständlicher Strassenraum entsteht.

Als Grundlage für den massgebenden Begegnungsfall dient das Lichtraumprofil eines Velofahrenden bei Geradeausfahrt gemäss der Abb. 29:

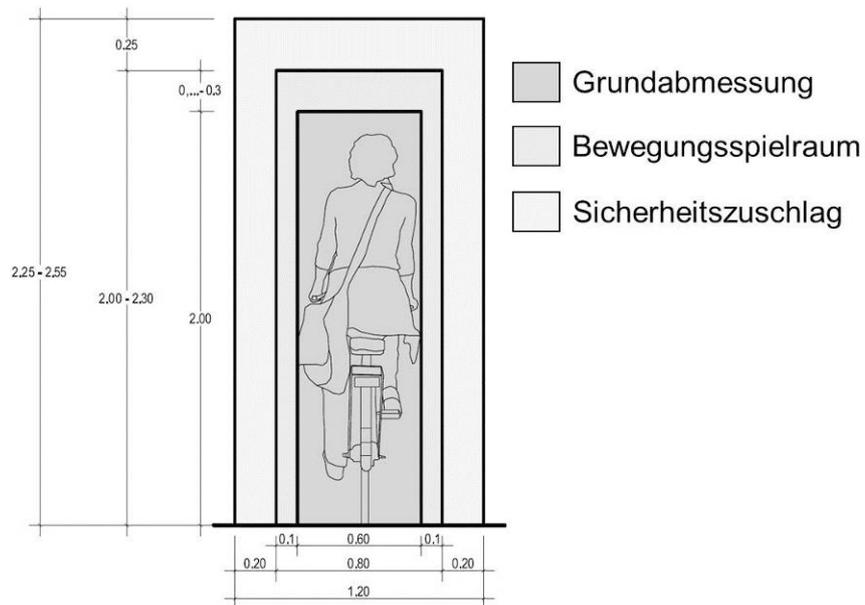
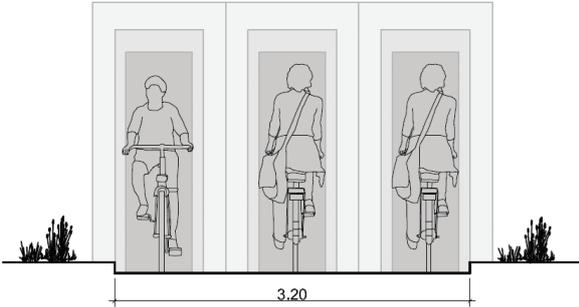
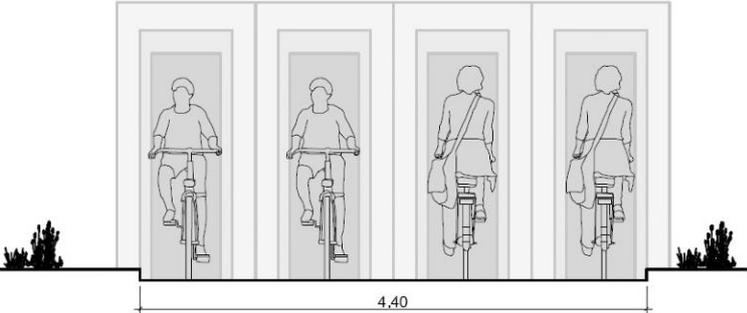


Abb. 29 Das Lichtraumprofil eines Velofahrenden bei Geradeausfahrt ($R > 80 \text{ m}$) und Steigung $< 4 \%$ gemäss VSS-Norm SN 640 201 [60]

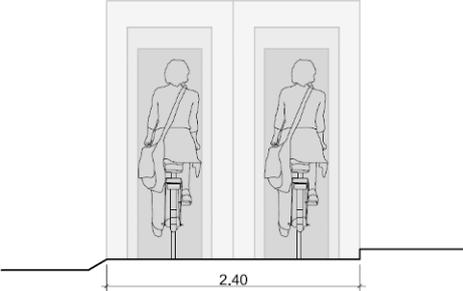
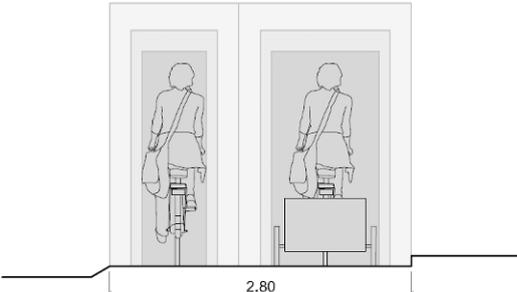
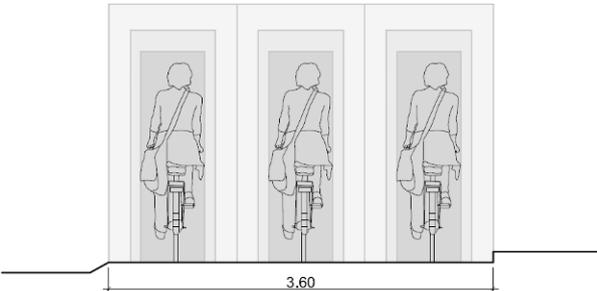
Mögliche Begegnungsfälle

Die folgenden Tabellen (Tab. 5, Tab. 6, Tab. 7, Tab. 8) zeigen beispielhaft mögliche Begegnungsfälle für verschiedene Führungsformen und die jeweils situationsabhängig nötige Fahrbahnbreite gemäss VSS-Norm SN 640 201 [60]. Der Sicherheitszuschlag kann entsprechend der Norm entweder auf der Fahrbahn oder im nicht befahrbaren Querschnittsbereich liegen. *Annahmen: Geradeausfahrt ($R > 80\text{ m}$), Steigung $< 4\%$, Projektierungsgeschwindigkeit 30 km/h .*

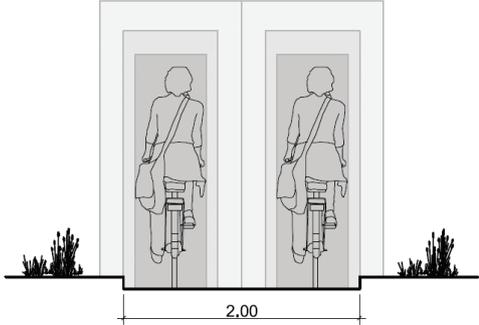
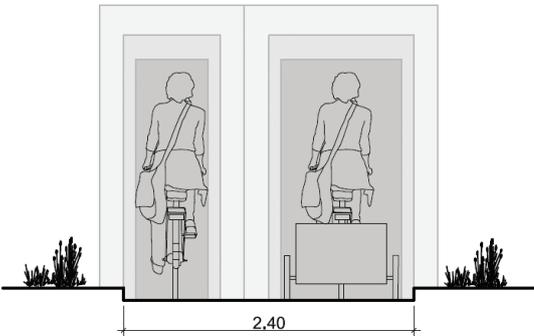
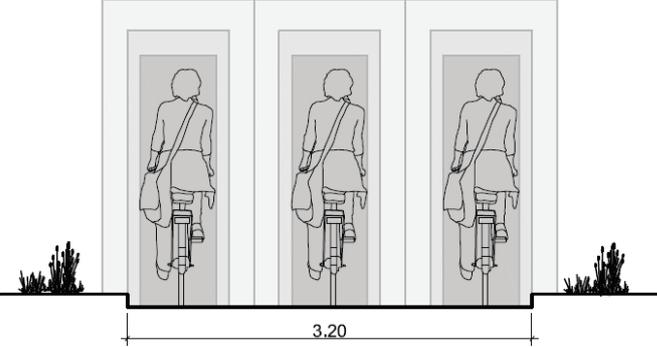
Tab. 5 Zweirichtungsradweg (eigenständig): Fahrbahnbreiten in Abhängigkeit zum jeweiligen massgebenden Begegnungsfall (Beispiele)

Massgebender Begegnungsfall	Geometrisches Normalprofil
Drei Velos	 <p>Das Diagramm zeigt ein Querschnittsprofil eines Radwegs für drei Fahrräder. Drei Personen sind in verschiedenen Positionen dargestellt: ein Fahrer im Vordergrund, ein Fahrer in der Mitte und ein Fahrer im Hintergrund. Die Fahrbahn ist durch vertikale Linien in drei separate Spalten unterteilt. Die gesamte Breite der Fahrbahn ist mit einer Klammer und der Zahl 3,20 beschriftet. Die Fahrbahn ist von einem niedrigen Bordstein begrenzt, auf dem kleine Büsche stehen.</p>
Vier Velos	 <p>Das Diagramm zeigt ein Querschnittsprofil eines Radwegs für vier Fahrräder. Vier Personen sind in verschiedenen Positionen dargestellt: zwei Fahrer im Vordergrund und zwei Fahrer im Hintergrund. Die Fahrbahn ist durch vertikale Linien in vier separate Spalten unterteilt. Die gesamte Breite der Fahrbahn ist mit einer Klammer und der Zahl 4,40 beschriftet. Die Fahrbahn ist von einem niedrigen Bordstein begrenzt, auf dem kleine Büsche stehen.</p>

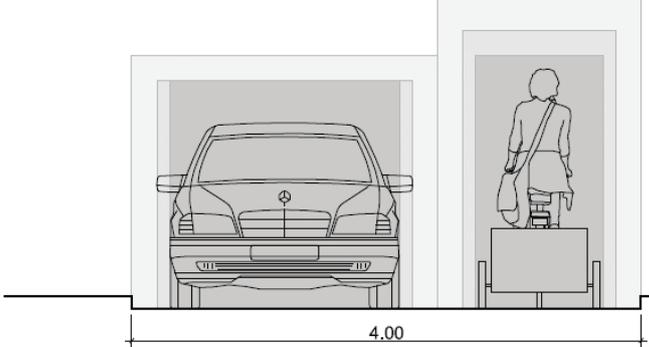
Tab. 6 Richtungsweg bzw. breiter Radstreifen (strassenbegleitend mit Trottoir):
 Fahrbahnbreiten in Abhängigkeit zum jeweiligen massgebenden Begegnungsfall (Bei-
 spiele)

Massgebender Begegnungsfall	Geometrisches Normalprofil
Zwei Velos	
Velo / Anhänger	
Drei Velos	

Tab. 7 *Richtungsradweg (eigenständig): Fahrbahnbreiten in Abhängigkeit zum jeweiligen massgebenden Begegnungsfall (Beispiele)*

Massgebender Begegnungsfall	Geometrisches Normalprofil
Zwei Velos	
Velo / Anhänger	
Drei Velos	

Tab. 8 Fahrbahnbreite bei Tempo 30 ohne seitliche Parkierung (Beispiel)

Massgebender Begegnungsfall	Geometrisches Normalprofil
<p>Velo mit Anhänger / PW (30 km/h)</p>	 <p>The diagram illustrates a geometric normal profile for a road with a speed limit of 30 km/h. It shows a car on the left and a pedestrian on the right. The car is positioned within a rectangular frame, and a dimension line below it indicates a width of 4.00 meters. The pedestrian is also shown within a rectangular frame, and the overall width of the road is indicated by a dimension line at the bottom of the diagram.</p>

Bei seitlicher Parkierung muss noch ein Sicherheitsabstand von 0.50 m hinzugefügt werden.

6.3.2 Bestimmung der Breite über die Verkehrsqualität LOS

Die Praxiserfahrung und die Beobachtung verschiedener Anlagen in mehreren Ländern zeigen, dass das Velo ein sehr dynamisches Fahrverhalten aufweist. Daher funktionieren Begegnungsfälle in der Praxis auch bei grossem Veloverkehrsaufkommen auf schmälere Querschnitten relativ gut (vgl. 6.3.3 und Materialienband Kap. 1.2.2 sowie Abb. 30 und Abb. 31).

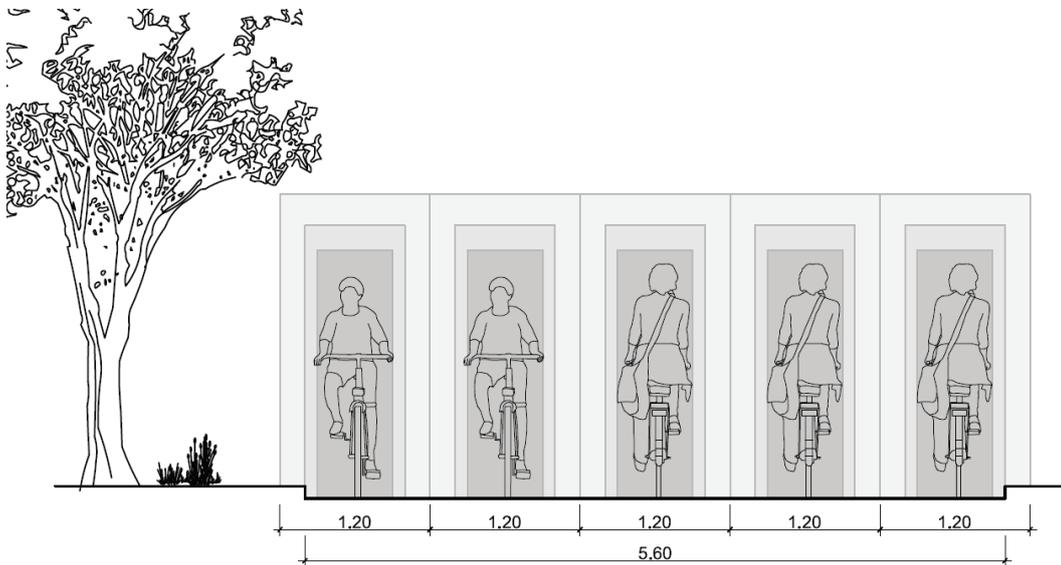


Abb. 30 Begegnungsfall von fünf Velos gemäss Lichtraumprofil: Fahrbahnbreite mind. 5,60 m

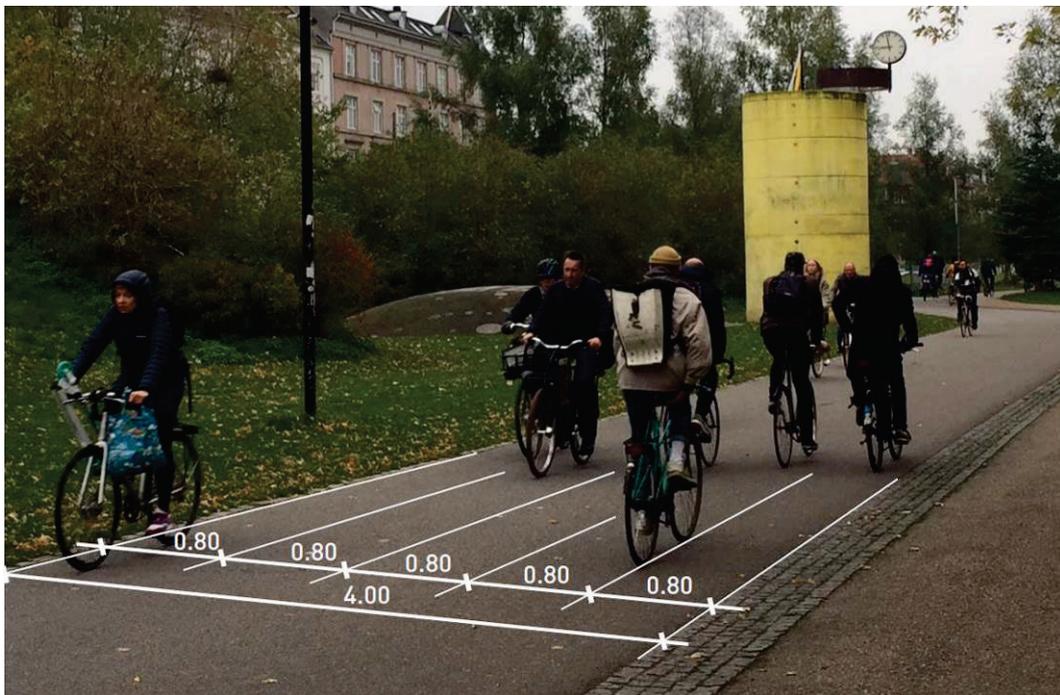


Abb. 31 Begegnungsfall von fünf Velos in der Praxis: 4 m breiter Zweirichtungsradweg auf der „Nørrebro Route“ in Kopenhagen (DK). Trotz sehr hohem DWV und hoher Geschwindigkeit wird eine hohe Verkehrsqualität erreicht; Foto: Gehl Architects

Unter Umständen kann bei sehr hohen Veloverkehrsmengen auf Basis des massgebenden Begegnungsfalls aber keine ausreichende Qualität erzielt werden. Die Bewegungsfreiheit kann in solchen Situationen mehr oder minder eingeschränkt sein, was auch zu einer Reduktion der Geschwindigkeit führt. Bei der Bestimmung der Fahrbahnbreite ist neben dem massgebenden Begegnungsfall deshalb auch die so genannte Verkehrsqualität (Level of Service = LOS) ein wichtiges Kriterium (vgl. [53]).

Die Verkehrsqualität ist abhängig vom Veloverkehrsaufkommen, der durchschnittlichen Geschwindigkeit der Velofahrenden, der Standardabweichung der Geschwindigkeit und der Richtungsverteilung in der jeweils stärkst belasteten Stunde. Die angestrebte Verkehrsqualität muss pro Abschnitt bestimmt werden. Sie liegt idealerweise möglichst hoch (A-C) (vgl. Tab. 17 Grundanforderung Attraktiv im Kap. 8).

Tab. 9 Definition der Verkehrsqualitätsstufen LOS für Radstreifen, Radwege sowie Rad- und Fusswege gemäss VSS 2007 306 [53]

Verkehrsqualitätsstufe LOS	Verkehrsqualität	Beschreibung	Anteil Nutzer mit Begegnungen
A	Sehr gut	Alle Radfahrer können sich frei bewegen. Es finden kaum Begegnungsereignisse statt. Alle erreichen ihre Wunschgeschwindigkeit.	≤ 10 %
B	Gut	Die Bewegungsfreiheit ist kaum eingeschränkt. Einige Begegnungsereignisse, die keine Reduzierung der Geschwindigkeit erfordern.	11-20 %
C	Zufriedenstellend	Die Zahl der Begegnungsereignisse nimmt zu und führt bei einzelnen Radfahrern zu einer Reduzierung der Geschwindigkeit.	21-40 %
D	Ausreichend	Die Zahl der Begegnungsereignisse nimmt deutlich zu und führt häufig zu einer Reduzierung der Geschwindigkeit.	41-70 %
E	Mangelhaft	Ständige Begegnungsereignisse beeinträchtigen den Fahtablauf und führen fast immer zu einer Reduzierung der Geschwindigkeit.	71-100 %
F	Ungenügend	Alle Radfahrer sind mit Begegnungsereignissen konfrontiert. Die gegenseitige Beeinträchtigung ist so stark, dass die Geschwindigkeit dauernd reduziert ist.	

Auf Veloschnellrouten kann als Richtwert von einer relativ hohen Durchschnittsgeschwindigkeit in der höchstbelasteten Stunde von 25 km/h und einer hohen Standardabweichung von 6 km/h ausgegangen werden² (vgl. Materialienband Kap. 1.3). Die folgenden Tabellen können zur Bestimmung der nötigen Breite für das jeweils angestrebte LOS herangezogen werden. Oder es kann umgekehrt bei bestehenden Anlagen das aktuelle LOS bestimmt und ein allenfalls nötiger Ausbau begründet werden. Sie basieren auf den Angaben in VSS 2007 / 306 [53]. Im Folgenden sind diese Breiten im Zusammenhang mit dem LOS und der maximalen Veloverkehrsmenge (DWV bzw. höchstbelastete Stunde) je nach Führungsart, Breite und Richtungsverteilung der Velofahrenden dargestellt:

²Die Werte in der Tab. 10 und 15 wurden aus den Angaben in der Forschungsarbeit VSS 2007 / 306 [53] berechnet. Die Grundannahmen wurden empirisch erhoben und lauten wie folgt: Durchschnittsgeschwindigkeit (höchstbelastete Stunde) 25 km/h; Standardabweichung 6 km/h; höchstbelastete Stunde = 12 % des DWV. Sollten sich in einer Region abweichende Kennwerte (z. B. Durchschnittsgeschwindigkeit) herausstellen, so kann die jeweils massgebende Verkehrsmenge nach den Angaben im Materialienband Kap. 2 neu berechnet werden.

Tab. 10 Maximale Veloverkehrsmengen nach LOS-Klasse für Veloschnellrouten; DWV (Querschnittswerte, gerundet)

Level of Service (LOS)	A	B	C	D	E
Zweirichtungsradweg 3.0 m					
Richtungsverteilung 50:50	1'200	1'800	3'000	4'500	5'900
Richtungsverteilung 80:20	1'800	2'800	4'500	6'800	9'000
Richtungsverteilung 20:80	900	1'400	2'200	3'300	4'400
Zweirichtungsradweg 4.0 m					
Richtungsverteilung 50:50	1'800	2'800	4'400	6'700	8'900
Richtungsverteilung 80:20	2'700	4'200	6'700	10'200	13'500
Richtungsverteilung 20:80	1'300	2'000	3'300	5'000	6'600
Richtungsradweg 2.5 m					
	800	1'500	3'100	5'400	7'700
Richtungsradweg 3.0 m					
	4'600	9'200	18'500	32'300	46'200

Tab. 11 Maximale Veloverkehrsmengen nach LOS-Klasse für Veloschnellrouten; höchstbelastete Stunde (Querschnittswerte, gerundet)

Level of Service (LOS)	A	B	C	D	E
Zweirichtungsradweg 3.0 m					
Richtungsverteilung 50:50	140	220	355	535	710
Richtungsverteilung 80:20	215	335	540	815	1'080
Richtungsverteilung 20:80	105	164	265	400	525
Zweirichtungsradweg 4.0 m					
Richtungsverteilung 50:50	215	330	530	805	1'060
Richtungsverteilung 80:20	325	505	810	1'225	1'620
Richtungsverteilung 20:80	160	245	395	595	790
Richtungsradweg 2.5 m					
	90	185	370	645	925
Richtungsradweg 3.0 m					
	555	1'110	2'215	3'875	5'540

Bei breiten Radstreifen verhält es sich so wie bei Richtungsradwegen, sofern ein Überholen innerhalb der Radstreifenbreite möglich ist.

Die obigen Masse gelten als reine Fahrbahnbreite. Je nach Situation gilt, dass eine ausreichende Seitenfreiheit von 0.25 m (besser 0.5 m) gewährt werden soll.

6.3.3 Weitere Hinweise zu Breiten

Hinweise zur optimalen Breite von Radwegen und breiten Radstreifen

Bei **Zweirichtungsradwegen** findet sich in der von der Forschungsstelle untersuchten Literatur häufig eine Präferenz für Breiten zwischen 3.00 und 4.00 m. Komobile [42] beispielsweise hat in einer breit angelegten Studie Mindestanforderungen an eine hochrangige Radinfrastruktur untersucht. Unter hochrangig wird verstanden, dass diese Veloverbindungen eine ähnliche Funktion im Strassennetz übernehmen wie Nationalstrassen oder Autobahnen. Aus den Untersuchungen leiten sie eine Breite von 4.00 m für einen sehr komfortablen Zweirichtungsradweg ab. Eine **optimale Breite von 4.00 m** scheint auch aufgrund von Beobachtungen der Forschungsstelle [73] einem sinnvollen und gängigen Standard zu entsprechen.

Bei **Richtungsradwegen** liegen die Breiten in der Literatur **zwischen 2.00 m und 3.00 m**. Komobile [42] leitet aus ihren Untersuchungen eine Breite von **3.00 m** für sehr komfortable Richtungsradwege ab. 2.00 m entsprechen dem Begegnungsfall von zwei Velos auf einem eigenständig geführten Richtungsradweg (vgl. Tab. 11). Für denselben Begegnungsfall wären hingegen bei einem strassenbegleitendem Richtungsradweg neben einem Trottoir 2.40 m nötig (vgl. Tab. 10)

Die genannten Breiten ermöglichen bequemes Überholen auch bei höherem Tempo und Gegenverkehr (Zweirichtungsvariante). Die entsprechende Seitenfreiheit muss dabei gewährt sein (vgl. z.B. untenstehende Abbildung). (vgl. [1] [2] [3] [4] [6] [10] [11] [12])



Abb. 32 4 m breiter Zweirichtungsradweg auf der „Nørrebro Route“ in Kopenhagen (DK); Foto: Andreas Røhl, Gehl Architects



Abb. 33 RS1: 4 m breiter Zweirichtungsradweg auf dem RS 1 in Nordrhein Westfalen (D);
Foto: Stephan Glagla, www.pott-media.de

Die Mindestbreite für **Radstreifen** auf Veloschnellrouten wird in der Literatur mit 1.50 m bis 3.00 m angegeben. In Deutschland (und Österreich) sind zwei Formen von Radstreifen möglich: Radfahrstreifen und Schutzstreifen. Der Radfahrstreifen ist eine für Radfahrende reservierte und benutzungspflichtige Radverkehrsanlage, zumeist am Fahrbahnrand. Der Schutzstreifen darf bei Bedarf überfahren werden, sofern der Radverkehr nicht gefährdet wird. Für Veloschnellrouten kommen hier nur die geschützten Radfahrstreifen in Frage. Diese Form gibt es in der Schweiz im eigentlichen Sinne nicht. Mit der Markierung einer durchgezogenen Linie kann jedoch die gleiche Wirkung erzielt werden. Dieser Ansatz wird beispielsweise in Bern auf dem Nordring verfolgt.

In Deutschland wird die optimale Breite mit mindestens 3.00 m angegeben, wobei in der Anwendung offenbar auch nach unten abgewichen wird. In Wien wird 1.75 m als gut und 2.00 m als anzustrebendes Ideal betrachtet. Wichtig ist dabei, dass die angrenzende Fahrsaubreite für den MIV mindestens 3.00 m beträgt. In Kopenhagen beträgt die Breite von Radstreifen 2.00 m.

Für die Schweiz scheint es sinnvoll, eine solche Breite zu wählen, die das sichere Überholen eines anderen Velos innerhalb der Markierung ermöglicht. Somit wäre eine **Breite von mindestens 2.20 m** anzustreben. Dies entspricht dem Begegnungsfall zweier Velos auf einem Radstreifen ohne angrenzendes Trottoir (vgl. folgende Abbildung).



Abb. 34 Breiter Radstreifen (2.50 m breit), Nordring Bern (CH)

Breite von Busstreifen

Das Führen von Veloschnellrouten auf Busstreifen ist in der Literatur eher umstritten. Eine Mehrheit spricht sich dagegen aus. Einzelne sehen sie als Lösung in den dichten städtischen Räumen. Eine Möglichkeit scheint der Ansatz von Busstreifen mit integriertem (allenfalls breiten) Radstreifen. Kriterien, die hierfür überprüft werden müssen, sind beispielsweise die Steigung der Strecke, Anzahl und Takt des Busverkehrs, Situation an LSA usw.

Gemäss der Forschungsarbeit VSS 2007 / 306 [53] dürfen Busstreifen, auf denen der Veloverkehr zugelassen ist, kein kritisches Zwischenprofil, also keine Breiten aufweisen, bei denen es zu Unklarheiten kommen kann. Der Busstreifen muss entweder eine so geringe Breite haben, dass der Bus gezwungen ist, hinter dem Velo zu fahren oder eine so grosse Breite, dass der Bus die Velofahrenden problemlos überholen kann. Damit ist die Situation eindeutig und somit sicher. Die Forschungsarbeit VSS 2007 / 306 [53] definiert als solch ein kritisches Zwischenprofil Breiten zwischen 3.25 m und 4.00 m. Gemäss dem Arbeitspapier der FGSV [6] sind Breiten von zwischen 3.25 m und 3.50 m sowie ab 4.50 m möglich. Basierend auf diesen beiden Dokumenten scheint es sinnvoll, für VSR keine Breiten zwischen 3.25 m und 4.50 m zu definieren.



Abb. 35 Busstreifen mit breitem Radstreifen (2.50 m), Nordring Bern (CH)

Nebeneinanderfahren und Überholen

In der Literatur wird der **Begegnungsfall von drei Velos** auf einem Zweirichtungsradweg häufig als **massgebend** angegeben. Damit ist überholen oder nebeneinander fahren bei Gegenverkehr möglich. Im Grundlagendokument Velobahnen [21] wird zudem das Thema Nebeneinanderfahren als erwünschtes soziales Kriterium angeführt. Dieser Aspekt kann in bestimmten Regionen von Bedeutung sein. In der untersuchten Literatur finden sich jedoch keine Hinweise auf die entsprechende Wirkung, deshalb ist weiterer Forschungsbedarf nötig. Wenn also in der Projektierung ein anderer Begegnungsfall als wichtig erachtet wird (z. B. vier Velos), kann die nötige Breite jedenfalls über den massgebenden Begegnungsfall festgelegt werden.



Abb. 36 Eine ausreichende Fahrbahnbreite (hier 3.30 m) ermöglicht das Nebeneinanderfahren, Zweirichtungsradweg Tiergartenstrasse Burgdorf (CH); Foto: Oliver Dreyer

6.4 Steigung

Für die möglichen Steigungen liegt die VSS-Norm SN 640 060 [57] innerhalb der Bandbreite der internationalen Literatur [8] [7] [11] [12] [13]. Sie unterscheidet sogar noch konkreter in Steigung und Länge:

- $\leq 3\%$ für lange Abschnitte
- $\leq 5\%$ für Strecken bis 100 m
- $\leq 10\%$ für Rampen bis 20 m

Für Neuanlagen sollten gemäss [11] Steigungen $\leq 4\%$ angestrebt werden.

6.5 Direktheit / Umwegfaktor

Veloschnellrouten sollen so direkt wie möglich geführt und die Umwege minimiert werden. Die Direktheit wird quantitativ beurteilt. Grundlage bietet die Abweichung von der Luftlinie und der natürlichen Höhendifferenz. Dabei wirken 40 Höhenmeter wie ein Kilometer zusätzliche Fahrt. Berechnet werden kann die Direktheit nach ASTRA [18] mithilfe der Formel in Tab. 12:

Tab. 12 Formel zur Berechnung der Direktheit aus [18]

$D = \left(\frac{E}{L} + \frac{(H : 40) \times 1000}{L} \right) \times 100$	D = Direktheit in % E = effektive Länge der Velostrecke in m L = Luftlinie in m H = effektive Höhenmeter minus natürliche Höhendifferenz
--	---

Als Ergebnis erhält man den Grad der Direktheit bzw. den Umwegfaktor. Für Veloschnellrouten gelten folgende Vorgaben (vgl. *Grundanforderung schnell*, Tab. 19):

- Direktheit maximal 120 % resp. Umwegfaktor max. 1.2 gegenüber kürzest möglicher Verbindungen
- Direktheit maximal 110 % resp. Umwegfaktor max. 1.1 gegenüber parallelen Hauptverkehrsstrassen

Zu beachten ist, dass es einen Unterschied zwischen der wahrgenommenen und der tatsächlichen Direktheit gibt. Die Kriterien Projektierungsgeschwindigkeit, Fahrfluss und Attraktivität der Strecke spielen ebenso eine Rolle bei der Akzeptanz des Umweges bzw. der Wahrnehmung der Route und der Routenwahl.

6.6 DTV

Motorisierter Verkehr

Veloschnellrouten sollten idealerweise keinen Motorfahrzeugverkehr aufweisen. Verschiedene Führungsformen weisen jedoch systembedingt motorisierten Verkehr auf. Motorfahrzeugarme Strassen (gem. SSV Signal 2.13 [47]) und Radwege vertragen gemäss Literatur eine maximale Belastung von 100 bis 400 Personenwagen / Tag. Im Mischverkehr (z. B. insbesondere Velostrassen) ist eine Durchmischung mit maximal 2'000 bis 3'000 Fahrten des motorisierten Individualverkehrs möglich.

Fussverkehr

Veloschnellrouten sollten idealerweise auch keinen Fussverkehr aufweisen. Unter gewissen Bedingungen (z. B. auf Überlandstrecken und im Agglomerationsgürtel) kann unter Umständen eine minimale Fussverkehrsmenge akzeptiert werden.

Bei gemeinsamen Rad- und Fussverkehrsanlagen finden sich in [53] Hinweise, die eine Beurteilung nach Verkehrsqualitätsstufen zulassen (vgl. Materialienband Kap. 1.1.4). Die dort genannten Werte sind aber mit der nötigen Umsicht zu interpretieren, da die Durchschnittsgeschwindigkeiten auf einer Veloschnellroute i. d. R relativ hoch sind.

6.7 Parkierung MIV

Grundsätzlich ist Parkierung entlang einer Veloschnellroute sehr zurückhaltend anzuwenden. Eine einseitige Parkierung (Längsparkierung) wird als Möglichkeit erachtet [2] [3] [7]. Es muss dabei jedoch genügend Platz für Velofahrende zur Verfügung stehen. Beim Längsparkieren soll ein Sicherheitsabstand von 0.50 m vorhanden sein.

Problematisch wird es bei wildem Parkieren, publikumsintensiven Parkierungsanlagen, sowie durch Manöver beim Ein- und Ausparken. Die Beeinträchtigungen durch Halten, Laden oder Liefern auf der Fahrbahn sind durch zeitliche Regelungen in Grenzen zu halten.

6.8 Oberflächenqualität

Ein wesentliches Merkmal für den Fahrkomfort auf Radwegen stellt die Gestaltung der Oberfläche dar. Rauere Oberflächen führen zu mehr Erschütterungen und einem entsprechend niedrigeren Fahrkomfort. Zudem hat die Oberfläche einen direkten Einfluss auf die Energie, die ein Velofahrer einsetzen muss, um eine bestimmte Geschwindigkeit zu erreichen. Abb. 37 zeigt den Energieverbrauch in Abhängigkeit mit dem Material und der Qualität der Oberfläche:

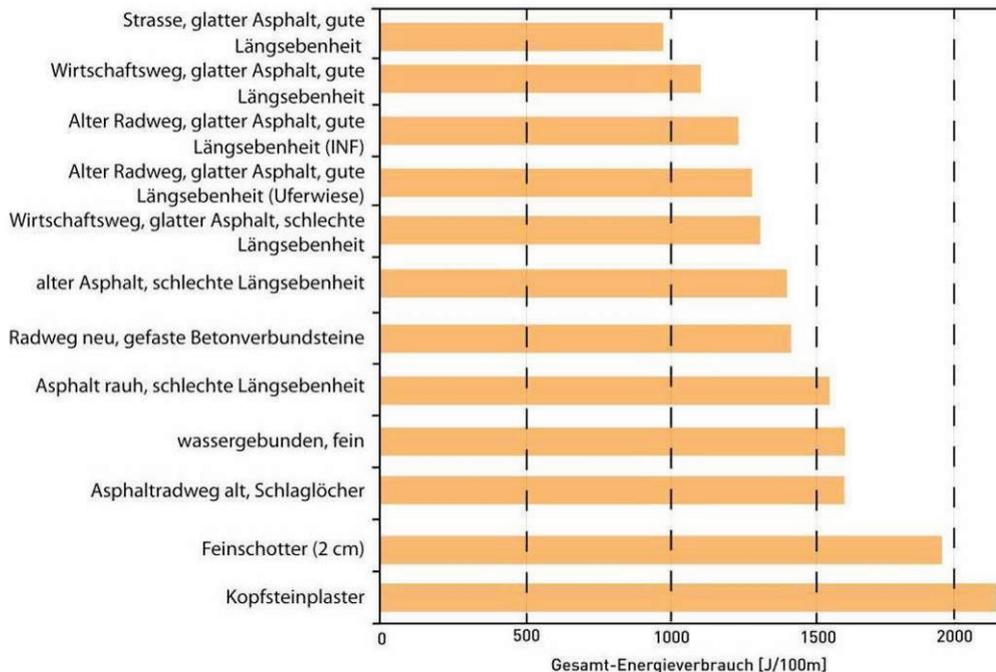


Abb. 37 Energieverbrauch beim Fahrradfahren, abhängig von der Oberfläche [42]

Aus der obigen Darstellung (Abb. 37) wird z. B. ersichtlich, dass man auf Kopfsteinpflaster doppelt so viel Energie benötigt wie auf glattem Asphalt. In der Regel sollte auf Veloschnellrouten ein glatter Asphaltbelag zum Einsatz kommen [8] [12].

Ähnlich verhält es sich auf einer Strecke, auf der die Velofahrenden Trottoirkanten und sonstige Übergänge queren müssen. Die Kanten stellen Hindernisse dar, die den Fahrkomfort und die Reisegeschwindigkeit signifikant mindern. Sie sollen soweit wie möglich vermieden werden.

6.9 Knoten ohne Lichtsignalanlage

Knoten und Querungen beeinflussen sehr stark die wahrgenommene Qualität von Veloschnellrouten. Insbesondere Wartezeiten und Bremsvorgänge werden sehr negativ empfunden und führen auch zu einer Verlängerung der Fahrzeit. **Grundsätzlich soll das Velo auf einer Veloschnellroute deshalb vortrittsberechtigt und prioritär behandelt werden** (vgl. dazu Kap. 6.1, 8 und Materialienband Kap. 1.1.4). Alternativ ist auch eine niveaufreie Führung (Über- / Unterführung) oder eine Lichtsignalanlage (z. B. mit grüner Welle, mit Voranmeldung) denkbar.



Abb. 38 Velounterführung in Zwolle (NL); Foto: SNZ



Abb. 39 Fussgänger- und Velounterführung beim Westbahnhof Solothurn (CH)



Abb. 40 Velobrücke in Ittigen bei Bern (CH); Foto: Christof Bähler

Gemäss den vorliegenden Unfallzahlen und Auswertungen in der Schweiz ist ein Kreisverkehr eine für den Veloverkehr relativ unsichere Knotenform und sollte vermieden oder mit grosser Sorgfalt geplant werden [24].

Allfällige Wartezeiten an nicht vortrittsberechtigten Knoten sind zu minimieren. In der Forschungsarbeit VSS 2007 / 306 [53] werden für die Verkehrsqualitätsstufen die gleichen Wartezeiten wie für den MIV als zulässig erachtet. Diese sind in der VSS-Norm 640 022 [55] abgebildet:

Tab. 13 Verkehrsqualitätsstufen und mittlere Wartezeiten an Knoten ohne Lichtsignalanlage gem. VSS-Norm SN 640 022 [55]

Qualitätsstufe	Mittlere Wartezeit w (s)	Beurteilung des Verkehrszustandes	
A	< 10	sehr gut	Ausgezeichnete Verkehrsqualität. Höchstens geringe Zeitverluste. Die Mehrzahl der Fahrzeuge muss in der Regel nicht warten.
B	10-15	sehr gut	Gute Verkehrsbedingungen. Geringe Beeinflussung der untergeordneten Ströme durch die vortrittsberechtigten Ströme. Die Wartezeiten sind tolerierbar.
C	15-25	gut	Befriedigende Qualität. Deutliche Beeinflussung der untergeordneten Ströme durch die vortrittsberechtigten Ströme. Spürbarer Anstieg der Wartezeit. Bildung von Stau, der aber bezüglich zeitlicher Dauer und räumlicher Ausdehnung keine nennenswerte Beeinträchtigung darstellt.
D	25-45	ausreichend	Ausreichende Verkehrsqualität. Auslastung nahe bei der zulässigen Belastung. Behinderungen in Form von Haltevorgängen. Stabilität der Verkehrssituation hinsichtlich Stau und Wartezeiten.
E	>45	kritisch	Mangelhafte Qualität des Verkehrszustandes. Übergang vom stabilen in den instabilen Verkehrszustand. Geringe Zunahmen der Verkehrsbelastungen führen zu stark ansteigenden Wartezeiten und Staulängen. Kein Stauabbau. Stark streuende Wartezeiten. Der Verkehr kann knapp bewältigt werden. Die Sicherheit nimmt deutlich ab.
F	-	-	Völlig ungenügender Zustand (Überlastung). Anzahl der zufließenden Fahrzeuge grösser als die Leistungsfähigkeit. Lange, wachsende Kolonnen und hohe Wartezeiten. Weitere Reduktion der Sicherheit.

In der Literatur werden unterschiedliche mittlere Verlustzeiten genannt, die auf Veloschnellrouten pro Kilometer noch zulässig sind. Als Richtwerte könnten die Angaben aus dem AGFS-Arbeitspapier [1] herangezogen werden: Demnach sollen die mittleren Zeitverluste durch Anhalten und Warten Werte von 15 Sekunden (ausserorts) und 30 Sekunden (innerorts) nicht überschreiten. Folglich wären die Qualitätsstufen A-C gemäss obiger Tabelle anzustreben, wenn man von max. einem Halt pro km ausgeht (das entspricht der Qualitätsstufe Gut bezüglich Fahrfluss; vgl. Tab. 23).

Die Aufstellbereiche sind auf Veloschnellrouten entsprechend grosszügig auszuführen. Die Bemessung ist abhängig von der Radverkehrsmenge und der mittleren Wartezeit und kann gemäss dem Vorschlag in der Forschungsarbeit VSS 2007 / 306 [53] berechnet werden. Hier scheint jedoch noch weitere empirische Forschung nötig.

Bei Knotengestaltung bzw. Umgestaltung scheinen untenstehende Angaben zweckmässig. Sie leiten sich aus den Angaben in der Literatur ab und wurden durch die Expertenbefragung und Beobachtungen vor Ort verifiziert bzw. präzisiert:

Tab. 14 Beispiele für mögliche Knotenformen

Knotenform	Hinweise
Vortritt für den Veloverkehr bei untergeordneten Strassen	<ul style="list-style-type: none"> • Auf untergeordneten Strassen (z. B. Quartierstrasse) gegenüber einmündenden Nebenstrassen sollte der Vortritt des Veloverkehrs die Regel sein. Der Vortritt ist mit Markierung und Signalisation zu verdeutlichen. • Querungsanlagen selbstständig geführter Veloschnellrouten über gering befahrene Strassen: • Idealerweise bei mehr Velos als MIV • Verdeutlichung des Vortritts baulich (Regelfall) (vgl. Abb. 42) oder mittels Markierungen • Wichtig ist eine möglichst rechtwinkelige Querung (Sicht!).
Vortrittsberechtigter Radwegübergänge parallel zu übergeordneten Strassen (vgl. Abb. 43)	<ul style="list-style-type: none"> • Die Sicht ist frühzeitig zu gewährleisten; im Trennstreifen sind sichtbehindernde Pflanzen und Parkierungen nicht zugelassen. • Der Abstand darf höchstens 2.00 m (Normalmass 1.00 m) betragen, wenn der Radwegübergang gegenüber der Einmündung vortrittsberechtigt sein soll. • Die Einmündung ist möglichst rechtwinklig anzuschliessen.
Überquerungsstelle mit Wartepflicht und Mittelinsel bzw. geschütztem Mittelbereich. (vgl. Abb. 44 und Abb. 45)	<ul style="list-style-type: none"> • In der Regel über Hauptverkehrsstrassen mit hohem MIV-Aufkommen und ohne LSA • Mittelinsel / Mittelbereich mit ausreichender Bemessung für den zu erwartenden Radverkehr • Nur wenn auch in der Hauptverkehrszeit ausreichend Zeitlücken zum Queren der Fahrbahn bestehen. • Siehe auch VSS-Norm SN 640 252 [65]
Knotenformen im Einflussbereich von Hochleistungsstrassen (HLS)	<ul style="list-style-type: none"> • In der Regel: Niveaufreie Führung oder LSA (vgl. Abb. 46) • Aufgrund der Gefährlichkeit sind niveaugleiche Führungen von Radwegen ohne LSA über Äste zur HLS zwingend zu vermeiden (vgl. Abb. 46) • Weitere Informationen in [52]

Da Knoten auf Veloschnellrouten nicht häufig vorkommen bzw. relativ schnell befahren werden, sollten sie gut gekennzeichnet sein. Eine Möglichkeit dazu bietet die VSS-Norm SN 640 214 [64] zur farblichen Gestaltung von Strassenoberflächen. Durch Einfärbungen (insbesondere Querstreifen) kann die Aufmerksamkeit sowohl der Velofahrenden, als auch der Autofahrenden frühzeitig erhöht werden (vgl. Abb. 41).



Abb. 41 Querstreifen auf freier Strecke auf der Zufahrt zu einem Knoten auf der Anlage Heimberg – Thun (CH). Hinweis: Die Ausführung (insbes. Farbton) entspricht nicht der VSS-Norm SN 640 214 [64], da die Anlage vor deren Erscheinen erstellt wurde.

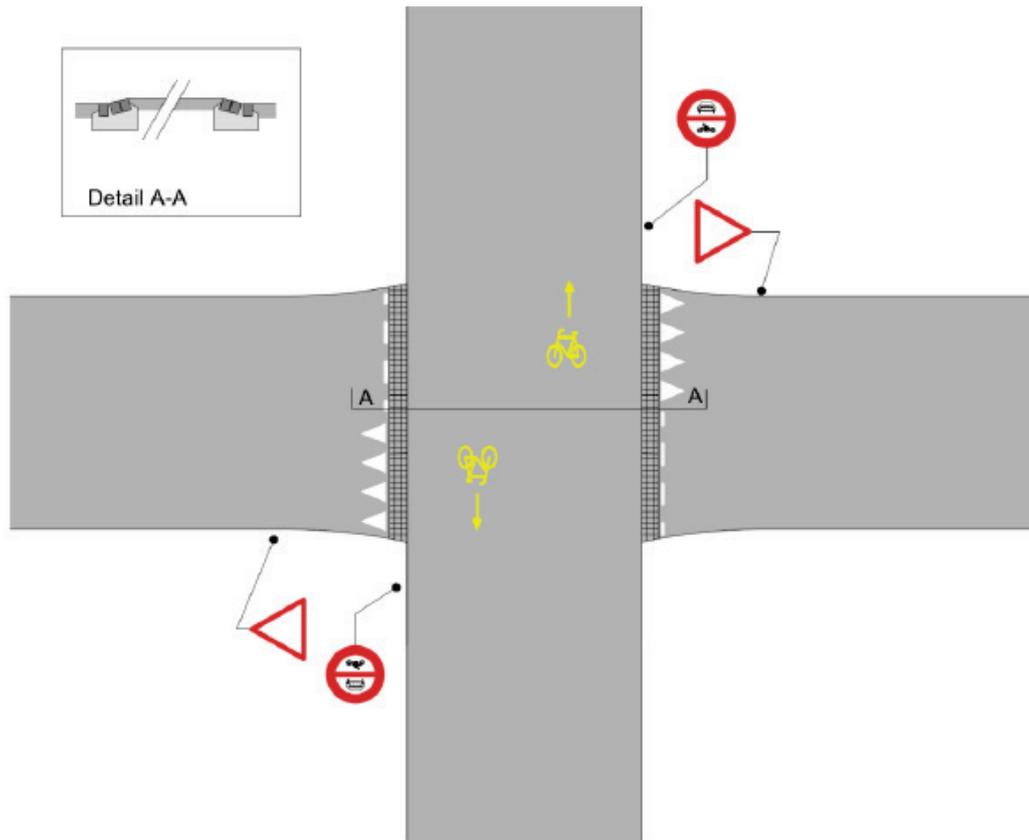


Abb. 42 Beispiel für die Verdeutlichung des vortrittsberechtigten Radweges [51]

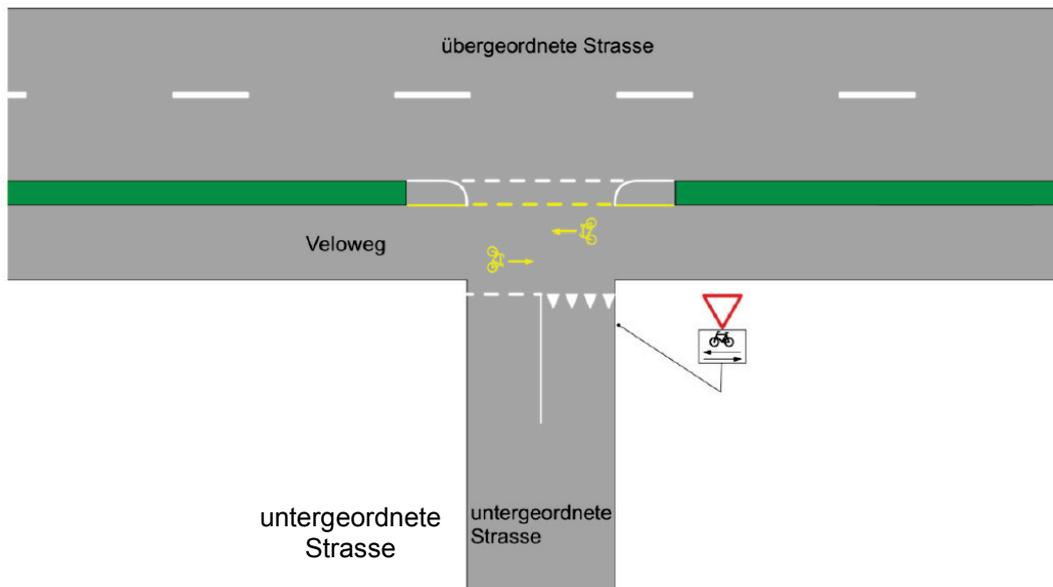


Abb. 43 Beispiel für vortrittsberechtigte Radwegübergänge parallel zu übergeordneten Strassen [51]

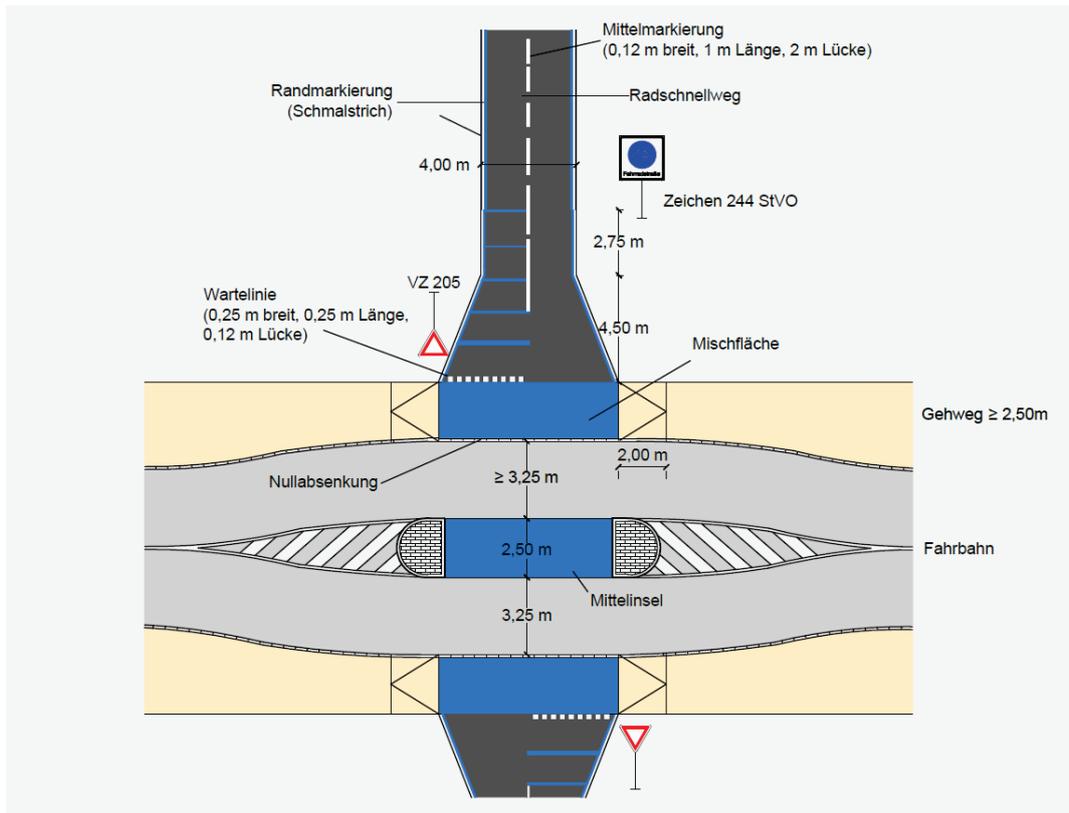
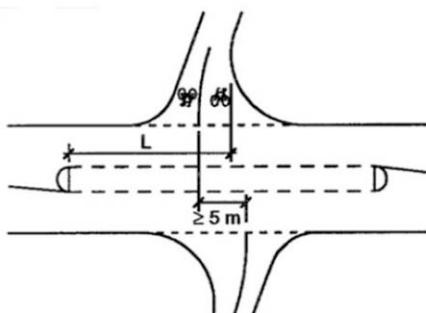


Abb. 44 Musterbeispiel für eine Querungsstelle mit wartepflichtigem Radverkehr u. Mittelinsel aus der Machbarkeitsstudie Radschnellweg Ruhr RS1 [12] (Hinweis: Eine Nullabsenkung ist der Schweiz aus Gründen der taktilen Erfassbarkeit nicht vorzusehen)

Es wird darauf hingewiesen, dass eine direkte Durchfahrt für den Veloverkehr über die Fahrbahn des MIV wie in Abb. 44 auch Unfallgefahr bergen kann. Ein Versatz dagegen kann je nach Situation die Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmenden erhöhen und damit zu einer höheren Sicherheit beitragen. Abb. 45 aus der Schweizer Norm SN 640 252 [65] zeigt, wie ein solcher horizontaler Versatz aussehen kann.

Einmündungen des Radwegs nach rechts versetzt



Knoten Radweg / Strasse, Radweg vortrittsbelastet

Anwendung: Bei Knoten zwischen Radroute und übergeordneter Strasse

Wirkungen: verbessert Erkennbarkeit der Querung für Radfahrer; Geschwindigkeitsanpassung der Mfz; erhöht die Sicherheit

Hinweise: bei geringem Mfz-Verkehr kann auf Querungshilfen verzichtet werden; L bei abbiegendem Zweiradverkehr ca. 20-25m

Abb. 45 Mögliche Variante einer versetzten Einmündung auf Radwegen [65]

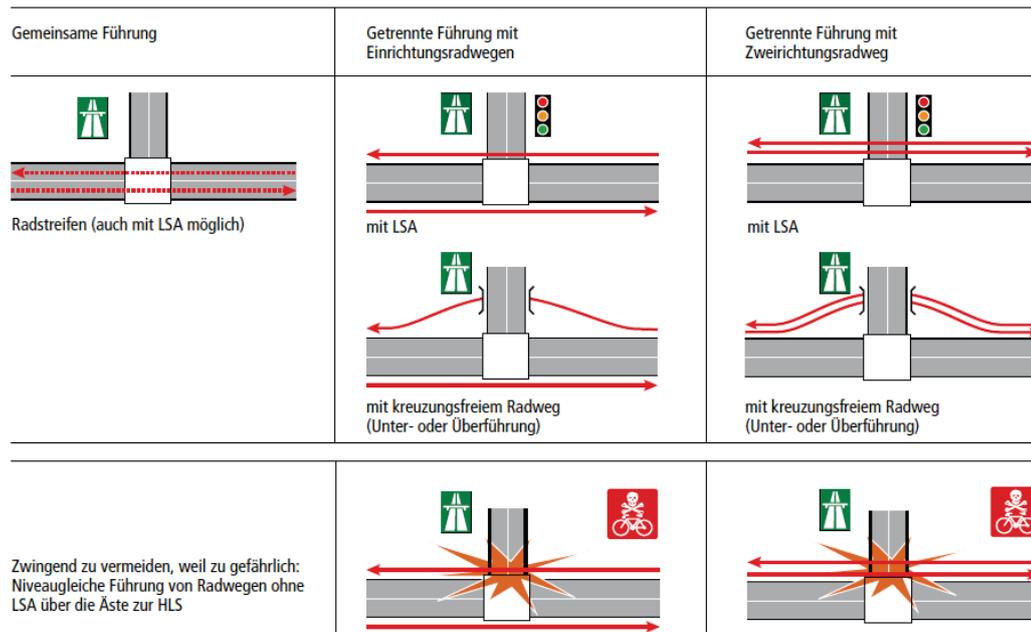


Abb. 46 Mögliche Führungsarten in Knoten im Einflussbereich von Hochleistungsstraßen [52]

6.10 Knoten mit Lichtsignalanlagen

Veloschnellrouten sollen ein flüssiges und sicheres Fahren ermöglichen. **Zeit- und energieraubende Unterbrechungen des Fahrflusses sind zu vermeiden** (vgl. Kap. 8). Bei manchen Knoten ist eine Regelung des Verkehrs ohne Lichtsignalanlage (LSA) allerdings nicht möglich. Befindet sich eine LSA auf einer Veloschnellroute, führt dies in der Regel zu unerwünschten Wartezeiten für die Velofahrenden. Wie im vorherigen Kapitel erwähnt, sind Wartezeiten ausserorts von über 15 Sekunden, respektive innerorts von über 30 Sekunden zu vermeiden. Fallen die Wartezeiten bei einer LSA höher aus, verringert dies einerseits die Qualität der Veloschnellroute und verleitet andererseits gewisse Velofahrende zu einem verbotenen / gefährlichen Fahrverhalten (z. B. Rotlichtmissachtungen). Grundsätzlich kann gesagt werden, dass verkehrabhängige LSA-Steuerungen für den Veloverkehr vorteilhaft sind, da so die Möglichkeit einer Beeinflussung entsteht. Dadurch können die Wartezeiten und die Grünzeiten optimiert werden.

Die in diesem Kapitel erwähnten Massnahmen stammen hauptsächlich aus dem Forschungsbericht über langsamverkehrsfreundliche Lichtsignalanlagen [54] und dem Arbeitspapier der FGSV [6]. Der Fokus liegt hier allerdings auf Veloschnellrouten. Detailaussagen zum Thema „Grüne Welle für den Veloverkehr“ stammen aus [9].



Abb. 47 Lichtsignalanlage auf der „Nørrebro Route“ in Kopenhagen (DK)

Reduktion oder Umgehen von Wartezeiten

Folgende Massnahmen reduzieren bei lichtsignalgesteuerten Knoten die Wartezeiten für den Veloverkehr, oder können sogar Wartezeiten vermeiden:

- **Dauergrün für den Veloverkehr**
Durch die Gewährung eines Dauergrüns für den Veloverkehr, können die Wartezeiten auf ein Minimum reduziert werden. Dazu müssen sich alle anderen Verkehrsteilnehmenden, welche mit der Veloschnellroute in Konflikt stehen, bei der LSA anmelden, um eine Freigabe zu erhalten. Der Veloverkehr wird somit nur angehalten, wenn sich ein feindlicher Verkehrsstrom angemeldet hat.
Diese Massnahme ist nur wirksam, wenn auf den Konfliktbeziehungen kein grosses Verkehrsaufkommen herrscht.
- **Mehrere Veloverkehrsphasen pro Umlauf**
Um die Wartezeiten für die Velofahrenden zu verringern, kann die Veloverkehrsphase mehrfach im selben Umlauf geschaltet werden (vgl. Abb. 48). Diese Massnahme erhöht die Anzahl der Grünphasen für den Veloverkehr.

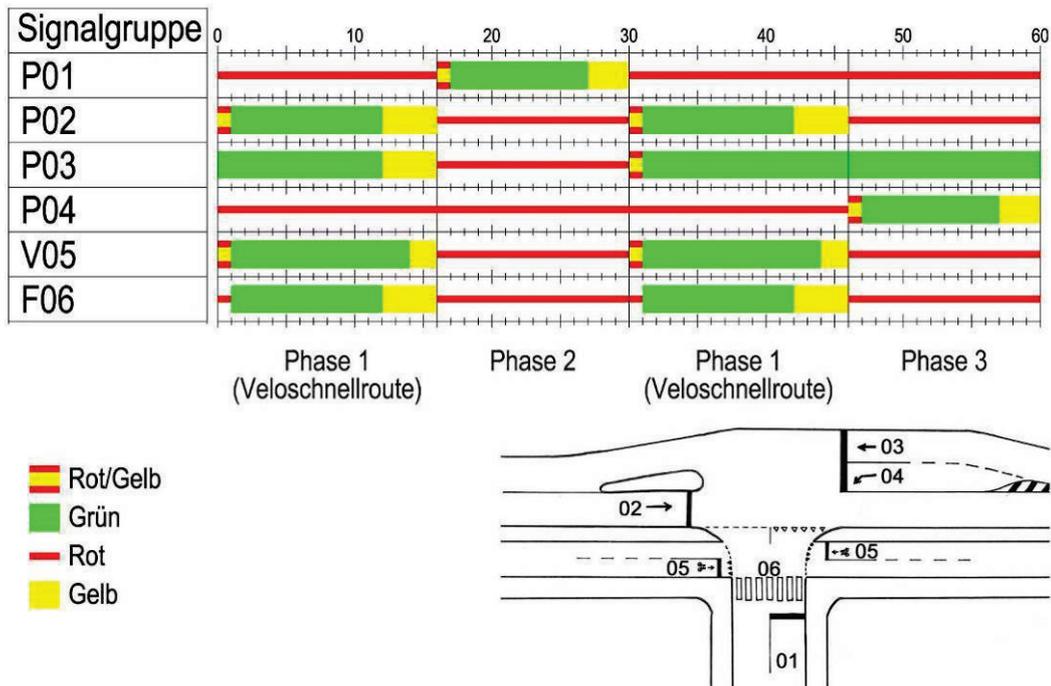


Abb. 48 Umsetzungsbeispiel für eine doppelte Grünphase auf einer Veloschnellroute

- **Wetterabhängige Schaltung der Veloverkehrsphase**

Es besteht die Möglichkeit, bei verkehrsabhängigen Schaltungen die Velophase abhängig von den Witterungsverhältnissen zu schalten (z. B. zwei Velophasen im gleichen Umlauf oder eine priorisierte Anmeldung bei schlechtem Wetter).

Eine derartige Massnahme hätte bestimmt einen positiven kommunikativen Effekt, allerdings wäre es in den meisten Fällen sinnvoller, den Veloverkehr grundsätzlich zu priorisieren, wenn dies technisch und betrieblich umsetzbar ist.

- **Frühzeitige Detektion des Veloverkehrs (ev. mit priorisierter Anmeldung)**

Damit eine LSA rechtzeitig eine Veloverkehrsphase einleiten kann, besteht die Möglichkeit auf der zufahrenden Achse (Veloschnellroute) die Velos zu detektieren (z. B. mit Induktionsschleifen im Strassenbelag). Dadurch verringern sich die Wartezeiten, da die LSA auf Grün umstellt, sobald das Velo beim Knoten angelangt.

Wenn dem entsprechenden Verkehrsstrom bei der LSA-Programmierung eine höhere Priorität zugewiesen wird, kann die Umschaltzeit zusätzlich verkürzt werden, da aktive Verkehrsströme früher abgebrochen werden können. Dieses Prinzip ist vielerorts für den öffentlichen Verkehr Standard.

Die Distanz zwischen Haltebalken und Detektion muss anhand der zu erwartenden Fahrgeschwindigkeit des Velofahrenden und der anzunehmenden Umschaltzeit errechnet werden. Zudem muss sichergestellt werden, dass keine Fehlanmeldungen durch andere Fahrzeuge oder bei Zweirichtungswegen durch Velos in entgegengesetzter Fahrtrichtung entstehen (z. B. mit speziellen Schleifen die Velos und MIV unterscheiden können oder durch richtungsabhängige Doppelschleifen).

- **Grüne Welle für den Veloverkehr**

Liegen auf einer Veloschnellroute innerhalb einer kurzen Strecke mehrere Lichtsignalanlagen, bietet sich eine Grüne Welle für den Veloverkehr an. Solche Grünen Wellen wurden in vielen grösseren Städten bereits erfolgreich umgesetzt (Kopenhagen, Amsterdam, San Francisco etc.).

Bei einer Grünen Welle wird die Schaltung der zusammengehörenden Lichtsignalanlagen untereinander koordiniert, sodass die Velofahrenden bei jeder LSA Grün erhalten, sobald sie diese erreichen, sofern sie die programmierte Fahrgeschwindigkeit (Progressionsgeschwindigkeit) einhalten.

Die Progressionsgeschwindigkeit ist das zentrale Element bei der Planung von Grünen Wellen für den Veloverkehr und muss daher sorgfältig eruiert werden. Dabei spielen Faktoren wie Topographie und Nutzergruppen eine wichtige Rolle. Nachfolgende Grafik zeigt auf, dass die Wahl einer eher tiefen Progressionsgeschwindigkeit weniger starke Beeinträchtigungen mit sich bringt als die Wahl einer eher hohen Progressionsgeschwindigkeit:

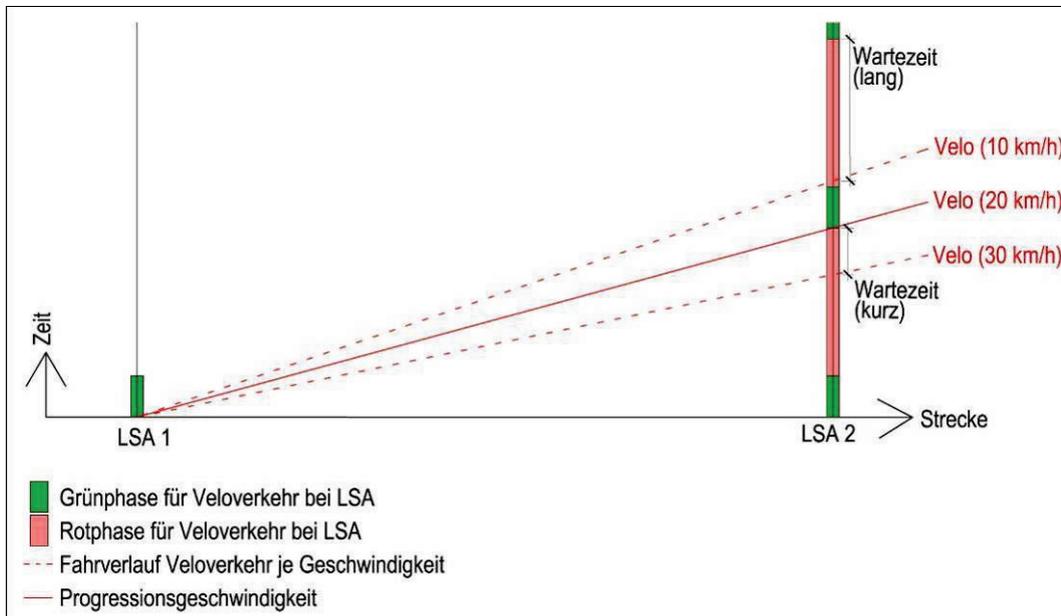


Abb. 49 Unterschiedliche Wartezeiten bei Grüner Welle für den Veloverkehr (Beispiel)

Grundsätzlich hängt die Zweckmässigkeit dieser Massnahme von folgenden Faktoren ab:

- Topographie (keine grossen Steigungen)
- Dichtes Netz an LSA (wenn möglich mit gleichmässigen Abständen)
- Distanzen zwischen LSA (möglichst kleine Zwischendistanzen)
- Klare Lastrichtung des Veloverkehrs (Flutrichtung zu unterschiedlichen Tageszeiten)
- Bandbreite der Fahrgeschwindigkeiten des Veloverkehrs (möglichst kleine Bandbreite)
- Relevanz des ÖV (wenig ÖV sowohl parallel wie auch quer)

Freies Rechtsabbiegen³ für den Veloverkehr bei Rot (mit / ohne separater Velofurt)

Besteht bei einer LSA ein erhöhtes Bedürfnis zum Rechtsabbiegen, kann der Veloverkehr unter gewissen Umständen von der Wartepflicht befreit werden. Bedingung dafür ist, dass sich auf dem wegführenden Knotenast ein Radweg / Radstreifen befindet, der nicht zu stark frequentiert ist.

Dazu gibt es einerseits die Möglichkeit einer Velofurt, die rechts des Signalgebers vorbei führt und somit nicht von der LSA geregelt wird (vgl. Abb. 50 links). Eine weitere Möglichkeit ist eine spezielle Signalisation, welche dem rechtsabbiegenden Veloverkehr erlaubt, trotz rotem Signal weiterzufahren (vgl. Abb. 50 rechts). Hierzu fehlt in der Schweiz aktuell noch die rechtliche Grundlage. In Basel läuft derzeit ein Pilotversuch.

In beiden Fällen müssen die Velofahrenden zum Rechtsabbiegen dem Fussverkehr bei einem Fussgängerstreifen und dem Verkehr auf dem querenden Knotenast den Vortritt gewähren.

³In diesem Fall handelt es sich genau genommen um ein Rechts**ein**biegen. Da aber in der analysierten Literatur keine Unterscheidung zwischen Ein- und Abbiegen gemacht wurde, wird hier ebenfalls der Begriff des Rechtsabbiegen verwendet.

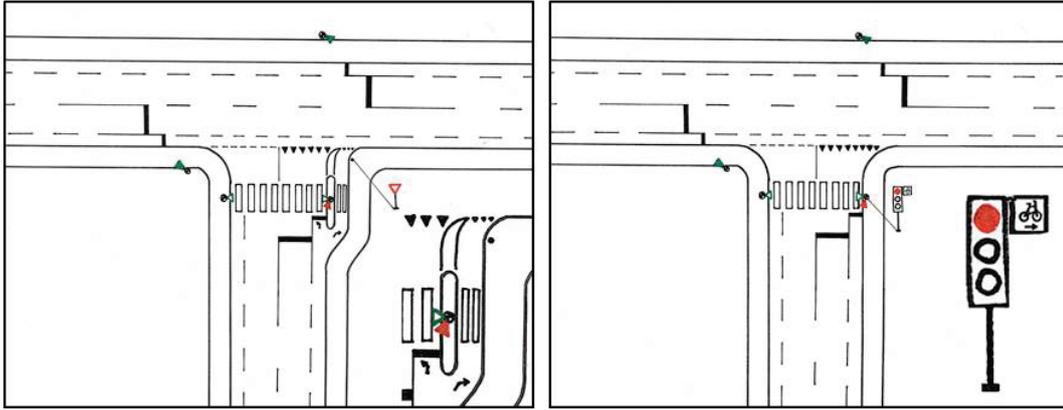


Abb. 50 Umsetzungsbeispiele für freies Rechtsabbiegen bei Rot (mit / ohne Velofurt)⁴

Möglichkeiten zur Verbesserung der Sicherheit an LSA

Insbesondere bei Lichtsignalanlagen mit einer hohen Verkehrsbelastung durch den MIV sind neben Massnahmen zur Verringerung der Wartezeiten auch Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit angezeigt:

- **Vorlaufgrün für den Veloverkehr**

Beim Anfahren benötigen insbesondere ungeübte Velofahrende einen grösseren Platzbedarf. Ausserdem entsteht bei schnelleren Velolenkenden das Bedürfnis, langsamere Verkehrsteilnehmende zu überholen. Um eine Gefährdung des Veloverkehrs in solchen Situationen zu reduzieren, kann die Freigabe für das Velo gegenüber dem MIV etwas früher erfolgen. Dadurch können Velolenkende den Gefahrenbereich verlassen, bevor der MIV losfährt. Besonders in Fällen, bei denen der rechtsabbiegende MIV im Konflikt mit dem geradeausfahrenden Veloverkehr steht, ist diese Massnahme sinnvoll.

Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass der Veloverkehr immer vor oder wenigstens gleichzeitig wie der MIV eine Freigabe erhält – hingegen niemals später als der MIV. In gewissen Fällen (z. B. bei einem vorgezogenen Haltebalken für den Veloverkehr) reicht eine gleichzeitige Freigabe mit dem MIV, damit die Velofahrenden den Konfliktbereich befahren können, bevor der MIV in diesen einfährt.

- **Ausgeweiteter Radstreifen und vorgezogener Haltebalken**

Um den Aufstellbereich des Veloverkehrs bei der LSA zu erhöhen, kann ein vorgezogener und ausgeweiteter Haltebalken markiert werden. Diese Massnahme hat zudem den Effekt, dass sich die Velofahrenden vor dem MIV aufstellen können und dadurch vom MIV (insbesondere vom Schwerverkehr) nicht übersehen werden.

Eine Kombination mit der oben erwähnten Massnahme des Vorlaufgrüns ist dabei sinnvoll. Diese Massnahme kann jedoch nur bei Radstreifen auf der Fahrbahn umgesetzt werden.

⁴Hinweis zur Zusatztabelle beim Signalgeber (rechtes Bild): Diese Anordnung entspricht derjenigen des Pilotversuchs in Basel. In anderen Ländern (z. B. Niederlande) wird die Zusatztabelle teilweise neben das Grüne Signalfeld montiert. Im Zusammenhang mit der Erstellung einer Rechtsgrundlage für ein freies Rechtsabbiegen bei Rot ohne Velofurt muss die Signalanordnung festgelegt werden.



Abb. 51 Vorgezogener Haltebalken mit zuführendem breiten Radstreifen (ca. 2.5 m breit) auf der „Velohauptroute“ Wankdorf, Bern (CH)

- **Signalgeber für Veloverkehr auf Augenhöhe**

Für den MIV befinden sich die Signalgeber in der Regel auf einer Höhe von 2.50 m. Je nach Distanz des Velofahrenden zum Signalgeber ist diese Anordnung ungünstig. Es empfiehlt sich daher, auf Veloschnellrouten einen separaten Signalgeber für den Veloverkehr auf Kopfhöhe am LSA-Mast zu montieren.

Diese Massnahme ist zwingend erforderlich, wenn dem Veloverkehr eine andere Signalabfolge gewährt werden will (Dauergrün, Vorlaufgrün, Grüne Welle, etc.).

- **Indirektes Linksabbiegen für den Veloverkehr**

Bei Strassen mit mehreren Fahrstreifen in derselben Fahrtrichtung und einem hohen Verkehrsaufkommen stellen Fahrstreifenwechsel für den Veloverkehr oft eine Gefahr dar. Um diese Manöver zu umgehen, muss ein indirektes Linksabbiegen für den Veloverkehr angeboten werden.

Dazu wird ein Aufstellbereich am rechten Fahrbahnrand geschaffen, der zu keiner Behinderung des geradeausfahrenden und rechtsabbiegenden Verkehrs führt. Mit einer separaten Linksabbiegephase kann der Veloverkehr konfliktfrei abbiegen.

Diese Massnahme erhöht die Sicherheit des Veloverkehrs, führt aber in der Regel zu längeren Wartezeiten für die Velofahrenden und einer Leistungsfähigkeitseinbusse der LSA.

Erhöhung des Komforts bei Wartezeiten

Sind kurze Wartezeiten für den Veloverkehr bei einer LSA nicht vermeidbar, kann mit nachfolgenden Massnahmen der Komfort beim Warten erhöht werden:

- **Trittbrett und Haltegriff für Velofahrende bei der Aufstellfläche**

Mit der Platzierung eines Trittbretts mit Haltegriff im Aufstellbereich, müssen die Velofahrenden beim Warten nicht vom Velo absteigen. Dies erhöht den Komfort und kann auch dazu führen, dass der Anfahrvorgang etwas beschleunigt wird.



Abb. 52 Trittbrett mit Handlauf bei LSA in Kopenhagen (DK)

- **Countdown-Anzeige**

Eine Countdown-Anzeige beim Signalgeber zeigt den Velofahrenden an, wie lange die angezeigte LSA-Phase noch dauert. Dadurch erfahren die Velofahrenden, wie lange sie noch bei Rot warten müssen und wie lange sie bei Grün noch Zeit haben, den Verkehrsknoten zu überqueren.

Diese Massnahme ist allerdings bei verkehrsabhängigen Steuerungen oder Anlagen mit ÖV-Beeinflussung nicht praktikabel, da keine verlässliche Abschätzung über Wartezeiten, respektive Grünzeiten gemacht werden kann. Eine Countdown-Anzeige sollte nur eingesetzt werden, wenn diese dauernd verlässliche Angaben liefert.

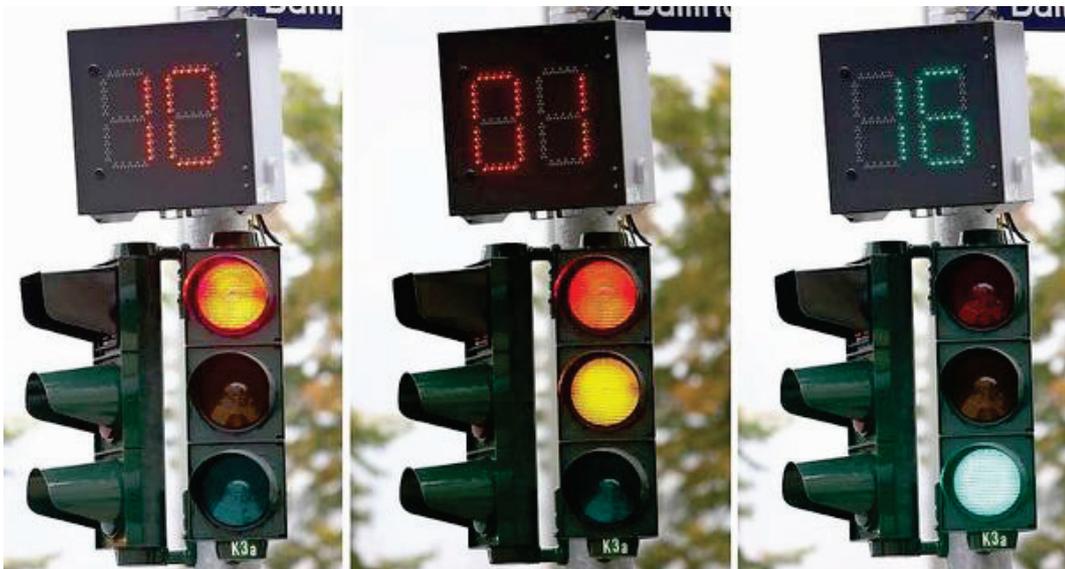


Abb. 53 Beispiel Countdownanzeige für Signalgeber [69]

7 Stadträumliche Integration und Gestaltung von Veloschnellrouten

Die Gestaltung der Veloschnellrouten dient als verbindendes Element. Sie soll die verschiedenen Anforderungen und Funktionen zusammenführen und ein gutes Gesamtbild ergeben [12]. Die Wiedererkennbarkeit und ein (über)regional einheitliches Erscheinungsbild sind als Mittel zur Kommunikation essentiell [14]. Des Weiteren trägt eine gute Gestaltung auch wesentlich zur Sicherheit und zum Sicherheitsempfinden bei, sowohl für Velofahrer auf der VSR als auch z. B. für Fussgängerinnen und Fussgänger im Strassenraum mit einer VSR. Bei der Gestaltung der Veloschnellroute muss auf die bestehende Raumstruktur eingegangen werden. Die Einpassung in den Strassenraum soll das Ortsbild nicht beeinträchtigen [12].

In diesem Sinn trägt die Gestaltung gleichermassen wie die Infrastruktur dazu bei, die Nutzerzufriedenheit und Akzeptanz zu fördern. Dadurch werden VSR häufiger genutzt und dem Kernanliegen, den Anteil der Velofahrenden am Modal Split zu erhöhen, wird Rechnung getragen [6] [12].

Die folgenden Anforderungen an die stadträumliche Integration und die Gestaltung wurden auf Basis der Fachliteratur, der Begehungen vor Ort und der Diskussionen mit den externen Experten und Expertinnen unter Beizug des Fachwissen der Forschungsstelle für die konkrete Situation in der Schweiz formuliert (vgl. dazu Materialienband Kap. 1.1.5, 1.2 und 1.3.5). Entsprechend sollen Veloschnellrouten nach den zwei folgenden Grundprinzipien gestaltet werden:

Grundprinzip 4

Veloschnellrouten **integrieren sich optimal** in die jeweilige Umgebung.

Für eine gute Integration in den Strassenraum und damit in den städtischen Raum sollte eine VSR derart gestaltet sein, dass sie nicht als „Fremdkörper“ wirkt. Der Strassenraum „umfasst sämtliche dem Fahrzeug- und Fussverkehr zugeteilten Flächen sowie die beidseitig der Fahrbahnränder angrenzenden Flächen. Er entspricht in der Regel dem Raum zwischen den Fassaden der Gebäude entlang einer Strasse“ [62]. Für die weiteren Nutzungen ist es wichtig, dass die VSR eine möglichst geringe Trennwirkung hat, also den Raum, der beispielsweise dem Fussverkehr oder anderen Nutzungen zur Verfügung stellt, möglichst wenig durchschneidet.

VSR sollen sich in den baulich-architektonisch vorgegebenen Raum integrieren bzw. mit ihm auf positive Weise interagieren. Die gestalterischen Elemente wie die Farbwahl, die Architektur der Infrastrukturelemente, Möblierung etc. sollten dem sog. *Genius Loci*, also dem „kulturellen Geist des Ortes“ [12] [43] entsprechen. Nicht zuletzt sollte die VSR möglichst attraktiv und ästhetisch hochwertig gestaltet sein, da auf diese Weise die Akzeptanz und Zufriedenheit der Nutzenden steigt [12].

Grundprinzip 5

Veloschnellrouten sind **möglichst selbsterklärend**.

Um Konflikte zu vermeiden, sollten VSR im dichten städtischen Gefüge als solche intuitiv lesbar sein. Kein Autofahrer oder Fussgänger soll die Flächen einer VSR missverstehen oder übersehen. Eine gute Erkennbarkeit der Strecke fördert ausserdem die „Marke“ VSR (vgl. Kap. 7.4) und dient damit auch dem Marketing für das Velofahren.

7.1 Unterschiedliche Gestaltungsmöglichkeiten in verschiedenen Räumen

Die unterschiedlichen Raumtypen wurden in Kapitel 5 erläutert. Je nach Raumtyp werden verschiedene resp. verschieden gewichtete Ansprüche an die Gestaltung einer VSR gestellt. Im ländlichen Gebiet stellen sich z. B. Fragen, wie das Landschaftsbild erhalten oder Naturschutzgebiete geschützt werden können. In der Kernstadt dagegen wartet die Herausforderung, ein neues Infrastrukturelement in bereits gebautes Gebiet einzufügen, so dass es nicht als Fremdkörper wahrgenommen wird, und trotzdem klar erkennbar ist. Was dies für die möglichen Gestaltungselemente bedeutet, wird im Kapitel 7.3 ausgeführt.

Neben dem Raumtyp ist vor allem auch der jeweilige Strassenraum massgebend. Je nach lokalen Verhältnissen sind unterschiedliche Gestaltungsvarianten notwendig resp. zweckmässig. Die verschiedenen Strassenräume unterscheiden sich beispielsweise durch:

- Bebauungsdichte
- Art der Bebauung (frei stehend, Randbebauung, Höhe der Bebauung)
- Art der Nutzungen
- Linienführung
- Topographie
- Grünräume
- Verkehrsaufkommen
- Modal Split
- etc.

Abb. 54 zeigt beispielhaft unterschiedliche Strassenräume, durch die eine VSR möglicherweise führen könnte.

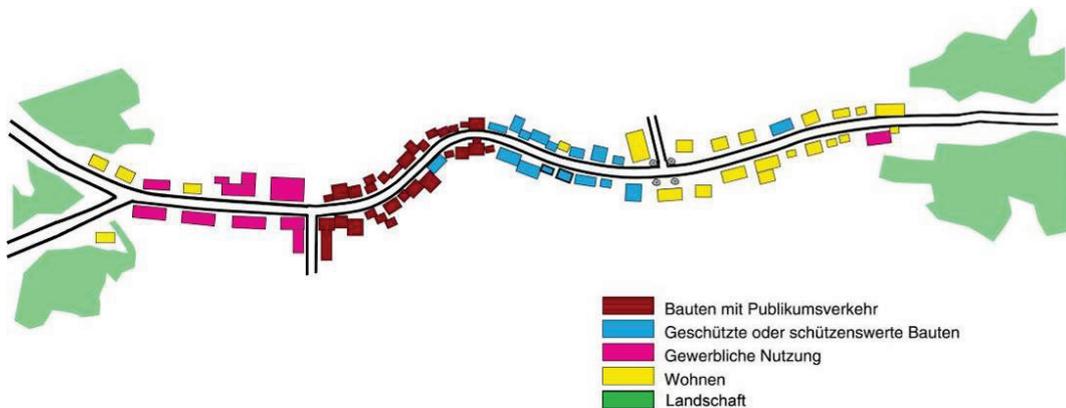


Abb. 54 Strassenräume mit unterschiedlichen lokalen Raumverhältnisse [60] (Abbildung verändert)

Gestalterisch sollte auf die verschiedenen Raumstrukturen und Nutzungsverhältnisse vor Ort eingegangen werden, beispielsweise:

- In Räumen mit **Bauten mit Publikumsverkehr** sollte speziell auch der Raum vor den Geschäftsnutzungen mit einbezogen werden: Vorfahrt, Kurzparkierung, Schaufenster etc.
- In Räumen mit **geschützten oder schützenswerten Bauten** muss aus Rücksicht darauf oft punktuell eine nicht optimale Führung der VSR gewählt werden.

- In Räumen mit **gewerblicher Nutzung** verkehren verhältnismässig mehr Lastwagen. Darum muss bei der Gestaltung vor allem auch die optimale Sicherheit der Velofahrenden im Vordergrund stehen.
- In **Wohngebieten** sollte die Gestaltung die zahlreichen Hauszugänge und -zufahrten sowie eventuell spielende Kinder berücksichtigen.
- In der freien **Landschaft** ist weniger der Platz der beschränkende Faktor bei der Gestaltung. Hier gilt es, die VSR dem Landschaftsbild entsprechend zu gestalten.

7.2 Gestaltungshinweise

Veloschnellrouten als Teil des Strassenraumes

Ziel der Gestaltung einer VSR ist, dass sie als harmonisches Ganzes wahrgenommen wird. Dazu ist es notwendig, dass die verschiedenen Gestaltungselemente nicht einzeln, sondern immer im Rahmen eines Gesamtkonzepts entworfen werden. Das Vorgehen zur Gestaltung einer VSR läuft genauso ab, wie bei anderen verkehrsplanerischen Projekten.

Gestaltungshinweis

Die Gestaltung einer Veloschnellroute sollte einem Gesamtkonzept folgen. Dieses bezieht idealerweise den gesamte Strassenraum mit allen Strukturen und Nutzungen mit ein.

Anforderungen an die Veloschnellroute

In manchen Fällen kommt es zu einem Widerspruch zwischen verschiedenen Ansprüchen an eine VSR. Z. B. kann eine abwechslungsreiche Gestaltung bei gewissen Platzverhältnissen zu einer ungewollten Reduktion der Geschwindigkeit oder zu ungünstigen Sichtverhältnissen führen. In diesen Fällen muss jeweils eine Abwägung vorgenommen werden, welche Anforderungen an eine VSR im betroffenen Fall die wichtigeren sind. Beispielsweise müssen die Kriterien Sicherheit und Direktheit sehr stark gewichtet werden, und falls nicht anders möglich auf Kosten von Gestaltungselementen erfüllt werden.

Gestaltungshinweis

Bei der Gestaltung einer Veloschnellroute sollte eine Interessenabwägung vorgenommen werden. Die Gewichtung der zu erfüllenden Anforderungen ist dem Routentyp VSR gemäss vorzunehmen.

Zweckmässigkeit und Verhältnismässigkeit

Die Qualität einer guten Gestaltung misst sich nicht an der Anzahl der eingesetzten Mittel, sondern an der Art und Weise, wie diese eingesetzt werden. Der Leitsatz für die Gestaltung lautet dabei: „So wenig wie möglich, soviel wie nötig“. Die Gestaltungselemente sollen zweckmässig gestaltet und eingesetzt werden. Dabei ist eine gute Gestaltung über die gesamte Strecke wichtiger und zweckmässiger als besonders herausragende gestalterische Höhepunkte an wenigen Stellen.

Gestaltungshinweis

Ein einfaches, aber hochwertiges Gestaltungskonzept über die gesamte Strecke ist zweckmässiger als punktuelle gestalterische Besonderheiten. Die Unterhaltskosten sind miteinzubeziehen.

7.3 Gestaltungselemente

Im Folgenden wird auf die verschiedenen Gestaltungselemente des Strassenraumes eingegangen und wie sie eingesetzt werden müssen, damit eine VSR die beiden Grundprinzipien 4 und 5 erfüllt.

7.3.1 Markierungen

Bei den Markierungen einer VSR ist die Signalisationsverordnung (SSV) [47] einzuhalten. Demnach sind Markierungen auf der Fahrbahn grundsätzlich gelb, wie es heute in der Schweiz für Fahrradrouten üblich ist. Markierungen wie Randlinien oder Sicherheitslinien sind weiss. Des Weiteren steht als Vorgabe für Markierungen die Schweizer Norm 640 850a [67] zur Verfügung.

Markierungen sollen vor allem für Klarheit sorgen. Dazu müssen Markierungen nicht unbedingt flächendeckend eingesetzt werden, sondern können vor allem an potentiellen Gefahrenstellen wie Unterführungen oder anderen Stellen mit ungenügenden Sichtverhältnissen, Kurvenbereichen, Einmündungen, Knoten (zu Knoten vgl. Kap. 6.9 und 6.10), Spurwechseln etc. gezielt angewendet werden. Abb. 55 zeigt den Einsatz einer Mittellinie im Bereich einer Kurve. Dort, wo die Strecke wieder gerade wird, endet die Mittellinie, da sie nicht mehr notwendig ist, um vor Konflikten zwischen den entgegenkommenden Velofahrenden zu schützen. Die weisse Randlinie dagegen ist sinnvollerweise durchgehend zu markieren, da der Rand des Radweges bei Nacht oder Regen schlecht zu erkennen ist.



Abb. 55 Gezielter Einsatz von Markierung dort, wo notwendig, Beispiel Anlage Heimberg – Thun (CH)

Markierungen

Markierungen sorgen für Klarheit und Verkehrssicherheit. Sie sollen nicht generell flächendeckend, sondern zurückhaltend gezielt an den notwendigen Stellen eingesetzt werden. Die SSV [47] ist dabei einzuhalten.

7.3.2 Farbliche Gestaltung der Fahrbahn

Um das Grundprinzip 5 (Veloschnellrouten sind möglichst selbsterklärend) zu erfüllen, kann neben baulichen Elementen auch der gezielte Einsatz von Farbe erwogen werden. Für die farbliche Gestaltung der Fahrbahn (inkl. Radwege) gilt die Schweizer Norm 640 214 (FGSO) [64]. Farblich gestaltete Strassenoberflächen sind Flächen, welche sich gegenüber der Fahrbahnoberfläche und den offiziellen Markierungen bezüglich Materialwahl oder Farbton und bezüglich des Kontrasts unterscheiden. Sie können für die flächige Gestaltung (freie Strecke, Knoten, Plätze), für breite Bänder am Fahrbahnrand oder für Mehrzweckstreifen angewendet werden.

In den Niederlanden wird für die Veloinfrastruktur i.d.R. ein durchgehender roter Belag verwendet. Auch andernorts kommt zumindest abschnittsweise (aufgetragene) Farbe zum Einsatz (z.B. in Kopenhagen blau und in Wien grün). Diese Farbgebung kann zur Wiedererkennbarkeit der VSR als durchgehende Strecke beitragen. Hierzu gäbe es in der Schweiz noch Forschungsbedarf. Es wird darauf hingewiesen, dass ein farbige Strassenoberfläche Mehrkosten bei der Erstellung aber auch beim Ersatz (z. B. nach Werkleitungserneuerungen) verursacht. Eine farbige Markierung dagegen ist kostengünstiger, nützt sich aber auch relativ schnell ab.

Demgegenüber steht die rote Einfärbung von Radstreifen an Gefahrenstellen. Seit dem 1. Januar 2014 ist die aktualisierte Weisung des ASTRA betreffend besondere Markierungen auf der Fahrbahn in Kraft [24]. Mit der Weisung besteht die Möglichkeit, jene Bereiche von Radstreifen mit roter Farbe einzufärben, bei denen eine erhöhte Gefahr besteht, dass Motorfahrzeuglenkende beim Queren des Radstreifens das Vortrittsrecht der Radfahrenden missachten. Die Einfärbung wird nur in Verbindung mit der Markierung ‚Radstreifen‘ (6.09) verwendet und umfasst die Gesamtbreite eines Radstreifens. Ausserhalb von Radstreifen ist die Markierung unzulässig. Aufgrund von Untersuchungen [39] wird sogar empfohlen, entlang vortrittsberechtigter Strassen bei Knoten mit einem höheren Verkehrsaufkommen bei hohem Radverkehrsanteil sowie relativ hoher Konflikthaftigkeit Radstreifen in den Knotenbereichen rot einzufärben.



Abb. 56 Gezielter Einsatz von roter Farbe (Breite ca. 3.00 m) an einer Einmündung auf der „Velohauptroute“ Wankdorf, Bern (CH)

Farbliche Gestaltung

Mit der gezielten Einfärbung der Fahrbahn kann eine Signalwirkung erzielt bzw. die Aufmerksamkeit erhöht werden.

7.3.3 Piktogramme

Auf den Boden markierte Piktogramme können an gewissen Stellen beispielsweise zur Kennzeichnung der Fahrbahn oder auch zur Orientierung an unklaren Stellen nützlich sein. Die gewählten Zeichen müssen eindeutig, leicht verständlich und gut lesbar sein. Bei Design und Markierung der Piktogramme ist zu beachten, dass sie je nach Grösse und Anzahl aber auch aufdringlich wirken können und eine unruhige, sogar eine verunklärnde Stimmung erzeugen können. In der Schweizer Norm 640 850a [67] sind die Vorgaben, wie das Design und die Masse der Piktogramme aussehen müssen, zu finden.



Abb. 57 Aufdringliche Piktogramme auf einem Knoten in Kopenhagen (DK)



Abb. 58 Gezielter Einsatz eines eindeutigen, gut lesbaren Piktogramms auf der Anlage Thun-Heimberg (CH)

Piktogramme

Piktogramme müssen eindeutig, leicht verständlich und gut lesbar sein. Für die Gestaltung des Piktogramms ist die Schweizer Norm 640 850a [67] zu beachten. Für eine gute Wirkung und Klarheit sollten Piktogramme zurückhaltend und gezielt eingesetzt werden.

7.3.4 Belag und Materialien

Für den Belag und die Gestaltung einer VSR stehen heutzutage viele verschiedene Materialien zur Auswahl. Generell ergibt eine ruhige und einheitliche Gestaltung einen besseren Gesamteindruck als eine „Materialausstellung“. Ein einheitlicher Belag und einheitliche Materialien vermitteln den Velofahrenden, wo die VSR verläuft und tragen somit auch zur Orientierung bei (Grundprinzip 5).

Zur Frage, welche Art Belag für eine VSR geeignet ist, macht das Kriterium „Oberfläche“ der Grundanforderung Attraktiv (vgl. Kap. 6.8) klare Vorgaben. Demnach ist eine asphaltierte Oberfläche für eine VSR zu bevorzugen. Wo Veloschnellrouten gepflasterte Flächen überqueren, bleiben sie in der Regel asphaltiert, wie in Abb. 59 zu sehen ist.



Abb. 59 Durchgehend asphaltierte Strecke für den Veloverkehr in Lissabon (P)

Belag und Materialien

Es empfiehlt sich, nur eine geringe Anzahl verschiedener Materialien zu verwenden. Gleiche Situationen und Funktionen sollten mit den gleichen Materialien gestaltet werden.

7.3.5 Signalisation und Beschilderung

Bei Signalisation und Beschilderung von Veloinfrastruktur müssen die Vorgaben der SSV [32] sowie die Schweizer Normen [66] eingehalten werden. Weitere Informationen sind auch in [19] zu finden. Bei Signalisation und Beschilderung zum Zweck der Wegweisung können zusätzlich zur Wegweisung noch die Entfernung zum angezeigten Ziel sowie ergänzende Informationen wie Nummer und Name der Route angegeben werden [47]. Hierzu ist ein Konzept für die Gestaltung der Schilder und sonstigen Elemente zu empfehlen, da diese auch ein „Aushängeschild“ für die VSR darstellen. Die Signalisation muss klar verständlich und hochwertig sein, so dass sie auch für unsichere Velofahrer

oder solche, die neu vom Auto auf das Velo umsteigen, verständlich, attraktiv und ansprechend sind.

In anderen Ländern werden zur Signalisation auch andere Elemente als klassische Schilderstelen genutzt. Abb. 60 zeigt beispielsweise, wie der Platz auf einem Poller für ein Piktogramm, eine Routenbezeichnung und Entfernungsangaben genutzt wird. Derzeit sind solche Möglichkeiten in der Schweiz durch die SSV [47] und die Schweizer Normen noch nicht abgedeckt (vgl. Kap. 11).



Abb. 60 Dezentler Wegweiser auf einem Poller auf einer Velo-Hauptroute in Kopenhagen (DK)



Abb. 61 Wegweiser und touristische Information als Serviceangebot in Solothurn (CH)



Abb. 62 Wegweiser in Antwerpen (NL); Foto: Urs Walter

Signalisation und Beschilderung

Neben der Information und Signalisation dient die Beschilderung auch zur Kommunikation und der Förderung der Bekanntheit der Veloschnellroute. Zur Dichte / Anzahl und Gestaltung der Signalisation und Beschilderung wird ein Konzept empfohlen.

7.3.6 Beleuchtung

Für die verkehrliche und soziale Sicherheit auf einer VSR ist eine gute Beleuchtung von hoher Bedeutung. Daneben können aber auch noch viele weitere Ziele durch eine hochwertige Beleuchtung erreicht werden:

- Optisch ansprechende Gestaltung durch entsprechend attraktive Laternen, Lampen etc.
- Art des Lichts kann für gewünschte Atmosphäre sorgen, z. B. „Wohlfühl“-Atmosphäre durch warmes Licht etc.
- Wiedererkennbarkeit der VSR durch einheitliches Design der Beleuchtungselemente
- Schaffung von Identität durch besondere Gestaltung der Beleuchtung auf der Strecke
- Einbettung in den bestehenden Raum durch Verknüpfung der Beleuchtung mit bestehenden Raumstrukturen
- Etc.

Ein gutes Beispiel hierfür ist das Beleuchtungskonzept des Fuss- und Radwegs Luzern – Kriens / Horw auf dem ehemaligen Zentralbahntrasse. Hier wird die Beleuchtung an den alten Fahrleitungsmasten der Zentralbahn montiert, wie auf Abb. 63 zu sehen ist. Dies stellt zum einen eine kostengünstige und ökologisch sinnvolle Variante dar, da keine neuen Laternen oder Stelen produziert werden müssen. Zum anderen werden eine charakterliche Prägung und damit eine eigene Identität der Route geschaffen, indem auf die Geschichte und ursprüngliche Nutzung der Strecke verwiesen wird [49].



Abb. 63 Visualisierung des Fuss- und Radwegs Luzern – Kriens / Horw (CH) auf dem ehemaligen Zentralbahntrasse (derzeit im Bau, geplante Eröffnung Dezember 2016) [49]

Ein Beleuchtungskonzept, das für die gesamte Veloschnellroute gilt, unterstützt die Wiedererkennbarkeit der Route. Je nach Strassenraum kann sich die Ausführung jedoch unterscheiden. Innerorts sollte das Beleuchtungskonzept mit der allgemeinen Strassenbeleuchtung koordiniert werden. In diesem Bereich ist eine durchgehende Beleuchtung notwendig. Ausserorts ist dies nicht immer notwendig. Es gibt verschiedene intelligente Beleuchtungskonzepte, die einen Kompromiss zwischen guter Beleuchtung und gleichzeitiger Schonung der Ressourcen darstellen. Ein gutes Beispiel hierfür ist das Beleuchtungskonzept der Veloschnellroute Spoorbaanpad in Almere in den Niederlanden. Die Lichtmasten leuchten standardmässig mit 10 % ihrer Leuchtkraft. Sie sind mit entsprechenden Sensoren ausgestattet, so dass ihre Leuchtkraft auf 50 % und im nächsten Schritt auf 100 % steigt, sobald sich ein Velofahrer nähert (vgl. Abb. 64). So entsteht ein relativ geringer Energieverbrauch und dennoch fahren die Velofahrenden immer bei guter Beleuchtung.

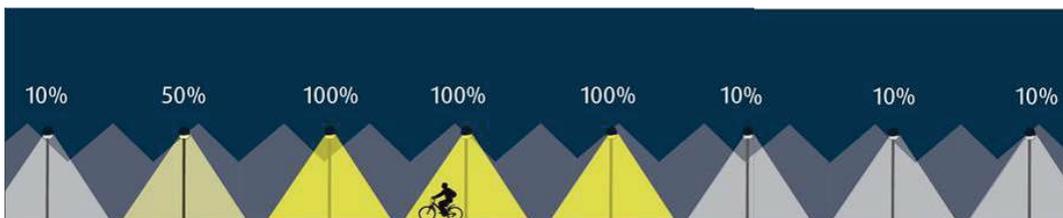


Abb. 64 Intelligentes Beleuchtungskonzept mit „mitfahrendem“ Lichtkegel, Masterplan für die Veloschnellroute Spoorbaanpad, Almere (NL) [35]

Beleuchtung

Eine gute Beleuchtung ist für die Sicherheit und das Sicherheitsempfinden von grosser Bedeutung. In einem Beleuchtungskonzept sollten zudem noch weitere Aspekte wie die Wiedererkennbarkeit der Route und die Einbettung in die Umgebung beachtet werden.

7.3.7 Seitliche Begrenzung und unmittelbare Umgebung

Die Art der seitlichen Begrenzung der Fahrbahn spielt sowohl für die Gestaltung als auch für Benutzbarkeit der VSR eine Rolle. Je nach Strassenraum trennt die seitliche Begrenzung die VSR von

- der angrenzenden Fahrbahn für den MIV
- Trottoirs oder Fusswegen
- Gebäuden
- Grünbereichen
- Parkplätzen
- Ein- und Ausfahrten
- Vorplätzen
- Naturräumen
- Etc.

Je nachdem gibt es verschiedene Ansprüche an die Art der seitlichen Begrenzung, beispielsweise die Gewährleistung eines Sicherheitsabstandes oder die Kenntlichmachung des Streckenverlaufes. Dazu eignen sich verschiedene Arten der seitlichen Begrenzung:

- Randstein (mit oder ohne Absatz) (vgl. Abb. 65)
- Grünstreifen (vgl. Abb. 66)
- Rinne / Wasserschale (vgl. Abb. 67)
- Zaun, Geländer
- Mauer
- Hecke oder Böschung
- Etc.

Die Ränder sollten i. d. R. überfahrbar sein (z. B. Markierung, Rinne, Schrägbund, Pflasterband). Falls eine harte Kante nötig ist (z. B. Abgrenzung Trottoir) sollte diese gemäss Entwurf für die Überarbeitung der VSS-Norm SN 640 201 [60] max. 6 cm hoch sein (bisher 12 cm). Generell gilt auch hier, dass die Gestaltung der seitlichen Begrenzung möglichst einheitlich ausgeführt wird, um eindeutig zu sein und zur Wiedererkennbarkeit der VSR beizutragen. Ein gutes Beispiel für eine solche einheitliche, wiedererkennbare seitliche Begrenzung ist der speziell für diese VSR entworfene hellgraue Randstein der VSR F35 in Twente, Niederlande (vgl. Abb. 65). Er dient zum einen der Sicherheit, da der hellgraue Streifen auch im Dunkeln gut sichtbar ist und die Fahrbahn kennzeichnet. Zum anderen ist der spezielle 30 cm breite Randstein, der als „graues Band“ die gesamte Strecke mitgestaltet, Teil der „Marke“ F35. Mit einem einzigen schlichten Gestaltungselement werden auf diese Weise verschiedene Zwecke erreicht [75].



Abb. 65 Hellgrauer Randstein als seitliche Begrenzung der VSR F35 in Twente (NL) [44]



Abb. 66 Grünstreifen als Trennelement zwischen dem Veloverkehr und dem MIV (ISR);
Foto: Wikipedia



Abb. 67 Abgrenzung mit Rinne zwischen dem Fuss- und dem Veloverkehr auf der „Nørrebro Route“ in Kopenhagen (DK)

Ob und in welchem Masse die unmittelbare Umgebung im Rahmen des Baus einer VSR mitgestaltet werden kann, hängt von der Struktur des jeweiligen Strassenraumes ab, wie in Kap. 7.1 beschrieben. Mit einem guten Konzept können hier hochwertige Lösungen gefunden werden, die zur Attraktivität der VSR beitragen (vgl. z. B. Abb. 68).



Abb. 68 Baumreihe, Ciclovia Belém – cais do Sodré in Lissabon (P)

Seitliche Begrenzung und unmittelbare Umgebung

Je nach Art der seitlichen Begrenzung können verschiedene Ziele erreicht werden: Sicherheitsabstand, physische Trennung der Verkehrsteilnehmer, gestalterische Aufwertung, Wiedererkennungseffekt usw. Für die Gestaltung der seitlichen Begrenzung und der unmittelbaren Umgebung sollte der gesamte Strassenraum – nicht nur die Fahrbahn – berücksichtigt werden.

7.3.8 Möblierung, Rast- und Serviceangebote

Rast- und Servicestationen erhöhen die Attraktivität einer Strecke. Sie stellen den Nutzern verschiedene Angebote zu unterschiedlichen Zwecken zur Verfügung. Die Servicestationen können mit bestehenden Infrastrukturen (Velostationen, multimodalen Drehscheiben, Umsteigknoten usw.) gekoppelt werden. Die Dichte und Lage dieser Servicestationen ist entscheidend. Je nach Länge der Veloschnellroute (vgl. Kap. 4) sollten die Angebote deshalb bezüglich Entfernung, Raumtyp und Lage zweckmässig auf der Strecke verteilt werden. Die in Tab. 15 aufgelisteten Elemente sind beispielhaft und können je nach Bedarf und Ressourcen ergänzt und kombiniert werden.

Die genutzten Elemente sollten idealerweise über die gesamte Strecke gleich gestaltet werden, um dem Anspruch der Wiedererkennbarkeit und dem Festigen der Identität / Branding der Strecke zu genügen. Mit einem Konzept soll auch hier sichergestellt werden, dass sich die Elemente logisch und harmonisch in den vorhandenen Raum einfügen. Dies beinhaltet architektonische und städtebauliche Fragestellungen. Wie die Beschilderung gibt auch die Möblierung die Möglichkeit, die „Marke“ VSR zu etablieren, indem die Elemente entsprechend neuartig / wiedererkennbar gestaltet werden.

Bei der Wahl der Materialien muss der Betrieb (Bewirtschaftung, Reinigung, Instandhaltung etc.) berücksichtigt werden, um eine Hochwertigkeit auch langfristig zu gewährleisten.

Hinsichtlich der Grösse und der Lage der Möblierung sind die Grundanforderungen (vgl. Kap. 8) zu berücksichtigen. So muss beispielsweise bei der Anordnung von Sitzbänken auf die Sicherheit geachtet werden: Eine Möglichkeit ist, die Sitzbänke von der Fahrbahn der VSR abgewandt zu stellen, so dass es nicht zu Konflikten mit Velofahrenden kommt, wenn jemand von der Sitzbank aufsteht.

Tab. 15 Beispiele für mögliche Angebote an Rast- und Servicestationen auf einer VSR

Zweck, Ziel	Beispiele für Möblierungselemente und Serviceangebote
Wetterschutz, Rast und Verweilen	<ul style="list-style-type: none"> • Sitzbänke • Überdachung (Wetterschutz) • Abfalleimer • Trittbrett / Haltegriff an LSA (vgl. Abb. 52) • Beleuchtung • Toiletten • Notrufsäule • Trinkwasserbrunnen
Information	<ul style="list-style-type: none"> • Übersichtskarte • WLAN-Hotspot • Wegweiser (vgl. Signalisation und Beschilderung) • Schilder mit Entfernungsangaben (wie auf Autobahnen)
Velo-Service	<ul style="list-style-type: none"> • Luftpumpe • Abstellmöglichkeit • Reparaturstation mit Werkzeug • Ersatzteilautomat • Ladesäule für E-Bikes
An Knotenpunkten	<ul style="list-style-type: none"> • Velostation • Info über ÖV-Anbindung / Car-Sharing etc. • Kiosk
Attraktivität, Freizeitweck	<ul style="list-style-type: none"> • Velozählstelle mit Anzeige • Aussichtspunkte • Touristische Informationen

Möblierung, Rast- und Serviceangebote

Für die Möblierung der Veloschnellroute sowie für Elemente als Rast- und Serviceangebote soll ein Gestaltungskonzept erstellt werden. Für Möblierungselemente sollte eine Liste der einzusetzenden Elemente angelegt werden. Wiederkehrende Elemente sollen gleich gestaltet werden.

7.4 „Marke“ Veloschnellroute

Für verschiedene Veloschnellrouten im Ausland wurde neben dem Konzept zur Infrastruktur auch ein Konzept zu Kommunikation und Marketing entwickelt. Ziele sind:

- Erreichen eines möglichst hohen Bekanntheitsgrads, auch bei „Neu-Velofahrenden“
- Belegen mit positiven „Botschaften“ oder Assoziationen
- Schaffen eines „Qualitätslabels“

Mit einem guten Kommunikationskonzept lässt sich nachhaltig beeinflussen, wie die Nutzenden über die VSR denken, über sie sprechen, sich mit ihr identifizieren und ob die VSR positive Assoziationen weckt. All das soll dazu dienen, ein möglichst positives Image der VSR zu schaffen, was letztendlich auch einen Beitrag zu einem positiven Image des Velofahrens leistet.

Die Schaffung der Marke VSR lässt sich beispielsweise über ein Logo, einen einprägsamen Namen, einen Slogan etc. erreichen. Durch entsprechende Kommunikation werden die Inhalte vermittelt, für die die Marke steht, beispielsweise „hier komme ich am schnellsten zur Arbeit“, „hier fahre ich immer zum Fussballverein“, „meine Kinder sind hier sicher“ o. ä. Vor allem steht die Marke – sichtbar durch das Logo, die spezielle Gestaltung (vgl. unten) etc. – für die hohe Qualität der VSR. Insofern ist die Marke namentlich auch ein Qualitätslabel für die Strecke.

Der „Radschnellweg Ruhr RS1“ setzt beispielsweise hierfür auf ein umfangreiches Konzept, in dem ein besonderer Schwerpunkt auf die regionale Einbindung der Strecke gelegt wird, damit sich die Nutzenden mit der Strecke identifizieren und sie als „ihre“ Strecke betrachten (vgl. Abb. 69).



Abb. 69 Logo und Slogan der VSR Radschnellweg Ruhr RS1, Metropole Ruhr (D) [12]

Anwendungsmöglichkeiten

Zur Anwendung kommt ein Logo / ein Farbkonzept / ein Corporate Design beispielsweise auf der Beschilderung der Strecke, wie in Abb. 70 auf einer Veloschnellroute in Kopenhagen. Auch Karten, Informationsmaterial oder eine Webseite – auch schon während der Planung – können auf diese Art gestaltet sein. Auf der sog. Rad-Vorrang-Route 2 („FR 2“) in Freiburg im Breisgau zum Beispiel (vgl. Abb. 71) wird das Logo auch direkt auf der Strecke auf den Boden markiert. Auf diese Weise werden mehrere Zwecke gleichzeitig erfüllt: Zum einen dient die Markierung als Wegweiser und zum anderen wird die Marke FR 2 beworben. Während die Markierung eines Logos im Ausland in verschiedenen Fällen angewendet wird ist dies in der Schweiz in dieser Form rechtlich nicht möglich. Vorgegebene Piktogramme sind nach geltendem Recht auf bestimmte Fälle beschränkt (bspw. Radweg, Radstreifen, Busstreifen, Fahrbahnrand vor Fussgängerinseln, Einbahnstrassen mit Velogegeverkehr etc.). Eine Überprüfung der rechtlichen Möglichkeiten in der Schweiz wird hierbei dringend empfohlen. Markierungen auf dem Boden oder tiefliegende Beschilderungen wie auf Abb. 70 werden von Velofahrenden viel besser wahrgenommen, da sie auf Augenhöhe liegen. Signalisation auf der gleichen Höhe wie für Autofahrende werden oft übersehen, da sie ausserhalb des Blickfeldes liegen.



Abb. 70 Einsatz des Logos der Veloschnellroute auf Wegweisern in Kopenhagen (DK)



Abb. 71 Einfaches, klar verständliches Logo / Piktogramm auf der Rad-Vorrang-Route 2 in Freiburg im Breisgau (D)

Weitere Formen der Marken-Bildung sind durch die Infrastruktur selbst möglich. Beispielsweise durch ein spezielles Beleuchtungskonzept mit entsprechend designten Kandelabern oder durch durchgehend gleich gestaltete Elemente von Rast- und Serviceangeboten kann die Wiedererkennbarkeit erreicht und damit die „Marke“ VSR geprägt werden. Ein gutes Beispiel hierfür ist wie bereits erwähnt die VSR F35 in Twente (NL), die in Abb. 72 zu sehen ist. Hier wurde mit einem speziell dafür designten Randstein ein schlichtes jedoch hochwertiges Alleinstellungsmerkmal der VSR geschaffen (vgl. Kap. 7.3.7 und [44]).



Abb. 72 Grauer Randstein als schlichtes, hochwertiges Gestaltungselement der VSR F35 in Twente (NL) [44]

Ein Kommunikations- und Marketingkonzept benötigt eine entsprechende Finanzierung. Ein gutes Konzept muss allerdings nicht zwingend sehr hohe Kosten verursachen. Viele Elemente wie z. B. das in Kap. 7.3.6 genannte intelligente Beleuchtungssystem in Almere (NL) können auch sehr kostengünstig gestaltet werden. Auch hier gilt es, auf der Basis der Überprüfung der Zweckmäßigkeit zu entscheiden. Oftmals wird genau bei Kommunikation und Marketing versucht, Kosten einzusparen. Es ist jedoch zu betonen, dass ein gutes Konzept mehr ist als etwas „Werbung“ für die Strecke, sondern den Nutzen und Erfolg der VSR nachhaltig beeinflussen kann.

8 Grundanforderungen und Bewertung

Die folgenden Tabellen geben Hinweise für die Planung bzw. Bewertung von Veloschnellrouten nach den Grundanforderungen attraktiv, sicher und schnell. Sie wurde nach dem Stand des heutigen Wissens (basierend auf der Literaturlauswertung unter Beizung von Experteninterviews und der empirischen Untersuchungen) festgelegt. Bei der Einteilung und Gewichtung der Qualitätsstufen sowie der Verkehrsqualität (LOS) ist weitere Forschung bezüglich Veloschnellrouten nötig. Ein Anwendungsbeispiel findet sich im Materialienband im Kapitel 6. Vergleiche dazu auch Materialienband Kap. 1.1).

Tab. 16 Legende für die Bewertung nach den Grundanforderungen

Bewertung	
Sehr gut	Optimalstandard
Gut	Normalstandard
Genügend	Abschnittweise möglich (vgl. Tab. 20)
Ungenügend	Genügt den Standards für Veloschnellrouten nicht
„No go“	Für Veloschnellrouten nicht geeignet.

Tab. 17 Grundanforderung Attraktiv

ATTRAKTIV	Kriterium	Ziel	Indikator	Qualitätsstufen
	Fahrfluss	Veloschnellrouten (VSR) sollen ein flüssiges und sicheres Fahren ermöglichen. Zeit- und energieraubende Unterbrechungen des Fahrflusses sind zu vermeiden.	Quantitativ Anzahl Fahrunterbrechungen (Anhaltzwang oder Abbremszwang) Siehe auch Kap. 6.9 und 6.10	keine Unterbrechung
				bis 1 Unterbrechung / km
				bis 2 Unterbrechungen / km
				bis 3 Unterbrechungen / km
mehr als 3 Unterbrechungen / km				
Gestaltung	VSR integrieren sich optimal in die jeweilige Umgebung. VSR sind möglichst selbsterklärend.	Qualitativ siehe Kap. 7	Die Strecke ist klar als VSR erkennbar und gut in den Strassenraum und die Umgebung integriert.	
			Die VSR ist klar erkennbar aber nur teilweise gut in die Umgebung integriert.	
			Die VSR ist nur teilweise als solche erkennbar und nur teilweise in die Umgebung integriert.	
			Die Strecke ist nicht mehr eindeutig als VSR erkennbar und nicht in die Umgebung integriert.	
			Die Strecke ist nicht mehr eindeutig als VSR erkennbar und wird als störender, unsicherer Fremdkörper im Strassenraum empfunden.	
Level of Service (LOS)	Veloschnellrouten weisen eine möglichst hohe Verkehrsqualität sowohl auf der Strecke als auch bei Knoten auf. Siehe Kap.6.3, 6.9 und 6.10	Quantitativ Strecke: LOS abhängig von \varnothing km/h, σ km/h, Richtungsverteilung, Anteil FG, Breite Knoten: LOS abhängig von der mittleren Wartezeit	Für mindestens 80 % der Velofahrenden ist das LOS A . Das LOS ist nirgends tiefer als B	
			Für mindestens 80 % der Velofahrenden ist das LOS B . Das LOS ist nirgends tiefer als C .	
			Das LOS ist nirgends tiefer als C .	
			Für mindestens 80 % der Velofahrenden ist das LOS C . Das LOS ist nirgends tiefer als D .	
			Das LOS ist D oder tiefer.	
Oberfläche	Veloschnellrouten sollen möglichst ebene und feine Asphalt- oder Betondeckschichten aufweisen. Naturbelag oder Kopfsteinpflaster soll nicht zum Einsatz kommen. ⁵ Siehe Kap. 6.8	Quantitativ Die Oberfläche wird quantitativ beurteilt. Grundlage bildet der Streckenanteil, welcher über eine Asphalt oder Betondeckschicht verfügt.	100 % glatter Asphalt	
			Grösstenteils glatter Asphalt	
			Abschnittsweise rauher Asphalt oder Beton	
			Grösstenteils rauher Asphalt oder Beton	
			Grösstenteils rauher Asphalt, Schlaglöcher	
Naturbelag, Kopfsteinpflaster				

⁵ Einlaufschächte sollten zudem plan sein bzw. als Längsrinnen am Fahrbahnrand ausgeführt werden.

Tab. 18 Grundanforderung Sicher

	Kriterium	Ziel	Indikator	Qualitätsstufen			
SICHER	Verkehrsregime und -belastung	Führung der Veloschnellroute auf eigenständig geführter Radverkehrsanlage bzw. auf Strassen mit möglichst wenig MIV oder mit geeigneter Radverkehrsanlage	Quantitativ Kategorie nach Abschnitt Siehe auch Kap 5	100 % in der Kategorie 1			
				Mehr als 80 % in der Kategorie 1 Weniger als 20 % in der Kategorie 2			
	1 Radweg motorfahrzeugfreie / -arme Strasse (gem. SSV-Signal 2.13) Velostrasse Radstreifen breit mit durchgezogener Sicherheitslinie 2 Gemeinsamer Rad- und Fussweg Busstreifen Busstreifen mit Radstreifen Verkehrsberuhigte Strasse (T30-Zone oder Strecke) 3 Strassen mit DTV > 3'000 (ohne geeignete Velo-Infrastruktur) Radstreifen konventionell Die jeweilige Eignung einer Führungsform ist zusätzlich situationsbedingt zu prüfen. Hinweise dazu in Kapitel 5	Mehr als 60 % in der Kategorie 1 Weniger als 40 % in der Kategorie 2 Weniger als 60 % in den Kategorie 1 Mehr als 40 % in der Kategorie 2 Abschnitte in der Kategorie 3					
			weniger als 0.2 Wechsel / km				
			bis 0.5 Wechsel / km				
			bis 1 Wechsel / km				
	Homogenität	Veloschnellrouten sind möglichst homogen zu führen. Wechsel des Führungsprinzips und des Verkehrsregimes sind zu minimieren.	Quantitativ Anzahl Wechsel pro Abschnitt	bis 2 Wechsel / km			
				mehr als 2 Wechsel / km			
				Gefahrenstellen	Möglichst keine (potenziellen) Gefahrenstellen Siehe auch Kap. 6.1 und 6.2	Quantitativ Anzahl pro Abschnitt wie z. B. schwierige Knoten, ungenügende Sichtweiten, Linksabbiegemanöver, Querungen von Hauptverkehrsstrassen, Schienenquerungen in schlechtem Winkel (Bsp. Tram), Grundstückszufahrten	Keine Gefahrenstellen
							max. 0.2 Gefahrenstellen / km
max. 0.5 Gefahrenstellen / km							
Sicherheitsempfinden	Veloschnellrouten sollen Angsträume und Angst verursachende Stellen (Belästigungen, Überfälle), sowie Stellen, an denen die gefühlte Verkehrssicherheit (z. B. MIV sehr schnell, Infrastruktur für Velo sehr schmal o. ä.) gering ist, möglichst meiden.	Quantitativ / Qualitativ Anzahl problematischer Stellen (Unterführungen, andere Orte mit schlechter Einsehbarkeit, schlechte Beleuchtung, fehlende soziale Kontrolle)	max. 1 Gefahrenstellen / km				
			mehr als 1 Gefahrenstelle / km				
			Keine problematischen Stellen				
			Bis 0.1 Stellen / km				
			Bis 0.2 Stellen / km				
Bis 0.5 Stellen / km							
Mehr als 0.5 Stellen / km							

Tab. 19 Grundanforderung Schnell

	Kriterium	Ziel	Indikator	Qualitätsstufen
SCHNELL	Direktheit	Veloschnellrouten sollen möglichst direkt zwei Ziele verbinden. Umwege und Höhendifferenzen sind zu vermeiden. Berechnung vgl. Kap. 6.5	Quantitativ Die Direktheit D wird quantitativ beurteilt: A) Bei freier Trassewahl: D = Abweichung von der Luftlinie und der natürlichen Höhendifferenz. 40 Höhenmeter Steigung wirken wie ein Kilometer zusätzliche Fahrt. B) Parallel zu Hauptverkehrsstrassen: D = Abweichung von der parallelen HVS	Direktheit D ≤ 110 %
				Direktheit D ≤ 115 %
				Direktheit D ≤ 120 %
				Direktheit D ≤ 135 %
				Direktheit D ≥ 135 %
	Erschließung	Wichtige Ziele mit hohem Potenzial werden optimal angebunden. Das untergeordnete Netz ist möglichst gut auf die Veloschnellroute ausgerichtet. Siehe Kap. 4	Qualitativ Wie gut sind wichtige Ziele angebunden? Wie gut ist das übrige Netz auf die Veloschnellroute ausgerichtet? Sind die Anschlüsse flüssig und sicher befahrbar und logisch? Ist eine verständliche Ziel-Wegweisung vorhanden?	Sehr gut
				gut
				genügend
				ungenügend
				schlecht
	Projektierungsgeschwindigkeit	möglichst zügiges und sicheres Vorwärtkommen für Velofahrende möglich Siehe Kap. 6.1	Quantitativ Projektierungsgeschwindigkeit pro Abschnitt (bezogen auf Sichtweiten und Radien gem. SN 640 060).	≥ 30 km/h für alle Radien und Sichtweiten
				≥ 25 km/h für alle Radien und Sichtweiten
				≥ 20 km/h für alle Radien und Sichtweiten
				≥ 18 km/h
				< 18 km/h

Bewertung und Verhältnismässigkeit

Idealerweise erfüllt eine Veloschnellroute alle Kriterien mit *Sehr gut*. Im Sinne der Verhältnismässigkeit muss aber immer zwischen der möglichen Wirkung und der Grösse des Eingriffs hinsichtlich der Eigentumsverhältnisse, Kosten, Auswirkungen auf andere Verkehrsteilnehmende etc. abgewogen werden. Untenstehender Bewertungsschlüssel kann bei der Bewertung einer Veloschnellroute und der Beurteilung der Verhältnismässigkeit zweckmässig sein (vgl. dazu auch Materialienband Kap. 1.1).

Tab. 20 Bewertungsschlüssel für Veloschnellrouten

Bewertung	Nötiger Anteil für Schnellroutenstandard
Sehr gut	Min. 70 % der Strecke (und Knoten)
Gut	
Genügend	Max. 25 % der Strecke (und Knoten)
Ungenügend	Max. 5 % der Strecke (und Knoten), wenn Kompensationsmassnahmen getroffen werden. Zwingendes Ziel ist die schnellstmögliche Behebung der ungenügenden Abschnitte
„No go“	0 %

Bei einer Veloschnellroute müssen demnach mindestens 70 % der Strecken und Knoten die Qualitätsstufen *Sehr gut* oder *Gut* erreichen. Erreicht ein Abschnitt bei einem Merkmal beispielsweise nur eine Bewertung *Genügend*, dann bedeutet dies, dass der entsprechende Abschnitt auch in der Gesamtbewertung nur *Genügend* erreicht. Maximal 25 % der Strecken und Knoten dürfen ein *Genügend* und höchstens 5 % ein *Ungenügend* (Kompensationsmassnahmen nötig) erreichen. Als *Ungenügend* kann zum Beispiel eine bestehende Brücke mit einem zu schmalen Querschnitt der Veloinfrastruktur gelten. Der Abschnitt beträgt weniger als 5 % der Gesamtlänge. Ist ein sofortiger Neubau oder eine Verbreiterung nicht möglich (z. B. wegen Finanzierung via Agglomerationsprogramm, Eigentumsverhältnissen etc.), muss diese auf einen späteren Zeitpunkt verschoben werden. Bis dahin kommen Kompensationsmassnahmen (z. B. Temporeduktion, Warnhinweise, Markierungen) zum Einsatz. Das Ziel bleibt dennoch die schnellstmögliche Behebung des ungenügenden Zustandes (vgl. dazu auch Materialienband Kap. 1.2.2).

9 Überblick Grundprinzipien

Die folgende Tab. 21 konkretisiert zusammenfassend das neue Netzelement Veloschnellroute und listet die vorher erläuterten Grundprinzipien auf.

Tab. 21 Konkretisierung Veloschnellroute

Begriff	Beschrieb
Definition	Veloschnellrouten sind die hochwertigsten Verbindungen im Radverkehrsnetz einer Agglomeration oder Region . Sie sind attraktiv, sicher und schnell und verknüpfen wichtige Ziele mit hohen Potenzialen insbesondere im Berufs- und Ausbildungsverkehr .
Veloschnellroute	Der Begriff Veloschnellroute leitet sich aus der Nomenklatur des VSS bzw. ASTRA ab. Daneben sind weitere Begriffe im Einsatz wie etwa <i>Veloschnellverbindung</i> oder <i>Velobahn</i> . Sofern diese keine negativen Assoziationen auslösen spricht nichts dagegen diese weiter zu nutzen.
Netzebene und Funktion	Veloschnellrouten sollen analog den hochrangigen Strassen im motorisierten Verkehr die höchste Netzebene bilden. Ihre verkehrsplanerischen Funktionen sind primär verbinden sowie durchleiten und in den dichten städtischen Räumen auch sammeln .
Verkehrszweck	Veloschnellrouten dienen vor allem – aber nicht ausschliesslich – dem Berufs- und Ausbildungsverkehr als hochwertige Verbindung.
Grundanforderungen	Veloschnellrouten sind attraktiv, sicher und schnell . Ein wesentlicher Faktor für die Verkehrsmittelwahl im Pendlerverkehr ist die Zeit, bzw. Schnelligkeit. Zudem sind Pendler keine homogene Gruppe. Veloschnellrouten müssen deshalb für alle Anspruchsgruppen attraktiv und sicher sein.
Einsatzgebiet Potenzial	Veloschnellrouten verknüpfen wichtige Ziele mit hohen Pendlerpotenzialen . Das Haupteinsatzgebiet liegt in Agglomerationen (Grundprinzip 1) .
Führungsform	Die Platz- und Nutzungsverhältnisse sowie die Raumstruktur bestimmen die jeweilige Führungsform (Grundprinzip 2).
Projektierungselemente	Raumtyp und Velopotenzial bestimmen die Projektierungselemente (Grundprinzip 3). Die begrenzenden Faktoren im dichten städtischen Raum sind der Platz, im weniger dichten Raum das Potenzial bzw. Aufkommen. Es gilt im Sinne der Verhältnismässigkeit die richtige Lösung zu finden. Die situationsabhängige normale Breite der Infrastruktur kann mit Hilfe des massgebenden Begegnungsfalls und der erwünschten Verkehrsqualität ermittelt werden.
Gestaltung	Veloschnellrouten integrieren sich optimal in die jeweilige Umgebung (Grundprinzip 4) . Veloschnellrouten sind möglichst selbsterklärend (Grundprinzip 5) .

10 Weiterer Forschungsbedarf

Im Folgenden werden in der Forschungsarbeit aufgeworfene Fragen mit weiterem Forschungsbedarf tabellarisch aufgelistet. Die Reihenfolge der Nennungen entspricht einer ersten subjektiven Priorisierung aufgrund von Diskussionen mit der Begleitkommission und einer Einschätzung der Forschungsstelle.

Tab. 22 Themen für weitere Forschung zu Veloschnellrouten

Thema	Forschungsbedarf
Knoten mit Vortritt Velo	Die vortrittsberechtigende Führung einer Veloschnellroute über eine untergeordnete Strasse scheint unter bestimmten Bedingungen geeignet. Dazu ist allerdings weitere Forschung nötig. Vgl. Materialienband Kap. 1.3.2
LOS	Die LOS-Werte in Kap. 6.3.2 leiten sich aus der Forschungsarbeit VSS 2007 / 306 [53] ab. Es wäre nötig, weitere Zwischenbreiten empirisch zu ermitteln. Zudem wäre mit Blick auf die zunehmenden Geschwindigkeiten (steigender E-Bike-Anteil) nach einigen Jahren eine Überprüfung auch für höhere Geschwindigkeiten erforderlich. Vgl. Kap. 6.3.2
Wegweisung, Signalisation, Markierung	Die aus dem Ausland bekannten unkonventionellen Möglichkeiten bei der Markierung (z. B. Routenpiktogramme am Boden), Wegweisung oder Signalisation auf Veloschnellrouten sind in der Schweiz in der Regel rechtlich nicht vorgesehen / zulässig. Eine Untersuchung neuer Ansätze und deren verkehrlichen und kommunikativen Effekte für die Situation in der Schweiz wäre nötig. Besonders die Überprüfung der Möglichkeiten von Signalisation in Form von Markierungen am Boden, Wegweisung auf tiefliegenden Wegweisern sowie der Effekt einer durchgehenden farblichen Gestaltung (z.B. farbiger Belag) wird empfohlen. Vgl. Kap. 7.3
Grundanforderungen - Qualitätsstufen	Bei der Einteilung und Gewichtung der Qualitätsstufen ist weitere, vertiefende Forschung nötig. Vgl. Kap. 8
Busstreifen (mit/ohne Radstreifen)	Diese Führungsart für VSR wird in der Literatur kontrovers diskutiert. In den engen städtischen Räumen der Schweiz verspricht sie viel Potenzial. Eine wichtige Frage lautet, inwieweit diese Führungsart von den Zielgruppen angenommen wird. Die Eignung ist zudem abhängig von der Haltestellendichte, Busfrequenz, Veloverkehrsaufkommen, Breiten und Neigung. Vgl. Materialienband Kap. 1.1.3
Knoten ohne LSA – Aufstellbereiche	Die Aufstellbereiche sind auf Veloschnellrouten entsprechend grosszügig auszuführen. Die Bemessung ist abhängig von der Radverkehrsmenge und der mittleren Wartezeit und kann gemäss dem Vorschlag in der VSS-Norm SN 2007 306 [53] berechnet werden. Hier scheint jedoch noch weitere empirische Forschung nötig. Vgl. Kap. 6.9
Fussverkehr	Fussverkehr auf Veloschnellrouten: Zu Möglichkeiten und Risiken sowie daraus resultierenden Anforderungen besteht Untersuchungsbedarf. Vgl. Materialienband Kap. 1.1.3
Nebeneinanderfahren	Welche Wirkung hat der soziale Aspekt des Nebeneinanderfahrens auf VSR auf den Modal Split resp. hat das Kriterium Nebeneinanderfahren Einfluss auf die Entscheidung mit dem Velo zu fahren (Umsteigen MIV → Velo)? Vgl. Kap. 6.3.3
FäG	Zum Thema fahrzeugähnliche Geräte (FäG) auf einer Veloschnellroute gibt es keine Untersuchungen. Es bestehen Fragen zu möglichen Konflikten, zur Sicherheit und den daraus resultierenden Anforderungen.

11 Anpassungsvorschläge Normen und Gesetzgebung

Veloschnellrouten können ohne Anpassungen der bestehenden Gesetze und Normen realisiert werden. Dennoch wurde im Rahmen der Forschung ein Anpassungsbedarf festgestellt: Mit Blick auf internationale Beispiele besteht zum einen der Wunsch, die Bandbreite der möglichen Führungsformen und deren Ausprägung zu erweitern. Zum anderen gibt es auch Bedarf, die bestehenden Möglichkeiten zur Markierung und Signalisation nach notwendigen Neuerungen zu überprüfen. Nicht zuletzt wurde insbesondere von der Begleitkommission auf veraltete Formulierungen in den Normen hingewiesen, die es anzupassen gelte.

Velostrassen

Velostrassen sind eine mögliche Führungsform für Radschnellverbindungen beispielsweise in Deutschland, den Niederlanden und Österreich. In Kopenhagen sind sie auf VSR hingegen nicht vorgesehen. Derzeit laufen in der Schweiz in mehreren Städten Pilotversuche. Daraus sollte auch die Eignung für Veloschnellrouten abzuleiten sein. Ein wichtiger Aspekt für Veloschnellrouten ist dabei das Spannungsfeld Siedlungsverträglichkeit versus höhere Geschwindigkeiten (insb. schnelle E-Bikes). Sollten die Ergebnisse positiv ausfallen, ist eine Aufnahme dieser Führungsform in das Strassenverkehrsrecht sinnvoll.

Markierung und Signalisation

Im Ausland kommt auf Veloschnellrouten häufig ein Logo als Piktogramm auf der Fahrbahn zum Einsatz. Auf diese Weise werden mehrere Zwecke gleichzeitig erfüllt: Zum einen dient die Markierung als Wegweiser und zum anderen wird die Marke der VSR beworben. Diese Form der Markierung eines Logos als Piktogramm ist in der Schweiz nach geltendem Recht so nicht zulässig. Vorgegebene Piktogramme sind nur in bestimmten Fällen erlaubt (bspw. Radweg, Radstreifen, Busstreifen, Fahrbahnrand vor Fussgängerinseln, Einbahnstrassen mit Velogegenverkehr etc.). Eine Überprüfung der rechtlichen Möglichkeiten in der Schweiz wird hierbei dringend empfohlen. Markierungen auf dem Boden oder tiefliegende Beschilderungen werden von Velofahrenden viel besser wahrgenommen, da sie auf Augenhöhe liegen. Signalisation auf der gleichen Höhe wie für Autofahrende werden oft übersehen, da sie ausserhalb des Blickfeldes liegen.

Radstreifenbreiten

Auf Veloschnellrouten können unter anderem breite Radstreifen mit durchgezogener Linie zum Einsatz kommen. Die Mindestbreite sollte 2.20 m nicht unterschreiten. Im Strassenverkehrsrecht gibt es keine Einschränkung bei der Breite von Radstreifen. Die VSS-Norm **SN 640 201** Geometrisches Normalprofil behandelt das Thema Radstreifenbreite im Anhang Nr. 2 „Hinweise auf Breiten von einigen speziellen Streifen“: Radstreifen sollten demnach in flachen Abschnitten mind. 1.20 m betragen; anzustreben wären aber 1.50 m bis 1.80 m. Gemäss VSS-Norm **SN 640 262** Knoten in der Ebene (ohne Kreisverkehr) ist eine Radstreifenbreite von 2.00 m nicht zu überschreiten. Im aktuellen Forschungsbericht 2010/207 [22] wird eine Radstreifenbreite von maximal 2.25 m bei mehr als 100 Velos/h vorgeschlagen. Anwendungsbeispiele (z. B. „Velohaupttroute Wankdorf“ in Bern mit einer Breite von 2.50 m) zeigen, dass breitere Radstreifen problemlos möglich sind.

Es wird empfohlen, eine Anpassung der Normen mit Blick auf breite Radstreifen mit durchgezogener Linie vorzunehmen.

SN 640 060

Die VSS-Norm SN 640 060 von 1994 ist die Grundnorm für den Veloverkehr. Derzeit ist eine Überarbeitung der Norm in Planung. Nicht zuletzt müsste das Netzelement Veloschnellroute aufgenommen werden.

Anhang

Die Inhalte der folgenden Kapitel sind im Materialienband zum Forschungsbericht zu finden.

	Impressum	4
	Hinweis zum Dokument.....	7
1	Analyse.....	9
1.1.	Literaturanalyse.....	10
1.1.1.	Definition Veloschnellroute.....	10
1.1.2.	Nutzende und Nutzen einer Veloschnellroute.....	11
1.1.3.	Raumtypen, Führungsarten und -formen.....	14
1.1.4.	Standards und Projektierungselemente in Abhängigkeit von Raumtyp und Führungsart.....	18
1.1.5.	Stadträumliche Integration und Gestaltung.....	26
1.2.	Zusammenzug der vorhandenen Erfahrungen.....	28
1.2.1.	Vertiefte Untersuchung der Projektunterlagen.....	28
1.2.2.	Expertenbefragung und Auswertung.....	30
1.3.	Wirkungsanalyse.....	38
1.3.1.	Veloschnellroute Thun - Heimberg.....	40
1.3.2.	Veloschnellroute Solothurn – Wasseramt.....	42
1.3.3.	Veloschnellroute Wabern – Kehrsatz.....	46
1.3.4.	Befragungen vor Ort.....	48
1.3.5.	Beobachtung Städtebau.....	58
1.4.	Zusammenfassung Analyse.....	61
2	Entwicklung und Festlegung.....	65
3	Zusatzmaterial zum Kapitel 1 Analyse.....	67
3.1.	Literaturanalyse.....	67
3.1.1.	Auswertung Netzebene, Infrastruktur sowie Zielgruppen und Potenzial.....	67
3.1.2.	Auswertung Netzkategorien und Begriffe.....	81
3.1.3.	Grundanforderungen.....	83
3.1.4.	Raumtypen, Führungsarten und -formen.....	84
3.1.5.	Standards in Abhängigkeit von Raumtyp und Führungsart.....	85
3.2.	Zusammenzug der vorhandenen Erfahrungen.....	88
3.2.1.	Expertenbefragung und Auswertung.....	88
3.3.	Wirkungsanalyse.....	88
3.3.1.	Thun – Heimberg.....	90
3.3.2.	Solothurn – Wasseramt.....	107
3.3.3.	Wabern – Kehrsatz.....	125
3.4.	Befragungen vor Ort.....	129
3.4.1.	Analyse: alle Standorte.....	129
3.4.2.	Analyse: Thun – Heimberg.....	135
3.4.3.	Analyse: Solothurn – Wasseramt.....	147
3.4.4.	Analyse: Wabern – Kehrsatz.....	159
3.4.5.	Analyse: E-Bikes.....	171
4	Berechnung des LOS nach Veloverkehrsaufkommen.....	179
5	Entwicklung des geometrischen Normalprofils für Radstreifen und Radwege.....	187
6	Anwendung der Grundanforderungen.....	199
7	Vorgaben des ASTRA für die Pilotprojekte des Pilotversuchs Velostrassen.....	209

Glossar & Abkürzungsverzeichnis	213
Quellenverzeichnis	215
Abbildungsverzeichnis.....	219
Tabellenverzeichnis.....	227
Projektabschluss	229
Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen	233
SVI Publikationsliste.....	235

Glossar & Abkürzungsverzeichnis

Begriff	Bedeutung
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
ASTRA	Bundesamt für Strassen
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
DWV	Durchschnittlicher Werktagsverkehr
FG	Fussgänger
FGSV	Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen
HVS	Hauptverkehrsstrasse
KFZ	Kraftfahrzeug
LOS	Level of Service = Verkehrsqualität
LSA	Lichtsignalanlage
MIV	Motorisierter Individualverkehr
PW	Personenwagen
SN	Schweizer Norm
SVI	Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten
T30	Tempo 30 km/h
T50	Tempo 50 km/h
VSR	Veloschnellroute
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute

Quellenverzeichnis

Literaturrecherche Hauptliteratur

-
- [1] AGFS (Arbeitsgemeinschaft fussgänger- und fahrradfreundlicher Städte) [Hrsg.] (2014). Radschnellwege in NRW: Dokumentation des Landeswettbewerbs Radschnellwege. Krefeld.
-
- [2] asa (Arbeitsgemeinschaft für Siedlung und Architektur) [Hrsg.] (2013). Stadt Winterthur: Projektstudie Velobahnen. Rapperswil-Jona.
-
- [3] CROW [Hrsg.] (2006). Design manual for bicycle traffic. Ede.
-
- [4] CROW [Hrsg.] (2014). Inspiratieboek snelle fietsroutes. Ede.
-
- [5] CROW [Hrsg.] (2005). Fietsberaad in: CROW publicatie 216; Fietsstraten in hoofd fietsroutes: Toepassing in de praktijk. Ede..
-
- [6] FGSV (Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen) [Hrsg.] (2014). Arbeitspapier, Einsatz und Gestaltung von Radschnellverbindungen. Köln.
-
- [7] FGSV (Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen) [Hrsg.] (2010). Empfehlungen für Radverkehrsanlagen ERA. Köln.
-
- [8] Goudappel Coffeng [Hrsg.] (2010). Kwaliteitseisen hoogwaardige snelfietsroute F 59. Deventer.
-
- [9] Kontextplan AG [Hrsg.] (2014). Grüne Welle für Velofahrende; Machbarkeitsuntersuchung im Auftrag der Fachstelle Fuss- und Veloverkehr Bern. Bern.
-
- [10] SHP Ingenieure [Hrsg.] (2011). Metropolregion, Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie zu Radschnellwegen. Hannover.
-
- [11] Regio Twente [Hrsg.] (2009). Masterplan Fietssnelweg F35 – Eindversie. Enschede.
-
- [12] Regionalverband Ruhr [Hrsg.] (2014). Machbarkeitsstudie RS1, Radschnellweg Ruhr. Essen.
-
- [13] Schmid, T. (2014). Velobahn im Limmattal, Möglichkeiten zur Entwicklung des Langsamverkehrs in der Agglomeration. Zürich.
-
- [14] Supercykelstier [Hrsg.] (ohne Jahr). The concept. Cycle Super Highways in Greater Copenhagen area. Kopenhagen. Internet: <http://www.supercykelstier.dk/concept> (abgerufen am 29.9.2014).
-
- [15] Transport for London [Hrsg.] (ohne Jahr). Barclays Cycle Superhighways maps. London. Internet: <http://www.tfl.gov.uk/modes/cycling/routes-and-maps/barclays-cycle-superhighways> (abgerufen am 29.9.2014).
-

Weitere verwendete Quellen

-
- [16] Ackermann, Patrick / Hager, Kathrin (2015). Velonetzplanung im Kanton Zürich. In: Strasse und Verkehr (10 / 2015).
-
- [17] ARE (Bundesamt für Raumentwicklung) / BAFU (Bundesamt für Umwelt) / BFS (Bundesamt für Statistik) (2011): Landschaftstypologie Schweiz, Teil 2, Beschreibung der Landschaftstypen. Internet: <http://www.are.admin.ch/themen/raumplanung/00244/04456/index.html?lang=de> (abgerufen am 07.04.2016).
-
- [18] ASTRA (Bundesamt für Strassen) [Hrsg.]. SchweizMobil [Hrsg.] (2008). Handbuch Planung von Velorouten, Vollzugshilfe Langsamverkehr Nr. 5. Bern.
-
- [19] ASTRA (Bundesamt für Strassen) / Stiftung SchweizMobil (2010): Handbuch Wegweisung für Velos, Mountainbikes und fahrzeugähnliche Geräte. Bern.
-
- [20] ASTRA (Bundesamt für Strassen) / SVI (Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten) (2015): Veloverkehr in den Agglomerationen – Einflussfaktoren, Massnahmen und Potenziale, SVI 2004 / 096 / 1512. Zürich.
-
- [21] ASTRA (Bundesamt für Strassen) / Velokonferenz Schweiz (2015). Velobahnen Grundlagendokument. (=Materialien zum Langsamverkehr Nr. 136).
-
- [22] ASTRA (Bundesamt für Strassen) [Hrsg.]: Forschungsauftrag 2010/207 auf Antrag des VSS (Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute) (2016). Erarbeiten von Grundlagen für die Trassierung von sicheren Fahrbahnen für den Veloverkehr, Radwege aller Art. Bern.
-
- [23] ASTRA (Bundesamt für Strassen) [Hrsg.] (2015). Analyse der Unfälle 2005 bis 2014: Personen- und infrastrukturbezogene Auswertung. Bern.
-
- [24] ASTRA (Bundesamt für Strassen) [Hrsg.] (2013). Weisungen über besondere Markierungen auf der Fahrbahn. Bern.
-
- [25] Baker, Julian (2013). Velo-Potenzialanalyse Kanton Bern. Bern.
-
- [26] Bähler, Christof (2012). Fachtagung 2012, Geschüttelt oder Gerührt: Grenzen des Mischverkehrs. Bern. Internet: <http://www.velokonferenz.ch/de/publikationen/dok-veranstaltungen/f2012> (abgerufen am 12.6.2015).
-

-
- [27] Bendiks, Stefan / Degros, Agalée (2013). Fietsinfrastructuur. Rotterdam.
-
- [28] BFE (Bundesamt für Energie) [Hrsg.] (2014). Verbreitung und Auswirkung von E-Bikes in der Schweiz. Bern.
-
- [29] BFS (Bundesamt für Statistik), ARE (Bundesamt für Raumentwicklung) (2012). Mobilität in der Schweiz, Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010, Neuchâtel und Bern.
-
- [30] BFS (Bundesamt für Statistik) [Hrsg.] (2014). Raum mit städtischem Charakter der Schweiz 2012: Eine neue Definition der Agglomerationen und weiteren städtischen Raumkategorien. Neuchâtel.
-
- [31] bfu (Beratungsstelle für Unfallverhütung) [Hrsg.] (2015). bfu-Report Nr.72: E-Bikes im Strassenverkehrs-Sicherheitsanalyse. Bern.
-
- [32] Die Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft [Hrsg.] (2013). BehiG: Bundesgesetz über die Beseitigung von Benachteiligungen von Menschen mit Behinderungen. Bern.
-
- [33] Freiburg, Garten- und Tiefbauamt, Abt. Verkehrsplanung [Hrsg.] (2012): Radverkehrskonzept Freiburg 2020, Erläuterungsbericht. Freiburg.
-
- [34] FUSS e.V. / UMKEHR e.V. [Hrsg.] (2016): Radschnellweg Ruhr: Verbale Superlative und ihre Realisierung. In: mobilogisch! Zeitschrift für Ökologie, Politik und Bewegung, 1/2016.
-
- [35] Gemeente Almere [Hrsg.] (2016): Ambitiedocument Spoorbaanpad. Almere.
-
- [36] Google Earth (2015). Zwolle, Niederlande. Internet: <https://www.google.ch/maps/@52.516323,6.089126,148m/data=!3m1!1e3> (abgerufen am 21.12.2015).
-
- [37] Hötzendorfer, Peter (2015). Variantenvergleich möglicher Fahrradschnellverbindungen zwischen Aarau und Olten mittels Fahrradrouting. Zürich.
-
- [38] Kanton Bern (2014). Richtplan Kanton Bern 2030: Richtplaninhalte Siedlung (= Raumkonzept Kanton Bern). Bern.
-
- [39] Kanton Zürich [Hrsg.] (2016): Verkehrsmonitoring roteingefärbter Radverkehrsanlagen, Stadt Dübendorf, Schlussbericht. Zürich.
-
- [40] Kirschbaum [Hrsg.] (2015). Strassenverkehrstechnik Nr.10: Themenheft Radschnellwege. Bonn.
-
- [41] Koch, Walter J. (2011): Die outgesourcte Identität. Entwurf einer Strategie für die Symbolökonomie. Wiesbaden.
-
- [42] Komobile / IVV TU Wien / UBA (2011): su:b:city Endbericht. Wien.
-
- [43] Norberg-Schulz, Christoph (1982): Genius Loci. Landschaft, Lebensraum, Baukunst. Stuttgart.
-
- [44] Regio Twente [Hrsg.] (2014). Masterplan Fietssnelweg F35 – Actualisatie 2013. Enschede
-
- [45] Schuler Martin / Joye Dominique / Dessemontet Pierre (2005). Eidgenössische Volkszählung 2000: Die Raumgliederungen der Schweiz, BFS. Neuenburg.
-
- [46] SVI (Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten) [Hrsg.]: Forschungsauftrag 2014/003: Elektrovelos und Verkehrssicherheit. (*derzeit in Arbeit, ohne Ort*).
-
- [47] Schweizerischer Bundesrat (1979): SSV (Signalisationsverordnung) (Stand am 1. Januar 2016).
-
- [48] Stadt Luzern (2014): Nachnutzung Zentralbahntrasse: Rad-/Gehweg Luzern-Kriens/Howw (Bericht und Antrag an den Grossen Stadtrat von Luzern vom 17. September 2014).
-
- [49] Stadt Luzern (2016): Rad- und Gehweg Luzern-Kriens/Howw auf dem Zentralbahntrasse. Internet: http://www.stadt Luzern.ch/de/online/main/dienstleistungen/?dienst_id=31398 (abgerufen am 04.04.2016).
-
- [50] Tiefbauamt des Kantons Bern (o.J.): Gleichberechtigung fürs Velo: Radweg Wankdorf – Zollikofen. Bern.
-
- [51] Tiefbauamt des Kantons Bern (2015): Anlagen für den Veloverkehr, Arbeitshilfe. Bern.
-
- [52] Velokonferenz Schweiz [Hrsg.] (2012): Veloverkehr im Einflussbereich von Hochleistungsstrassen (HLS). Empfehlungen zu Planung, Realisierung und Betrieb. Biel/Bienne.
-
- [53] VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute) [Hrsg.] (2013). Forschungsauftrag VSS 2007/306: Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit von Anlagen des leichten Zweirad- und des Fussgängerverkehrs. Zürich.
-
- [54] VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute) [Hrsg.] (2015). Forschungsauftrag VSS 2011/024: Langsamverkehrsfreundliche Lichtsignalanlagen. Zürich.
-
- [55] VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute) [Hrsg.] (1999). Schweizer Norm 640 022: Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit. Knoten ohne Lichtsignalanlage. Zürich
-
- [56] VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute) [Hrsg.] (1992). Schweizer Norm 640 040b: Projektierung, Grundlagen, Strassentypen. Zürich.
-
- [57] VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute) [Hrsg.] (1994). Schweizer Norm 640 060: Leichter Zweiradverkehr. Zürich.
-
- [58] VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute) [Hrsg.] (1991). Schweizer Norm 640 080b: Projektierung, Grundlagen. Zürich.
-
- [59] VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute) [Hrsg.] (2003). Schweizer Norm 640 200a: Geometrisches Normalprofil. Allgemeine Grundsätze, Begriffe und Elemente. Zürich.
-
- [60] VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute) [Hrsg.] (1992). Schweizer Norm 640 201: Geometrisches Normalprofil. Zürich.
-

-
- [61] VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute) [Hrsg.] (1992). Schweizer Norm 640 202: Geometrisches Normalprofil. Erarbeitung. Zürich.
-
- [62] VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute) [Hrsg.] (2000). Schweizer Norm 640 211: Entwurf des Strassenraums, Grundlagen. Zürich.
-
- [63] VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute) [Hrsg.] (2013). Schweizer Norm 640 212: Entwurf des Strassenraums, Gestaltungselemente. Zürich.
-
- [64] VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute) [Hrsg.] (2009). Schweizer Norm 640 214: Entwurf des Strassenraums, Farbliche Gestaltung von Strassenoberflächen. Zürich.
-
- [65] VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute) [Hrsg.] (1999). Schweizer Norm 640 252: Knoten. Führung des leichten Zweiradverkehrs. Zürich.
-
- [66] VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute) [Hrsg.] (2006). Schweizer Norm 640 829a: Strassensignale, Signalisation Langsamverkehr. Zürich.
-
- [67] VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute) [Hrsg.] (2005). Schweizer Norm 640 850a: Markierungen, Ausgestaltung und Anwendungsbereiche. Zürich.
-
- [68] Wikipedia [Hrsg.] (2015). Internet: www.wikipedia.org: „Radverkehrsanlage“. (abgerufen am 21.12.2015).
-
- [69] Wollseifen, Kristina / Herrmann Moritz (2013): Berlin testet „Count-Down“-Ampeln. In: Der Tagesspiegel vom 20.09.2013. Internet: <http://www.tagesspiegel.de/berlin/vorsicht-fussgaenger-berlin-testet-count-down-ampeln/8822336.html> (abgerufen am 10.05.2016).
-

Interviews

-
- [70] Andriesse, Rico. Goudappel Coffeng. Deventer NL (Interview am 27.10.2015).
-
- [71] Auer, Barbara. Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-Stadt. Basel-Stadt CH (Interview am 08.01.2016).
-
- [72] Bosch, Willem. Verkehrsplanung Stadt Zwolle. Zwolle NL (Interview am 23.11.2015).
-
- [73] Røhl, Andreas. Gehl Architects ApS. Kopenhagen DK (Begehung in Kopenhagen am 18.09.2015 und Interview am 20.10.2015).
-
- [74] Szeiler, Michael. Rosinak & Partner. Wien A (Interview am 13.01.2016).
-
- [75] Ter Avest, Richard. Goudappel Cofeng. Deventer NL (Interview am 27.10.2015).
-

Abbildungsverzeichnis

Abbildungen, die keine Verweise oder sonstige Angaben enthalten sind von Kontextplan erstellte Abbildungen oder aufgenommene Fotografien.

Abb. 1 Abgrenzung des vorliegenden Forschungsauftrags gegenüber weiteren Grundlagen	21
Abb. 2 Vorgehenskonzept in zwei Bearbeitungsphasen	23
Abb. 3 „Snelle fietsroute“ bei Zwolle (NL); Foto: Zwolle Kampen Networkstad.....	28
Abb. 4 „Rad-Vorrang-Route 2“ in Freiburg im Breisgau (D); Foto: Oliver Dreyer.....	28
Abb. 5 „Baana Cycleway“ in Helsinki (FIN).....	29
Abb. 6 Schlagwortmatrix der synonymen Begriffe für Veloschnellroute (Auswahl).....	29
Abb. 7 Erschliessung von wichtigen Zielen durch eine Veloschnellroute und Stichverbindungen (Abbildung in Anlehnung an [18])	31
Abb. 8 Veloschnellrouten müssen attraktiv, sicher und schnell sein	33
Abb. 9 Haupteinsatzgebiet von Veloschnellrouten (Schema)	35
Abb. 10 Eigenständig geführter Zweirichtungsradweg (3 m breit) im Agglomerationsgürtel auf der Veloverbindung Heimberg – Thun (CH).....	38
Abb. 11 Eigenständig geführter Zweirichtungsradweg (3 m breit) in einem Vorort auf der Veloverbindung Heimberg – Thun (CH)	38
Abb. 12 Eigenständig geführter Zweirichtungsradweg (4 m breit) auf der „Nørrebro Route“ im städtischen Raum in Kopenhagen (DK)	39
Abb. 13 Zweirichtungsradweg (4.25 m breit) auf einer Brücke auf der „Sø ruten“ im städtischen Raum in Kopenhagen (DK)	39
Abb. 14 Strassenbegleitender Zweirichtungsradweg im Agglomerationsgürtel bei Arnhem (NL); Foto: SNZ	40
Abb. 15 Strassenbegleitender Zweirichtungsradweg (ca. 3.90 m breit) auf der „Galloping Goose Trail“ im Agglomerationsgürtel bei Victoria, British Columbia (CAN)	40
Abb. 16 Strassenbegleitender Richtungsradweg (ca. 2 m breit) auf der „Farumruten“ im Agglomerationsgürtel bei Kopenhagen (DK).....	41
Abb. 17 Strassenbegleitender Richtungsradweg (2.80 m breit) auf der „Farumruten“ in der Kernstadt in Kopenhagen (DK)	41
Abb. 18 Strassenbegleitender Richtungsradweg (2.50 m breit) auf der „Velohauptroute Wankdorf“ im städtischen Raum Bern (CH).....	42
Abb. 19 Velostrasse im städtischen Raum, Utrecht (NL)	42
Abb. 20 Velostrasse auf der Veloschnellroute FR2 in einem Vorort, Freiburg im Breisgau (D); Foto Martin Rhyner	43
Abb. 21 Breiter Radstreifen (2.50 m breit) mit durchgezogener Linie auf der „Velohauptroute Wankdorf“ im städtischen Raum, Bern (CH)	43
Abb. 22 Breiter Radstreifen (2.0 m breit) auf der Veloschnellroute FR2 im städtischen Quartier in Freiburg im Breisgau (D); Foto: Steffen Ries, Innovation Academy	44
Abb. 23 Motorfahrzeug-freie / -arme Strasse im städtischen Quartier, Bern (CH).....	44
Abb. 24 Veloführung auf Busspur im Agglomerationsgürtel, Köniz Schliern (CH).....	46
Abb. 25 Gemeinsamer Rad- und Fussweg (4.0 m breit plus „Schutzstreifen“) im städtischen Raum auf der „Radlangstreckenverbindung – Korridor West“, Wien (AT).....	46
Abb. 26 Kurvenradien in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit gem. SN 640 060 [57].	50
Abb. 27 Anhaltestrecke auf trockener Fahrbahn in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und der Längsneigung gem. SN 640 060 [57]	51
Abb. 28 Bestimmung der normalen und optimalen Fahrbahnbreite (Schema)	52
Abb. 29 Das Lichtraumprofil eines Velofahrenden bei Geradeausfahrt ($R > 80$ m) und Steigung < 4 % gemäss VSS-Norm SN 640 201 [60].....	53
Abb. 30 Begegnungsfall von fünf Velos gemäss Lichtraumprofil: Fahrbahnbreite mind. 5.60 m.....	58
Abb. 31 Begegnungsfall von fünf Velos in der Praxis: 4 m breiter Zweirichtungsradweg auf der „Nørrebro Route“ in Kopenhagen (DK). Trotz sehr hohem DWV und hoher Geschwindigkeit wird eine hohe Verkehrsqualität erreicht; Foto: Gehl Architects	58

Abb. 32 4 m breiter Zweirichtungsradweg auf der „Nørrebro Route“ in Kopenhagen (DK); Foto: Andreas Røhl, Gehl Architects	61
Abb. 33 RS1: 4 m breiter Zweirichtungsradweg auf dem RS 1 in Nordrhein Westfalen (D); Foto: Stephan Glagla, www.pott-media.de	62
Abb. 34 Breiter Radstreifen (2.50 m breit), Nordring Bern (CH)	63
Abb. 35 Bussstreifen mit breitem Radstreifen (2.50 m), Nordring Bern (CH)	63
Abb. 36 Eine ausreichende Fahrbahnbreite (hier 3.30 m) ermöglicht das Nebeneinanderfahren, Zweirichtungsradweg Tiergartenstrasse Burgdorf (CH); Foto: Oliver Dreyer	64
Abb. 37 Energieverbrauch beim Fahrradfahren, abhängig von der Oberfläche [42]	66
Abb. 38 Velounterführung in Zwolle (NL); Foto: SNZ	67
Abb. 39 Fussgänger- und Velounterführung beim Westbahnhof Solothurn (CH)	67
Abb. 40 Velobrücke in Ittigen bei Bern (CH); Foto: Christof Bähler	67
Abb. 41 Querstreifen auf freier Strecke auf der Zufahrt zu einem Knoten auf der Anlage Heimberg – Thun (CH). Hinweis: Die Ausführung (insbes. Farbton) entspricht nicht der VSS-Norm SN 640 214 [64], da die Anlage vor deren Erscheinen erstellt wurde	69
Abb. 42 Beispiel für die Verdeutlichung des vortrittsberechtigten Radweges [51]	70
Abb. 43 Beispiel für vortrittsberechtigte Radwegübergänge parallel zu übergeordneten Strassen [51]	70
Abb. 44 Musterbeispiel für eine Querungsstelle mit wartepflichtigem Radverkehr u. Mittel- insel aus der Machbarkeitsstudie Radschnellweg Ruhr RS1 [12] (Hinweis: Eine Nullabsenkung ist der Schweiz aus Gründen der taktilen Erfassbarkeit nicht vorzusehen)	71
Abb. 45 Mögliche Variante einer versetzten Einmündung auf Radwegen [65]	71
Abb. 46 Mögliche Führungsarten in Knoten im Einflussbereich von Hochleistungsstrassen [52]	72
Abb. 47 Lichtsignalanlage auf der „Nørrebro Route“ in Kopenhagen (DK)	73
Abb. 48 Umsetzungsbeispiel für eine doppelte Grünphase auf einer Veloschnellroute ...	74
Abb. 49 Unterschiedliche Wartezeiten bei Grüner Welle für den Veloverkehr (Beispiel). 75	
Abb. 50 Umsetzungsbeispiele für freies Rechtabbiegen bei Rot (mit / ohne Velofurt)	76
Abb. 51 Vorgezogener Haltebalken mit zuführendem breiten Radstreifen (ca. 2.5 m breit) auf der „Velohauptroute“ Wankdorf, Bern (CH)	77
Abb. 52 Trittbrett mit Handlauf bei LSA in Kopenhagen (DK)	78
Abb. 53 Beispiel Countdownanzeige für Signalgeber [69]	78
Abb. 54 Strassenräume mit unterschiedlichen lokalen Raumverhältnisse [60] (Abbildung verändert)	80
Abb. 55 Gezielter Einsatz von Markierung dort, wo notwendig, Beispiel Anlage Heimberg – Thun (CH)	82
Abb. 56 Gezielter Einsatz von roter Farbe (Breite ca. 3.00 m) an einer Einmündung auf der „Velohauptroute“ Wankdorf, Bern (CH)	83
Abb. 57 Aufdringliche Piktogramme auf einem Knoten in Kopenhagen (DK)	84
Abb. 58 Gezielter Einsatz eines eindeutigen, gut lesbaren Piktogramms auf der Anlage Thun-Heimberg (CH)	84
Abb. 59 Durchgehend asphaltierte Strecke für den Veloverkehr in Lissabon (P)	85
Abb. 60 Dezentere Wegweiser auf einem Poller auf einer Velo-Hauptroute in Kopenhagen (DK)	86
Abb. 61 Wegweiser und touristische Information als Serviceangebot in Solothurn (CH). 86	
Abb. 62 Wegweiser in Antwerpen (NL); Foto: Urs Walter	87
Abb. 63 Visualisierung des Fuss- und Radwegs Luzern – Kriens / Horw (CH) auf dem ehemaligen Zentralbahntrasse (derzeit im Bau, geplante Eröffnung Dezember 2016) [49]	88
Abb. 64 Intelligentes Beleuchtungskonzept mit „mitfahrendem“ Lichtkegel, Masterplan für die Veloschnellroute Spoorbaanpad, Almere (NL) [35]	88
Abb. 65 Hellgrauer Randstein als seitliche Begrenzung der VSR F35 in Twente (NL) [44]	90
Abb. 66 Grünstreifen als Trennelement zwischen dem Veloverkehr und dem MIV (ISR); Foto: Wikipedia	90
Abb. 67 Abgrenzung mit Rinne zwischen dem Fuss- und dem Veloverkehr auf der „Nørrebro Route“ in Kopenhagen (DK)	91
Abb. 68 Baumreihe, Ciclovia Belém – cais do Sodré in Lissabon (P)	91

Abb. 69 Logo und Slogan der VSR Radschnellweg Ruhr RS1, Metropole Ruhr (D) [12]	93
Abb. 70 Einsatz des Logos der Veloschnellroute auf Wegweisern in Kopenhagen (DK)	94
Abb. 71 Einfaches, klar verständliches Logo / Piktogramm auf der Rad-Vorrang-Route 2 in Freiburg im Breisgau (D)	94
Abb. 72 Grauer Randstein als schlichtes, hochwertiges Gestaltungselement der VSR F35 in Twente (NL) [44]	95

Tabellenverzeichnis

Tabellen die keine Verweise oder sonstige Angaben enthalten sind von Kontextplan erstellte Tabellen.

Tab. 1 Phase 1 Analyse.....	24
Tab. 2 Präferierte Führungsformen für Veloschnellrouten	37
Tab. 3 Möglicherweise für kurze Abschnitte geeignete Führungsformen für VSR.....	45
Tab. 4 In der Regel nicht geeignete Führungsformen für Veloschnellrouten	47
Tab. 5 Zweirichtungsweg (eigenständig): Fahrbahnbreiten in Abhängigkeit zum jeweiligen massgebenden Begegnungsfall (Beispiele).....	54
Tab. 6 Richtungsradweg bzw. breiter Radstreifen (strassenbegleitend mit Trottoir): Fahrbahnbreiten in Abhängigkeit zum jeweiligen massgebenden Begegnungsfall (Beispiele).....	55
Tab. 7 Richtungsradweg (eigenständig): Fahrbahnbreiten in Abhängigkeit zum jeweiligen massgebenden Begegnungsfall (Beispiele).....	56
Tab. 8 Fahrbahnbreite bei Tempo 30 ohne seitliche Parkierung (Beispiel)	57
Tab. 9 Definition der Verkehrsqualitätsstufen LOS für Radstreifen, Radwege sowie Rad- und Fusswege gemäss VSS 2007 306 [53]	59
Tab. 10 Maximale Veloverkehrsmengen nach LOS-Klasse für Veloschnellrouten; DWV (Querschnittswerte, gerundet).....	60
Tab. 11 Maximale Veloverkehrsmengen nach LOS-Klasse für Veloschnellrouten; höchstbelastete Stunde (Querschnittswerte, gerundet).....	60
Tab. 12 Formel zur Berechnung der Direktheit aus [18].....	65
Tab. 13 Verkehrsqualitätsstufen und mittlere Wartezeiten an Knoten ohne Lichtsignalanlage gem. VSS-Norm SN 640 022 [55]	68
Tab. 14 Beispiele für mögliche Knotenformen.....	69
Tab. 15 Beispiele für mögliche Angebote an Rast- und Servicestationen auf einer VSR	92
Tab. 16 Legende für die Bewertung nach den Grundanforderungen	97
Tab. 17 Grundanforderung Attraktiv	98
Tab. 18 Grundanforderung Sicher	99
Tab. 19 Grundanforderung Schnell	100
Tab. 20 Bewertungsschlüssel für Veloschnellrouten.....	101
Tab. 21 Konkretisierung Veloschnellroute	103
Tab. 22 Themen für weitere Forschung zu Veloschnellrouten	105

Projektabschluss



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Version vom 09.10.2013

Formular Nr. 3: Projektabschluss

erstellt / geändert am: 09.11.2016

Grunddaten

Projekt-Nr.: SVI 2014/006

Projekttitel: Hinweise für die Planung von Veloschnellrouten (Velobahnen) in Städten und Agglomerationen

Enddatum:

Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Veloschnellrouten sind hochwertige Verbindungen im Radverkehrsnetz einer Agglomeration oder Region. Sie sind attraktiv, sicher und schnell und verknüpfen wichtige Ziele mit hohen Potenzialen insbesondere im Berufs- und Ausbildungsverkehr (Pendler). Veloschnellrouten (VSR) sollen analog den hochrangigen Strassen im motorisierten Verkehr die höchste Netzebene bilden. Ihre verkehrsplanerischen Funktionen sind primär verbinden sowie durchleiten und in den dichten städtischen Räumen auch sammeln.

Ein wesentlicher Faktor für die Verkehrsmittelwahl im Pendlerverkehr ist die Reisezeit. Jedoch haben Pendler je nach Hintergrund unterschiedliche Ansprüche an die Infrastruktur. VSR müssen deshalb für alle Anspruchsgruppen attraktiv und sicher sein.

Das Haupteinsatzgebiet für VSR liegt im Agglomerationsgürtel, den Vororten und städtischen Quartieren. Dies ergibt sich aus der Vernetzung von entsprechenden Zielen mit hohem Potenzial (z. B. Wohn- und Arbeitsplatzgebiete), die in diesen Raumtypen verortet sind. Folgende Führungsformen sind situationsabhängig in erster Linie für VSR geeignet: Richtungs- und Zweirichtungsradwege, breite Radstreifen mit durchgezogener Linie, motorfahrzeugfreie / -arme Strassen (gem. SSV-Signal 2.13) und Velostrassen (derzeit in der CH erst in der Pilotphase). Die Breite der jeweiligen Führungsform kann als normale Breite und angestrebte optimale Breite definiert werden. Bei Zweirichtungsradwegen bewegt sich die Breite situationsabhängig i.d.R. zwischen 3.20 m und 4.00 m, bei Richtungsradwegen i.d.R. zwischen 2.00 m und 3.00 m. Breite Radstreifen sollten mindestens 2.20 m breit sein. Die in der jeweiligen Situation nötige Breite kann über den massgebenden Begegnungsfall sowie über die angestrebte Verkehrsqualität (Level of Service = LOS) bestimmt werden. Die Planung bzw. Bewertung von Veloschnellrouten erfolgt nach definierten Grund- und Qualitätsanforderungen, die in der Forschungsarbeit im Detail spezifiziert werden.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Zielerreichung:

Die Aufgabenstellung gemäss Ausschreibung und Offerte wurde erfüllt. Es wurde erforscht, wie Veloschnellrouten gestaltet werden und welche Anforderungen insbesondere an die Integration in städtische Räume erfüllt werden sollen. Dazu gehören die Definition von präferierten Führungsformen, von Projektierungselementen (Geschwindigkeiten, Sichtweiten, Querschnittsbreiten, Kurvenradien, Gestaltung von Knoten, usw.) sowie von Vortrittsregelungen, der Anpassung von Lichtsignalanlagen und der Einpassung in den Strassenraum (Markierung, Signalisation, Wegweisung, Ausrüstung, usw.). Insgesamt wurden also Planungsempfehlungen formuliert, die mit den schweizerischen Rahmenbedingungen (Normen, Raumstrukturen etc.) korrespondieren.

Folgerungen und Empfehlungen:

Das erwartete Verkehrswachstum stellt die Agglomerationen vor einige Herausforderungen. Ein Lösungsansatz ist es den zunehmenden motorisierten Verkehr auf verträglichere Verkehrsmittel wie das Velo zu verlagern. Dazu braucht es aber deutlich attraktivere Infrastrukturen, wie etwa so genannte Veloschnellrouten (VSR). VSR stellen ein zukunftssträchtiges und relativ neues Element für den Veloverkehr dar. Sie sprechen als hochwertiges Netz- und Infrastrukturelement insbesondere auch eine autoaffine Zielgruppe an und führen so zu einer Verlagerung vom MIV auf den Veloverkehr. Im Idealfall können sie auch helfen, die Belastungsspitzen des öffentlichen Verkehrs in Ballungsräumen zu brechen. VSR können ohne Anpassungen der bestehenden Gesetze und Normen realisiert werden. Dennoch wurde im Rahmen der Forschung ein einzelner Anpassungsbedarf festgestellt. Die Forschungsarbeit kann als Grundlage für die praxisorientierte Planung und Projektierung bzw. Bewertung von Veloschnellrouten dienen.

Publikationen:

- Zusammenfassung (de/fr/en)
- Forschungsbericht inkl. Materialienband (Anhang) (de)
- Merkblatt (de)

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Baker

Vorname: Julian

Amt, Firma, Institut: Kontextplan AG

Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Formular Nr. 3: Projektabschluss

Beurteilung der Begleitkommission:

Beurteilung:

Mit der vorliegenden Forschungsarbeit wurde das Thema "Hinweise für die Planung von Veloschnellrouten (Velobahnen) in Städten und Agglomerationen" hinsichtlich deren Anwendung untersucht. Besonders wertvoll sind die systematisierte Literaturanalyse, die ausgewerteten Expertenbefragungen und die umfassenden empirischen Untersuchungen. Weiter liefert die Forschungsarbeit wichtige Hinweise auf die Standards und Projektierungselemente von Velobahnen. Da in der Schweiz das Veloinfrastruktur-Produkt Velobahn noch nicht besteht, erfolgte eine Auslegeordnung von zahlreichen, praxisnahen Beispielen aus Europa für die Schweiz. Die Bearbeitung der Forschungsarbeit erfolgte zielorientiert und unter Einhaltung der zeitlichen und finanziellen Vorgaben. Die Begleitkommission (BK) wurde über alle Arbeiten und Ergebnisse umfassend informiert und hatte zu jeder Zeit Gelegenheit, Inputs und Anregungen in die Bearbeitung einzubringen. Alle BK-Mitglieder attestieren gegenüber der Forschungsstelle die Problemstellung weitgehend adäquat erfasst zu haben und die notwendigen Grundlagen entsprechend aufgearbeitet zu haben. Im Ausland könnten weitere Erfahrungen und Beobachtungen zusätzliche Hinweise auf die Veloschnellrouten in der Schweiz liefern und allenfalls übertragen werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass einerseits die Qualität der Konkurrenten in der Verkehrsmittelwahl (insb. öV) im Ausland meist schlechter ist als in der Schweiz und andererseits die Ansprüche und Bedürfnisse der heutigen Velofahrenden in der Schweiz nicht a priori mit den u.a. mittels Veloschnellrouten neu zu gewinnenden Velofahrenden übertragen werden können. Die Planungshinweise sollten deshalb anhand zukünftiger in-/ausländischer Projekte noch weiter überprüft und justiert werden. Die Ergebnisse wurden verständlich dargestellt und Interpretationen logisch hergeleitet. Die Kommission kommt zum Schluss, dass der Forschungsauftrag erfolgreich ausgeführt wurde.

Umsetzung:

Bei den vorliegenden Erkenntnissen der Forschungsarbeit handelt es sich um Hinweise für die Planung von Veloschnellrouten. Eine eigene SN-Norm ist nicht vorgesehen, aber die Erkenntnisse sollen in die velospezifischen Normen einfließen. Um die Essenz der Forschungsarbeit und namentlich die Anforderungen von Veloschnellrouten praxisnah darzustellen, ist ein SVI-Merkblatt zu erstellen um damit einem breiten Anwenderkreis den "einfachen" Zugang zur Forschungsarbeit zu ermöglichen. Aus verkehrsplanerischer Sicht ist der Veloverkehr eine wichtige Säule eines nachhaltigen Verkehrssystems resp. Mobilität und gewinnt auch in der verkehrspolitischen Diskussion aufgrund des möglichen Bundesbeschlusses über die Velowege sowie die Fuss- und Wanderwege zum direkten Gegenentwurf des Bundesrates zur eidgenössischen Volksinitiative "Zur Förderung der Velo-, Fuss- und Wanderwege (Velo-Initiative)" zunehmend an Bedeutung. Es ist anzustreben, dass das Thema Veloschnellrouten im Rahmen einer Tagung zum Veloverkehr thematisiert wird, um Entscheidungsträger aus Politik und Verwaltung auf die Erkenntnisse aufmerksam zu machen.

weitergehender Forschungsbedarf:

In einzelnen Teilbereichen ist weitgehender Forschungsbedarf notwendig. Z.B.:

- Vortrittsberechtigte Knotenführungen
- Verkehrsqualitätsstufen für weitere Zwischenbreiten
- Wegweisung, Signalisation, Markierung

Vergleiche dazu die Liste in der Forschungsarbeit.

Einfluss auf Normenwerk:

Die Ergebnisse müssen in die verschiedenen Normen mit Bezug zum Veloverkehr einfließen, so zum Beispiel in die Grundlagennorm SN 640 060 "Leichter Zweiradverkehr".

Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: Walder Vorname: Stefan

Amt, Firma, Institut: Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich, Amt für Verkehr

Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission:

Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

Das Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen kann unter www.astra.admin.ch (Forschung im Strassenwesen -> Downloads -> Formulare-> Verzeichnis der Berichte im Forschungsstrassenwesen) heruntergeladen werden.

SVI Publikationsliste

Das Publikationsverzeichnis der SVI-Forschungsberichte kann unter www.svi.ch (Forschung -> Forschungsberichte/Publikationsverzeichnis) heruntergeladen werden.