



# **Methodik zum Umgang mit Priorisierungsvorgaben für die Verkehrssteuerung auf HVS**

**Méthodologie pour la maîtrise des directives de priorisation  
applicables à la gestion des nœuds sur des routes principales**

**Methods for managing prioritisation specifications  
covering traffic control on major roads**

**Ernst Basler + Partner AG**  
**Chantal Schmid-Mohni**  
**Lorenz Raymann**  
**Bence Tasnády**  
**Toralf Dittrich**  
**Nik Schiller**  
**Christian Hürlimann**

**Forschungsprojekt SVI 2011/004 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)



# **Methodik zum Umgang mit Priorisierungsvorgaben für die Verkehrssteuerung auf HVS**

**Méthodologie pour la maîtrise des directives de priorisation  
applicables à la gestion des nœuds sur des routes principales**

**Methods for managing prioritisation specifications covering  
traffic control on major roads**

**Ernst Basler + Partner AG  
Chantal Schmid-Mohni  
Lorenz Raymann  
Bence Tasnády  
Toralf Dittrich  
Nik Schiller  
Christian Hürlimann**

**Forschungsprojekt SVI 2011/004 auf Antrag der Schweizerischen  
Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**

# Impressum

## **Forschungsstelle und Projektteam**

### **Projektleitung**

Chantal Schmid-Mohni

### **Mitglieder**

Lorenz Raymann

Bence Tasnády

Toralf Dittrich

Nik Schiller

Christian Hürlimann

## **Begleitkommission**

### **Präsident**

Nikolaus Bischofberger

### **Mitglieder**

Julien Bauer

Barbara Burger

Karl-Jürgen Heine

Sigrid Pirkelbauer

Joos Bernhard

Daniel Walker

## **Antragsteller**

Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)

## **Bezugsquelle**

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

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Impressum</b> .....	<b>4</b>
	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>7</b>
	<b>Résumé</b> .....	<b>9</b>
	<b>Summary</b> .....	<b>11</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>13</b>
1.1	Ausgangslage.....	13
1.2	Forschungsziel und Herausforderungen .....	13
1.3	Verständnis der Forschungsarbeit .....	15
<b>2</b>	<b>Vorgehen</b> .....	<b>17</b>
2.1	Lösungsansatz .....	17
2.2	Vorgehen und Methodik .....	17
<b>3</b>	<b>Stand der Forschung</b> .....	<b>21</b>
3.1	Priorisierungen aufgrund übergeordneter Zielsetzungen .....	21
3.2	Verkehrsmanagement.....	22
3.3	Stand betreffend Lichtsignalsteuerung .....	23
3.4	Projektspezifische Grundlagen .....	24
3.5	Stand betreffend Priorisierungsvorgaben .....	24
3.6	Übergeordnete Zielsetzungen und Rahmenbedingungen .....	24
<b>4</b>	<b>Analyse von Fallbeispielen</b> .....	<b>27</b>
4.1	Wahl der Analyse-Fallbeispiele.....	27
4.2	Grundsätzliche Erkenntnisse bzgl. übergeordneter Zielvorgaben .....	28
4.2.1	Verkehrssicherheit .....	28
4.2.2	Grundsätzliche übergeordnete Zielfestlegungen .....	28
4.2.3	Umweltaspekte.....	29
4.2.4	Unterschiedliche Interessenvertreter und Zuständigkeiten.....	29
4.3	Sachverhalte bei der Umsetzung von Priorisierungen.....	29
4.3.1	Inhaltliche Zielrichtungen der Priorisierungen .....	29
4.3.2	Dokumentation der vorgenommenen Priorisierungen .....	30
4.3.3	Steuerungsphilosophien als Basis .....	31
4.3.4	Allgemein gültige Erkenntnisse betreffend Priorisierungen .....	31
4.4	Priorisierungen in den verschiedenen Projektentwicklungs-phasen.....	32
4.5	Ergebnis: Parameterliste und Projektdatenblatt.....	34
4.5.1	Projektierungsgrößen mit Einfluss auf Priorisierungen .....	34
4.5.2	Struktur und Charakterisierung der Parameter .....	34
4.5.3	Parameterliste .....	36
4.5.4	Projektdatenblatt .....	40
<b>5</b>	<b>Methodik zur Priorisierung</b> .....	<b>43</b>
5.1	Herleitung, Grundlagen und Handlungsfelder.....	43
5.1.1	Charakteristische Aussagen aus den Interviews zu den Testprojekten .....	43
5.1.2	Grundlagen für die Priorisierung und deren Umsetzung .....	43
5.1.3	Handlungsfelder zwischen Politik und Verkehrsfachleuten .....	44
5.2	Methodisches Vorgehen .....	45
5.2.1	Aufgabenanalyse: Projektentwicklungsphase klarstellen .....	45
5.2.2	Netzkontext beurteilen und Beteiligte festlegen .....	47
5.2.3	Projektperimeter definieren und dabei den Handlungsspielraum beachten .....	47
5.2.4	Iterative Prozessschritte konsequent pflegen .....	47
5.2.5	Dokumentation Prozess anhand Projektdatenblatt.....	49
5.3	Maximierung vs. Optimierung der multimodalen Kapazität .....	50

<b>6</b>	<b>Anwendung in der Praxis.....</b>	<b>51</b>
<b>7</b>	<b>Weiterer Forschungsbedarf.....</b>	<b>53</b>
	<b>Anhänge.....</b>	<b>55</b>
	<b>Abkürzungen und Glossar.....</b>	<b>93</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>95</b>
	<b>Projektabschluss.....</b>	<b>99</b>
	<b>Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen.....</b>	<b>103</b>
	<b>SVI Publikationsverzeichnis.....</b>	<b>105</b>

## Zusammenfassung

Erste Priorität bei der Gestaltung lichtsignalgesteuerter Knoten geniesst die Einhaltung der Verkehrssicherheit. Die Phasengestaltung und die Zwischenzeitenberechnung gewährleisten sichere Abläufe für alle Verkehrsteilnehmenden und bestimmen die Leistungsfähigkeit der Lichtsignalregelung. Die entsprechenden Gestaltungsvorgaben sind in Normen und Richtlinien festgehalten und bilden unabdingbare Voraussetzungen. Aber auch bauliche Vorkehrungen wie die Fussgänger-Schutzinseln (Mittelinseln) unterliegen „Vorschriften“, die als „state-of-the-art“ zu respektieren sind.

Über die Verkehrssicherheit hinaus konkurrenzieren sich zahlreiche weitere Anforderungen an die Knotengestaltung und Steuerungsprogramme. Zeitliche Bevorzugungen einzelner Verkehrsmodi oder -ströme und das Bereitstellen von Kapazitäten für die gegebene Nachfrage führen in überlasteten Netzen zu mehrfachen Wettbewerbssituationen. Wichtige Priorisierungsvorgaben sind dabei oft in ortspezifisch gültigen Gesetzen, Strategien, Fachkonzepten, Verordnungen und Richtlinien gegeben. Je nach Lage im Strassennetz überlagern sich dabei kommunale, kantonale und nationale Vorgaben.

Wenn in solchen Situationen das Strassennetz optimal bewirtschaftet werden soll, genügt es nicht, situationsbezogene Priorisierungen fachlich zu konkretisieren und steuerungstechnisch umzusetzen. Die für die Praxis wertvollen Erkenntnisse aus der Forschungsarbeit werden im Bericht dargelegt. Das aufgezeigte methodische Vorgehen erlaubt eine situationsbezogene Priorisierung von konkurrenzierenden Verkehrsströmen und -modi in HVS-Netzen. Es zeigt sich, dass der grösste Spielraum für die Handhabung von Priorisierungsvorgaben in der Gestaltung der strassenbaulichen Infrastruktur liegt. Deshalb sind bereits in der Konzeption (bspw. im Rahmen eines Betriebs- und Gestaltungskonzeptes, SIA-Phase 21) und im Vorprojekt (SIA-Phase 31) die Priorisierungsvorgaben so umfassend wie möglich zu berücksichtigen. Wertvoll sind dabei die zahlreichen möglichen Gestaltungsparameter. Diese sind in den verschiedenen Entwicklungsphasen eines Projektes von zentraler Bedeutung. Zahlreiche davon beeinflussen die Priorisierung der einzelnen Verkehrsströme und -modi. Es konnte eine umfassende Systematik solcher Priorisierungsparameter erstellt werden. Die Parameter lassen sich aus einem System übergeordneter, allgemein gültiger verkehrlicher Zielsetzungen und örtlichen Rahmenbedingungen herleiten. Die strukturierte Parameterliste gibt Auskunft über deren Wirkungsrichtungen und möglichen Ausprägungen, und gibt Hinweise darauf, in welchen Projektentwicklungsschritten sie zur Anwendung kommen. Sie kann in der Praxis als Checkliste verwendet werden. Weitere Erkenntnisse für die Praxis betreffen organisatorische Aspekte wie die Pflege iterativer Arbeitsschritte in interdisziplinären Projektteams oder die Bedeutung der Partizipation. Für die Praxis wird zudem ein Projektdatenblatt vorgestellt, in welchem die gewählte Ausprägung der einzelnen Parameter festgehalten und nachvollziehbar begründet wird.

Die Forschungsarbeit zeigt weiter, dass die multimodale Kapazität des Verkehrsträgers Strasse, insbesondere auch an den Netzübergängen, durch die systematische Anwendung der Parameter je nach Vorgaben optimiert oder im Extremfall maximiert werden kann. Auch hierzu gilt es, die Gestaltungsspielräume für einen Strassenknoten in der Konzeptions- und Vorprojektphase zu öffnen. Das Ergebnis der Projektierung führt dann mit der Festlegung der Parameter zu einer bestimmten Verkehrsqualität. Deshalb wird zur Verkehrsqualität kein separater Parameter definiert.

Betroffene Interessengruppen formulieren ihre Erwartungen an die Verkehrsinfrastruktur. Diese stossen im Prozess der Umsetzung an Grenzen der technischen Machbarkeit. Im Rahmen des Projektentwicklungsprozesses gilt es, diese Spannungsfelder durch geeignete Vorkehrungen aufzulösen. Dazu werden fallweise bis zu sechs Handlungsfelder in der Schnittstelle zwischen politisch Verantwortlichen und den Fachspezialisten identifiziert. Der Handlungsbedarf stellt sich je nach Projektkontext, Organisationsstruktur und Erfahrungen der Beteiligten unterschiedlich.

Zwischen den Analyse-Fallbeispielen werden unterschiedliche Steuerungsphilosophien festgestellt. Diese unterscheiden sich beispielsweise durch die Vorgaben betreffend die Verteilung der Grünzeiten sowie der Umlaufzeiten. Verbreitet sind weiter Steuerungskonzepte mit Pfortnerung und Dosierung, um Netze und insbesondere leistungskritische Knoten funktionsfähig und Priorisierungsspielräume offen zu halten.

## Résumé

Le respect de la sécurité routière représente la priorité majeure dans le cadre de l'aménagement des nœuds gérés par des feux de signalisation. L'adaptation des phasages et le calcul des temps interverts sécurisent les déplacements de tous les usagers de la route et déterminent la capacité de régulation des carrefours à feux. Les prescriptions d'aménagement définies dans les normes et les directives y relatives, constituent des conditions cadres à respecter. De même, certaines mesures constructives telles que des îlots intermédiaires pour piétons (refuges centraux), correspondent à des «prescriptions» qui sont devenus des standards dans le domaine.

En dehors des aspects de la sécurité routière, les nombreuses exigences liées à l'aménagement des nœuds et aux programmes de gestion sont souvent contradictoires. La priorisation des flux et des modes de trafic conduisent à de nombreuses situations conflictuelles, en particulier lorsque les réseaux sont surchargés. Pour répondre à ces besoins, certains principes de priorisation sont consignés dans des lois, stratégies, concepts spécialisés, ordonnances et directives applicables à des situations particulières. Selon leur emplacement dans le réseau routier, il arrive souvent que des directives communales, cantonales et nationales se superposent.

Dans la plupart des cas, lorsqu'il s'agit d'optimiser la gestion du réseau routier existant, la mise en application de ces directives ne permet pas d'atteindre l'objectif recherché. En se confrontant à des situations réelles, des issues de la pratique sont résumées dans le présent travail de recherche a. Celui-ci sert d'outil pour la priorisation des flux et modes de trafic concurrentiels dans les réseaux des routes principales. En outre, les résultats de l'étude montre que la plus grande marge de manœuvre pour l'application des principes de priorisation réside dans l'aménagement de l'infrastructure routière elle-même. C'est pour cette raison, qu'il convient de tenir compte dès le début du projet, des directives de priorisation (par ex. dans le cadre d'un concept d'exploitation et d'aménagement, phase partielle 21 SIA) et dans l'avant-projet (phase partielle 31 SIA). Le rapport présente une méthode basée sur la pratique. Les nombreux paramètres d'aménagement envisageables sont utiles et d'une grande importance lors des différentes phases de développement du projet. Un nombre important de facteurs influencent la priorisation des différents flux et modes de trafic. Le présent projet de recherche a permis d'établir une systématique globale pour l'établissement de ces paramètres de priorisation. Ils résultent d'un système d'objectifs génériques, applicables dans le domaine de la circulation et respectant les conditions-cadres locales. La liste des paramètres renseigne sur leurs effets et impacts tout en indiquant à quelles étapes du développement d'un projet ils s'appliquent. Dans la pratique, cette liste s'utilise comme une check-list. De plus, elle fournit d'autres enseignements pratiques tels que les aspects organisationnels ou le suivi des étapes itératives de travail dans des teams de projet interdisciplinaires. Le rapport réunit la liste des paramètres, une fiche de données relative à un projet qui documente et justifie le choix des paramètres sélectionnés.

Le travail de recherche montre également que l'application systématique des paramètres permet d'optimiser voir dans certains cas, de maximiser la capacité multimodale de la route en tant que mode de transport, notamment aux points d'interface des réseaux. Il convient aussi de prévoir des marges de manœuvre pour les phases de conception et d'avant-projet d'un nœud routier. En définissant certains paramètres, le résultat de l'étude de projet conduit à un niveau de service. C'est la raison pour laquelle pour le niveau de service aucun paramètre distinct ne sera défini.

En ce qui concerne l'infrastructure de transport, les groupes d'intérêt formulent souvent des attentes qui se heurtent aux limites de la faisabilité technique lors de leur mise en œuvre. Le processus de développement d'un projet doit donc prendre les dispositions nécessaires afin d'éliminer les solutions irréalistes. Les décideurs politiques et les spécialistes identifient, au cas par cas, jusqu'à six champs d'action. La définition des besoins est différente en fonction du contexte du projet, de la structure organisationnelle et des expériences des différents participants.

Dans les études de cas on constate d'importantes différences en termes de stratégies et de gestion des nœuds. On les trouve en particulier dans la gestion des temps de vert et dans la durée des cycles. D'autres concepts de gestion privilégiant une régulation des accès ou des systèmes de dosage pour maintenir l'opérationnalité des réseaux et décharger des nœuds en situation critique, sont également répandus.

## Summary

The first priority in the design of signal-controlled intersections is to maintain traffic safety. Phase design and interval calculation must ensure safety for all road users and determine the effectiveness of signal control. Corresponding design specifications are set out in standards and guidelines and form essential requirements. Structural measures too, such as pedestrian islands (central islands), are subject to “specifications” which must be complied with and treated as state-of-the-art.

In addition to traffic safety, there are numerous other requirements for intersection design and control programmes. Time-specific prioritisation of individual traffic modes or flows and the provision of capacities for the appropriate demand lead, in overloaded networks, to multiple competing situations. Important prioritisation specifications are often therefore provided in laws, strategies, specialist concepts, ordinances and guidelines in force for specific locations. Depending on the situation in the road network, municipal, cantonal and national specifications may overlap one another.

Expert specification of the implementation of situation-relevant prioritisation in control technology is not sufficient on its own to optimise management of the existing road network in such situations. The findings from this research work of value in practical situations are therefore summarised in this report. This enables situation-specific prioritisation of competing traffic flows and modes of transport in major road networks. It is apparent that the greatest scope for the management of prioritisation specifications lies in the design of road infrastructure. For that reason, even at the design stage (for example in the context of an operating and design concept, SIA Phase 21) and in the preliminary project (SIA Phase 31) prioritisation specifications must be taken into account as comprehensively as possible. An appropriate practice-oriented methodical approach is set out in the report. Here, the many possible design parameters are useful. These are of prime importance in the various development phases of a project. Many of them affect the prioritisation of individual traffic flows and modes of transport. It has been possible to draw up a comprehensive system of such prioritisation parameters. The parameters can be derived from a system of superordinate generally valid traffic objectives and underlying local conditions. The structured parameter list gives information on operating directions and possible features and indicates the project development steps in which they are used. It can in practice be used as a checklist. Other practical findings concern organisational aspects such as the maintenance of iterative work steps in interdisciplinary project teams or the significance of participation. The report also includes, in addition to the parameter list, a project data sheet in which selected features of individual parameters are laid down and substantiated in a demonstrable manner.

The research work further shows that the multimodal capacity of the road as a carrier of traffic, in particular also at network intersections, can be optimised or in extreme cases maximised by systematic use of the parameters depending on the specifications. Here again the scope for designing a road intersection must be opened up in the planning and pre-project phase. The result of planning then leads, on specification of the parameters, to a certain traffic quality. Therefore no separate parameter is defined for traffic quality.

Groups of interested stakeholders formulate their expectations for traffic infrastructure. These, in the process of implementation, may border the limits of technical feasibility. In the context of the project development process, such areas of tension must be resolved by suitable measures. In some cases it is appropriate to identify up to six areas of activity at the point of contact between those in positions of political responsibility and the appropriate experts. The need for action differs depending on the project context, organisational structure and experiences of those involved.

Various management philosophies are determined among the analytical case studies. These are distinguished, for example, by specifications concerning the distribution of green phases and the phase circulation times. Furthermore, control concepts are

prevalent with gates and metering in order to keep networks, and in particular critical intersections, operational and to maintain scope for changing prioritisation.

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage

Im zunehmend urbanen Siedlungsgebiet wird der Verkehrsraum von sehr unterschiedlichen Nachfragern benutzt. Motorisierter Individualverkehr (MIV), öffentlicher Verkehr (ÖV), Velofahrer und Fussgänger stellen Anforderungen, die zu konkurrierenden Situationen führen. Bei steigender Verkehrsnachfrage wird der von verschiedenen Verkehrsströmen und Verkehrsteilnehmergruppen gemeinsam genutzte Verkehrsraum – insbesondere während der Spitzenstunden – zunehmend bis über die Grenzen der Leistungsfähigkeit belastet. Angesichts der pro Zeiteinheit begrenzten Kapazitäten der nutzbaren Verkehrsfläche besteht insbesondere in diesen Nachfragespitzen die Forderung nach einer Priorisierung der verschiedenen Verkehrsströme und Verkehrsteilnehmergruppen.

Die Steuerung eines Knoten über eine Lichtsignalanlage (LSA) ermöglicht ausgewählte und differenziert erfassbare Verkehrsströme lokal gezielt zu priorisieren, im Verbund zwischen benachbarten Knoten auch in einem grösseren zusammenhängenden Strassennetz.

Einen hohen Stellenwert bei der Priorisierung hat die Bevorzugung der Fahrzeuge des öffentlichen Verkehrs. Dieser hohe Stellenwert wird insbesondere mit dem guten Verhältnis zwischen der Anzahl transportierter Personen und beanspruchter Fläche pro Zeiteinheit begründet. Der hohe Stellenwert des öffentlichen Verkehrs kann jedoch nicht pauschal für alle Verkehrsanlagen gelten: Verursacht zum Beispiel eine zu starke Bevorzugung der Fahrzeuge des öffentlichen Verkehrs sehr hohe Wartezeiten für die Fussgänger, führt dies wiederum zu nachteiligen Effekten, respektive zu einem Sicherheitsrisiko, das ebenfalls mit Priorität zu behandeln ist.

Eine grössere Bedeutung als die zeitliche Priorisierung aller Verkehrsteilnehmer hat die Verkehrssicherheit. Sie ist immer und jederzeit angemessen zu gewährleisten. Im dicht besiedelten urbanen Raum ist eine Priorisierung angesichts des Nachfrageüberhangs und der Nachfragekomplexität, mit den verschiedenen Modi und Strömen, im Allgemeinen von grösserer Bedeutung als im ländlichen peripheren Raum. Der Gestaltungsspielraum ist im dicht bebauten städtischen Kontext jedoch enger und eine Priorisierung nicht im gleichen Masse möglich wie im ländlichen, weniger besiedelten Raum. Insgesamt sind damit die Herausforderungen zur Priorisierung im städtischen Strassennetz mit hoher Verkehrsdichte entsprechend komplex.

Im Agglomerationsprogramm Verkehr und Siedlung wird Verkehrsmanagement (VM) als eine Massnahme zur Lösung von verkehrlichen Problemen gefordert. Durch Lenken, Leiten, Steuern und Informieren werden die Verkehrsströme dahingehend beeinflusst, die vorhandenen Kapazitäten im Verkehrsraum optimal zu nutzen. Das Effizienzziel im zunehmend urbanen Kontext ist die Maximierung der multimodalen Kapazität des Strassennetzes.

## 1.2 Forschungsziel und Herausforderungen

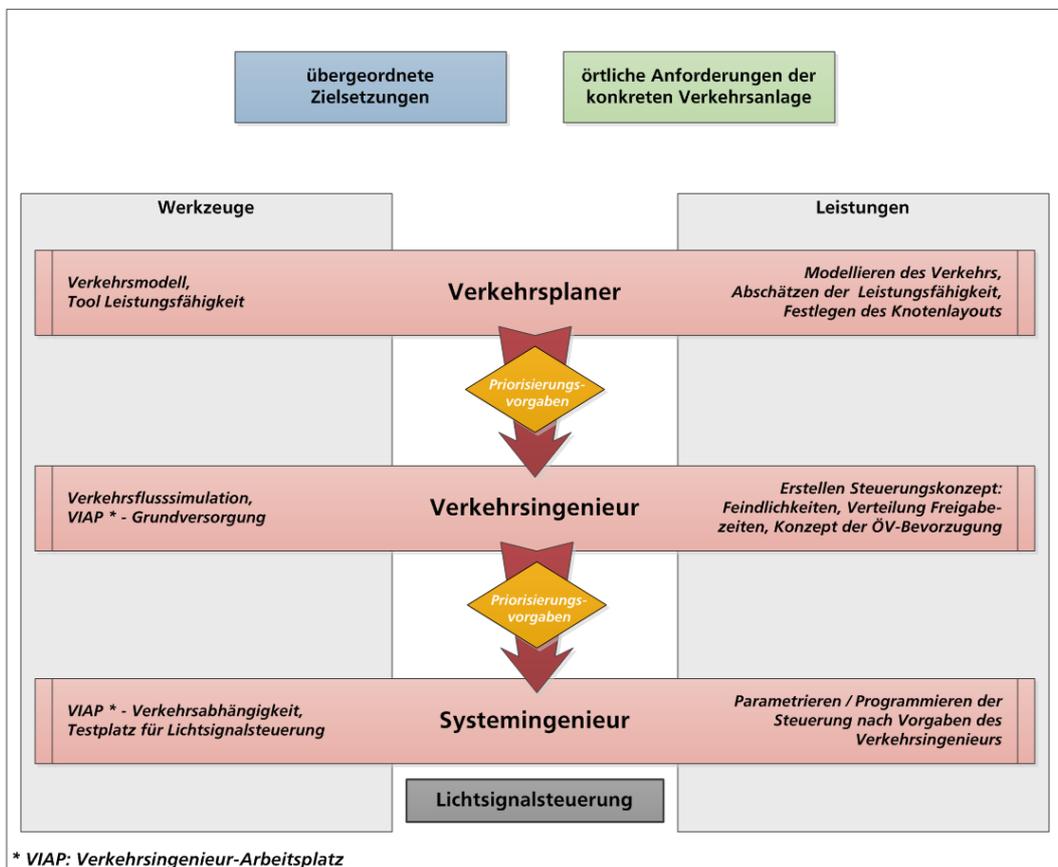
Vorgegebenes Ziel der Forschungsarbeit ist „die Erarbeitung einer Methodik zur (Umsetzung einer) situationsbezogenen Priorisierung von konkurrierenden Verkehrsströmen und Verkehrsmodi in HVS-Netzen“. Dabei ist die Frage zu beantworten, wie die multimodale Kapazität des Verkehrsträgers Strasse insbesondere an den Netzübergängen maximiert werden kann. Die Methodik ist an Fallbeispielen zu verifizieren.

Die komplexen verkehrsplanerischen Vorgaben zur Verkehrsbeeinflussung und Festlegung der Steuerung sind meist abstrakt formuliert und nicht direkt durch den

Verkehrs- resp. den Systemingenieur umsetzbar. Die häufig vorhandenen Einzelinteressen führen zu konkurrierenden Anforderungen. Für die Optimierung der Leistung des Strassennetzes ist eine Klärung dieser Konkurrenzsituationen an einzelnen Knoten bzw. in Strassennetzen notwendig. Welche Priorisierungsvorgaben eines Verkehrsmittels werden gegenüber einem anderen bevorzugt und umgesetzt, resp. wie gross ist der Spielraum zur Umsetzung einzelner oder gar aller Priorisierungsvorgaben? Für diesen Klärungsprozess fehlen in der Praxis methodische Vorgaben.

Den verkehrspolitischen Zielen und Priorisierungsvorgaben, und somit den Bedürfnissen aller Verkehrsteilnehmenden an einem Knoten oder in einem Strassennetz steht ein reibungsfreier, sicherer Verkehrsablauf gegenüber. Für die Steuerung der Knoten sind normierte Sicherheitsbestimmungen bzgl. Einhaltung der geforderten Mindest-/Übergangs- und Zwischenzeiten massgebend. Die Priorisierungsanliegen können nur nachfolgend berücksichtigt werden.

Abbildung 1 zeigt den Prozess von der Erfassung der Planungsvorgaben bis zur Erstellung der Lichtsignalsteuerung. Die Eingangsgrössen für den Prozess gliedern sich in zwei Bereiche: übergeordnete Zielsetzungen und örtliche Anforderungen.



**Abb. 1 Der Prozess bei der Erstellung der Lichtsignalsteuerung**

Zusammenspiel aus Verkehrsplaner, Verkehrsingenieur und Systemingenieur. Die Priorisierungsvorgaben ergeben sich aus den übergeordneten Zielsetzungen und den örtlichen Anforderungen der konkreten Verkehrsanlage. Die Projektvorgaben werden je nach Projektstufe entsprechend konkretisiert. Die Forschungsarbeit fokussiert auf die Bereitstellung und Handhabung der Priorisierungsvorgaben zuhanden des Verkehrsingenieurs und des Systemingenieurs.

Die übergeordneten Zielsetzungen gelten grundsätzlich – sowohl für einen einzelnen Knoten als auch für einen grösseren Betrachtungsperimeter wie z.B. eine Stadt, einen Kanton, oder einen Verkehrsmanagementperimeter. Unter den übergeordneten

Zielsetzungen sind die verkehrspolitischen Ziele oder die Ziele der Raumplanung, der Umwelt, der Wirtschaft oder der Gesellschaft zu verstehen.

Die örtlichen Anforderungen gelten für die zu betrachtende konkrete Verkehrsanlage. Dazu gehören beispielsweise die Verkehrsbelastungen, die Geometrie oder der Kontext von Strassenkategorie und Netzbezug der Verkehrsanlage Raymann et al. (2012) [71]. Einige dieser Anforderungen führen zu Vorgaben, die bei der Verkehrsplanung respektive bei der Steuerung einzuhalten sind: z.B. die geforderten Mindest-/Übergangs- und Zwischenzeiten bei der Signalsteuerung VSS SN 640 837 (1992) [18].

Der Verkehrsingenieur erwartet sowohl aus den übergeordneten Zielsetzungen als auch den örtlichen Anforderungen möglichst eindeutig anwendbare, interpretationsfreie Priorisierungsvorgaben. Aus diesen Priorisierungsvorgaben erstellt er das für die Verkehrsanlage gültige Steuerungskonzept. Hieraus parametrisiert oder programmiert der Systemingenieur die Lichtsignalsteuerung.

Priorisierung von Verkehrsteilnehmenden ist immer eine zeitliche: rascher/früher, häufiger, während längerer Zeit. Die grosse Herausforderung besteht darin, die 60 Sekunden pro Minute, die nicht vermehrt werden können, durch geeignete Geometrien der Verkehrsanlagen und optimale Phasenabläufe maximal zu nutzen.

Gemäss Abb. 1 werden die Priorisierungsvorgaben in einer Planungsphase zuhanden der Verkehrstechnik erarbeitet und übergeben. Mit der vorliegenden Forschungsarbeit bestätigt sich, dass die Priorisierungsvorgaben ebenfalls vom Verkehrsingenieur, in detaillierterer Form, zum Systemingenieur übergeben werden. Die Priorisierungsvorgaben sind je nach Projektentwicklungsphase, Konzeptionsphase, Projekt- oder Bauphase oder Betriebsphase, umso konkreter umzusetzen.

### 1.3 Verständnis der Forschungsarbeit

Die Forschungsarbeit setzt an der Schnittstelle zwischen „Verkehrsplaner“ und „Verkehrsingenieur“ an: Bei der Methodik zur Herleitung von Priorisierungsvorgaben für die Verkehrssteuerung geht es um eine "Übersetzungsarbeit". Dabei steht „Verkehrsplaner“ für die frühen Planungs- und konzeptionellen Projektierungsphasen, und „Verkehrsingenieur“ für die ingenieurmässige Umsetzung im Rahmen der Knotendimensionierung und Leistungskontrolle. In der Praxis erfolgen diese Arbeiten im Rahmen von Projektorganisationen und interdisziplinären Teams. Durch die Verkehrsplaner sind aus den übergeordneten Zielsetzungen und den örtlichen Anforderungen situationsbezogen konkrete Vorgaben für den Verkehrsingenieur sowie den Systemingenieur zu formulieren.

Die Forschungsarbeit behandelt Verkehrsanlagen in unterschiedlichem Kontext von Strassenkategorie und Netzbezug. Die Systematik erfolgt nach den Grundlagen für Betriebskonzepte Raymann et al. (2012) [71] und bezieht sich nicht ausschliesslich auf Hauptverkehrsstrassen (HVS).

*Die Steuerung im Rahmen des Verkehrsmanagements auf Hochleistungsstrasse (HLS) ist jedoch nicht Gegenstand der Forschungsarbeit.*

Die Thematik der Vernetzung von HLS- und HVS-Steuerungen wird ausführlich in Schaufelberger & Schwarz (2012) [74] behandelt. Dieser Anwendungsfall wird der Vollständigkeit halber in der vorliegenden Forschungsarbeit aufgeführt.

Das Bundesamt für Strassen (ASTRA) liefert für die in seinem Verantwortungsbereich liegenden Sekundärknoten im Bericht Lichtsignalanlagen Nationalstrassen (LSA-NS) (2014) verkehrliche Grundsätze in Form von übergeordneten Leitsätzen [27]. Diese Leitsätze berücksichtigen Zielsetzungen wie die Gewährleistung der Verkehrssicherheit oder die Sicherstellung des Verkehrsflusses auf der Stammstrecke der Nationalstrasse. Die Leitsätze sind allgemeingültig gehalten. Für die Erstellung eines Steuerungskonzeptes ist es erforderlich, solche übergeordneten Leitsätze in für den

Verkehrsingenieur anwendbare Priorisierungsvorgaben zu übersetzen. Analoges ergibt sich mit kantonalen Vorgaben wie beispielsweise den Handlungsgrundsätzen Integriertes Verkehrsmanagement Kanton Zürich (2001) [61].

Gemäss Forschungskommission ist die Konkurrenz zwischen den verschiedenen Verkehrsteilnehmern, im Speziellen zwischen dem Langsam- und den Öffentlichen Verkehr, in der Priorisierungsmethodik zu berücksichtigen.

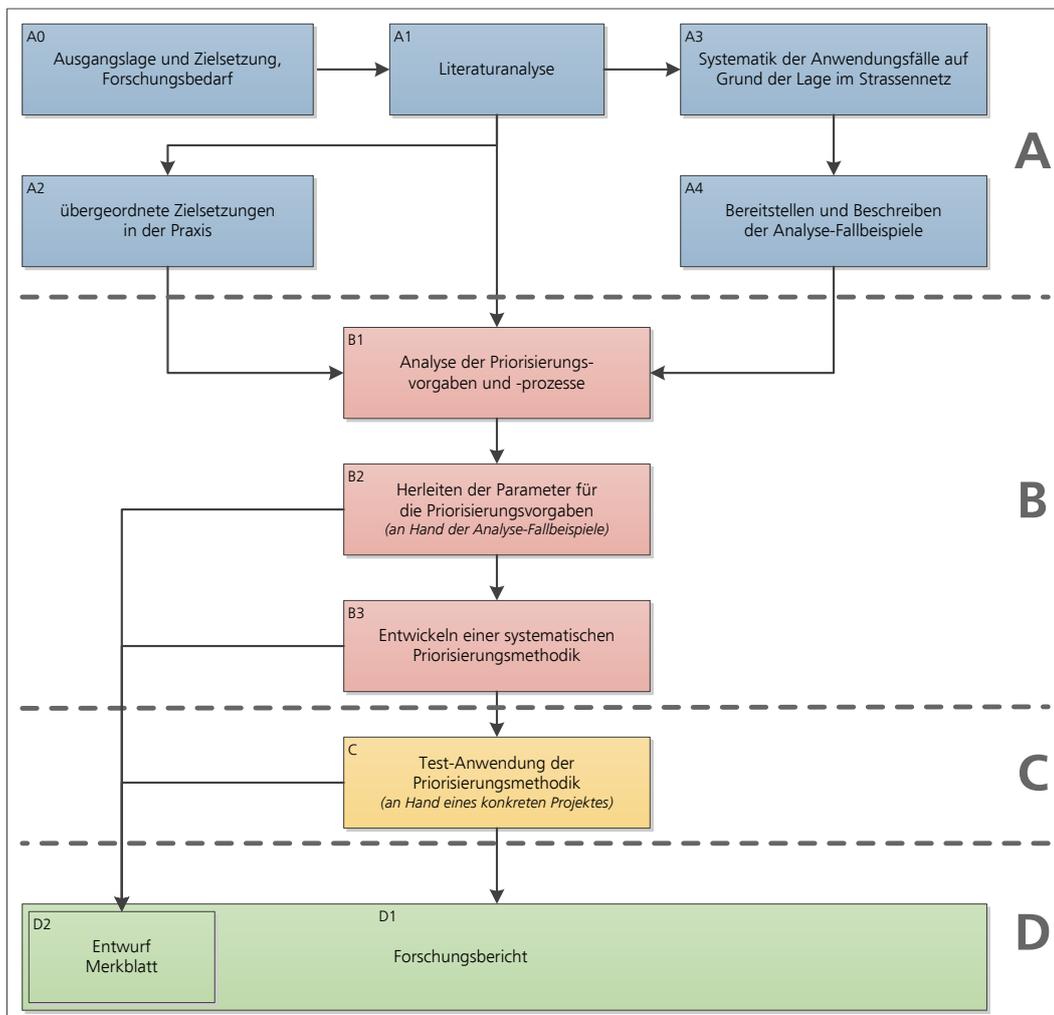
## 2 Vorgehen

### 2.1 Lösungsansatz

Der gewählte Lösungsansatz gemäss Abb. 2 widerspiegelt die Absicht einer praxisnahen Forschungsarbeit. Die Herleitung der Parameter für die Priorisierungsvorgaben und die Entwicklung der Priorisierungsmethodik erfolgen einerseits an Hand von Hinweisen aus der Literatur, andererseits an Hand von drei Fallbeispielen. Diese werden zusammen mit Projektverantwortlichen im Rahmen von Interviews hinsichtlich der Priorisierungsvorgaben und des Projektentwicklungsprozesses analysiert. Die so erarbeitete Methodik wird anhand von drei weiteren Projekten aus der Praxis überprüft.

### 2.2 Vorgehen und Methodik

Die einzelnen Arbeitsschritte (AS) der Forschungsarbeit gliedern sich gemäss Abb. 2 in die vier Phasen A, B, C und D.



**Abb. 2 Lösungsansatz: Gliederung der Arbeitsschritte in vier Phasen**  
**A** Forschungsbedarf, Recherche, Grundlagen; **B** Priorisierungsvorgaben und –prozesse, Priorisierungsmethodik; **C** Test-Anwendungen; **D** Dokumentation mit Forschungsbericht (inkl. Merkblatt-Entwurf)

Im Folgenden werden die Arbeitsschritte mit Hinweisen zur vorgesehenen Methodik beschrieben.

### **Phase A: Forschungsbedarf / Recherche / Grundlagen**

#### *A0 Ausgangslage und Zielsetzung, Forschungsbedarf:*

Die Ausgangslage, die Zielsetzung und der Forschungsbedarf werden erläutert. Die für die Forschungsarbeit erforderlichen Begriffe werden definiert.

#### *A1 Literaturanalyse:*

Die zum Thema der Forschungsarbeit vorhandene Literatur wird analysiert. Ergebnis ist eine Sammlung von für die Erarbeitung der Methodik relevanten Aussagen.

#### *A2 übergeordnete Zielsetzungen in der Praxis:*

Für die Erfassung der Priorisierungsvorgaben stellen die übergeordneten Zielsetzungen eine wesentliche Inputgrösse dar. An Hand der Literaturanalyse (AS A1) und den Erfahrungen aus der allgemeinen Praxis werden die verkehrspolitischen Ziele sowie die verkehrsrelevanten Ziele der Raumplanung, der Umwelt, der Wirtschaft und der Gesellschaft erfasst, systematisiert und beschrieben. Besonders berücksichtigt werden die verkehrlichen Grundsätze betreffend LSA-NS des ASTRA.

#### *A3 Systematik der Anwendungsfälle auf Grund der Lage im Strassennetz:*

Für die Auswahl der Analyse-Fallbeispiele (siehe AS A4) wird eine Systematik angewendet, welche auf der Forschungsarbeit Grundlagen Betriebskonzepte (Raymann, et al., 2012) basiert. Die Systematik verwendet als Kriterien die Strassenkategorie und den Netzbezug. Damit können unterschiedliche Verantwortungsträger, Interessen und Verkehrsteilnehmergruppen identifiziert und berücksichtigt werden.

#### *A4 Bereitstellen und Beschreiben der Analyse-Fallbeispiele:*

Auswahl von Fallbeispielen für die Analyse der verwendeten Methodik mit Blick auf die Verfügbarkeit der erforderlichen Daten. Die für die Bearbeitung der Fallbeispiele relevanten Projektgrundlagen werden beschafft und hinsichtlich Verwendbarkeit geprüft.

### **Phase B: Priorisierungsvorgaben und -prozesse / Priorisierungsmethodik**

#### *B1 Analyse hinsichtlich der Priorisierungsvorgaben und -prozesse:*

Aus den Analyse-Fallbeispielen und den übergeordneten Zielsetzungen werden die heute in der Praxis angewendeten Priorisierungsvorgaben sowie deren Projektentwicklungsprozesse analysiert und dokumentiert. Interviews resp. Arbeitsgespräche mit Projektverantwortlichen der Fallbeispiele bilden die Grundlage für die Analysen.

#### *B2 Herleiten der Parameter für die Priorisierungsvorgaben:*

Anhand der aus dem AS B1 gewonnenen Erkenntnisse werden die Parameter, die für die Ermittlung der Priorisierungsvorgaben erforderlich sind, hergeleitet. Für allgemein gültige Parameter wird deren Wertespektrum definiert. Einerseits können so die Parameter für nahezu jeden Anwendungsfall angewendet werden. Andererseits sind die Parameter konkret genug, um die übergeordneten Zielsetzungen und örtlichen Anforderungen erfassen und abbilden zu können.

#### *B3 Entwickeln einer systematischen Priorisierungsmethodik:*

Die aus dem AS B2 gewonnenen Parameter werden hinsichtlich Beeinflussbarkeit resp. Gestaltungsspielraum beurteilt. Nach diesem Schritt liegen die für die weitere Entwicklung der Signalsteuerung erforderlichen Priorisierungsvorgaben vor.

## Phase C: Test-Anwendung

### *C Test-Anwendung der Priorisierungsmethodik an Hand ausgewählter Projekte:*

Die aus den vorangegangenen Arbeitsschritten (AS B1 bis B3) entwickelte Priorisierungsmethodik wird im Rahmen von Interviews an Hand von drei aktuellen Projekten aus der Praxis getestet. Damit wird die Anwendbarkeit und Zweckmässigkeit der Methodik verifiziert.

Absicht dieser Testprojekte ist eine Überprüfung der aus den Fallbeispielen erarbeiteten Erkenntnisse. Diese betreffen insbesondere die Parameterliste und das Vorgehen bei der Umsetzung von Vorgaben. Anhand von Interviews mit Verantwortlichen konkreter laufender Projekte werden diese Zwischenergebnisse im Rahmen der jeweiligen Projektgeschichte thematisiert und hinterfragt.

Die Wahl der Testprojekte erfolgt analog zur Wahl der Fallbeispiele wiederum für unterschiedliche Projektentwicklungsphasen. Aufgrund einer Umfrage in der Begleitkommission nach geeigneten Beispielen bei Kantonen und Städten werden die folgenden drei Testprojekte gewählt:

- (1) Strategisch-/Konzeptionelle Ebene: *Konzeptionsphase* (SIA 21)  
Stadt Zürich, TAZ: Stauffacher-/ Werd-/ Badener-/ Strassburgstrasse  
(Der selbe Knoten wurde bereits als Fallbeispiel (2) analysiert)
- (2) Infrastrukturgestaltung im Rahmen Vor-/Bauprojekt: *Projekt-/Bauphase* (SIA 31/32)  
Stadt Zürich, DAV: Schaffhauser-/Glattalstrasse
- (3) Bewirtschaftungsphase: *Betriebsphase* (SIA 51/61)  
Kanton Luzern, vif: Ebikon, Luzerner-/ Schachenweid-/ Kaspar-Koppstrasse

Für die Beleuchtung der Zwischenergebnisse aus Sicht der Testprojekte werden mit den verschiedenen Projektverantwortlichen strukturierte Gespräche geführt [98], [99], [100]. Die zuvor erarbeiteten Parameterlisten sowie ein Grobentwurf eines denkbaren Merkblatts mit Hinweisen zur Methodik dienen als eine Diskussionsgrundlage. Thematisiert werden beispielsweise die Spielräume bei der Anwendung der Checklisten im Kontext der SIA-Phasen und die Zusammenarbeit in den Projektentwicklungsschritten

## Phase D: Dokumentation

### *D1 Forschungsbericht (inkl. Entwurf Merkblatt D2):*

Die Arbeitsschritte und die gewonnenen Erkenntnisse werden im Forschungsbericht nachvollziehbar dokumentiert. Der Bericht wird schrittweise erstellt und der Begleitkommission zur Stellungnahme vorgelegt. Für die Anwendung in der Praxis werden die Forschungsergebnisse in einem Merkblatt-Entwurf zusammengefasst.



## 3 Stand der Forschung

Die folgenden Kapitel zeigen den Stand der Forschung mit Fokus auf übergeordnete Zielsetzungen, Konzepte im Bereich Verkehrsmanagement und betreffend Lichtsignalsteuerungen.

### 3.1 Priorisierungen aufgrund übergeordneter Zielsetzungen

Die übergeordneten Zielsetzungen des Verkehrs widerspiegeln sich in der Gestaltung des Verkehrssystems. Die vorrangigen Ziele sind: Qualität des Verkehrsablaufs, Verkehrssicherheit, Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit Schnabel & Lohse (2011) [77]. Die Priorisierung zwischen diesen Zielen wird in der Literatur nicht umfassend behandelt.

In Dietrich et al. (1986) erfolgen Aussagen zum grundlegenden Einsatz von Lichtsignalanlagen [38]. Dabei werden das Prinzip sowie die Ziele einer Lichtsignalanlage erläutert. Ziele sind u.a. die Erhöhung der Verkehrssicherheit, die Erhaltung bzw. Steigerung der Leistungsfähigkeit, die gezielte Bevorzugung der öffentlichen Verkehrsmittel oder die bessere Nutzung des Verkehrsraums.

In Simon (2006) wird die zweckmässige Betriebsauslegung von Strecken mit multimodalem Verkehrsablauf untersucht [78]. Entwickelt wurde eine Methode, um Betriebskonzepte der einzelnen Verkehrsarten unter Berücksichtigung der Priorität und Anforderungen beurteilen zu können. Die Forschungsarbeit liefert eine Aussage zur multimodalen Verkehrsqualität - jedoch keine Aussage zu Priorisierungsvorgaben der verschiedenen Verkehrsarten.

Grundlegende Hinweise zu Lichtsignalanlagen, deren Nutzen und die generelle Phasentrennung sind in VSS SN 640 832 (1992) [14], VSS SN 640 833 (1996) [15], VSS SN 640 834 (1996) [16] gegeben. Die geometrischen Anforderungen an die Ausgestaltung eines Knotens sowie dessen Zufahrten sind in VSS SN 640 250 (1998) [9], VSS SN 640 251 (1997) [10], VSS SN 640 262 (1999) [11] ausgeführt. Die besonderen Aspekte der Kreuzung Schiene / Strasse sind Gegenstand in VSS SN 671 510 (2001) [22].

In den Schweizer Normen (SN) betreffend die Lichtsignalanlagen werden die Anforderungen an die Grundversorgung der Steuerung (Übergangs-, Mindest- und Zwischenzeiten) gegeben VSS SN 640 837 (1992) [18], VSS SN 640 838 (1992) [19]. Bereits in Steiner et al. (2010) wurde erwähnt, dass bei den Normen für die Lichtsignalanlagen die Rechtsverbindlichkeit uneinheitlich geregelt ist [84]. In der Regel stellt die Norm eine Empfehlung dar. Einzelne Normen sind jedoch gemäss Weisungen des UVEK als verbindlich anzusehen.

Die Herausforderung in der Praxis besteht zusätzlich darin, dass die Betreiber der Lichtsignalanlagen zusätzlich zu den gültigen Schweizer Normen eigene Richtlinien, Hinweise oder technische Spezifikationen verwenden. Beispielhaft sind an dieser Stelle das Handbuch Lichtsignalanlagen, Tiefbauamt Stadt Bern (2011) [86], die LSA Richtlinien, Tiefbauamt Stadt Luzern (2011) [87] oder die LSA-Richtlinien 2013, Kantonspolizei Basel Stadt (2005) [64] und die Projektierungs- und Ausführungsrichtlinien der Übergangszeiten, Mindestzeiten, Zwischenzeiten, Bau- und Verkehrsdepartement Kanton Basel Stadt (2013) [34] genannt. Insbesondere im Erst- und Letztgenannten wird der fehlenden Behandlung der Fahrzeuge des öffentlichen Verkehrs bei der Berechnung der Mindest-, Übergangs- und Zwischenzeiten in den Schweizer Normen durch zusätzliche Berechnungsvorschriften Rechnung getragen.

Die enorme Vielzahl an verschiedenen Bestimmungsgrössen bei der Planung und Realisierung einer Lichtsignalanlage, die für den Planer kaum mehr überblickbar sind, wird in Steiner et al. (2010) [84] als Motivation verwendet, um verkehrsplanerische und

verkehrsbetriebliche Grundlagen, Checklisten und Leitfäden zu erarbeiten. Dabei werden das Verkehrsmanagement, die Anforderungen des Langsamverkehrs und die Privilegierung des öffentlichen Verkehrs berücksichtigt.

In den Checklisten in Steiner et al. (2010) werden diverse Aspekte aufgeführt, die für die Priorisierung wichtige Eckpunkte darstellen [84]. Insbesondere wurde eine Checkliste für Verkehrslenkungsstrategien erstellt, die die folgenden Aufgaben auflistet:

- Bevorzugung von Verkehrsmitteln
- Restriktive Behandlung von Verkehrsmitteln
- Optimale Nutzung von Verkehrsräumen
- Regulieren / Drosseln des Zuflusses in sensiblen Zonen
- Umlenken von Verkehrsströmen durch gezielte Beeinflussung
- Minimierung von Wartezeiten, gesamthaft oder entsprechend spezieller intermodaler Gewichtungen
- Makrosteuerung, strategische Rahmenvorgaben für Steuerung und Koordination

Weiter wird in VSS SN 640 835 (1997) [17] die Abschätzung der Leistungsfähigkeit - anzuwenden in den SIA-Phasen 21 Vorstudien und 31 Vorprojekt der SIA 112 (2001) [4] - erläutert. Die detailliertere Berechnung der Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität und Belastbarkeit in den Phasen 32 Bauprojekt und 51 Ausführungsprojekt erfolgt nach VSS SN 640 023a (2008) [7]. Hierbei wird der Einfluss der Fahrzeuge des öffentlichen Verkehrs auf die Verkehrsqualität ebenfalls berücksichtigt. Weiterführende Methoden- und Berechnungshinweise sind in VSS SN 640 839 (2003) [20] enthalten. Die koordinierte Signalsteuerung in Strassenzügen wird in VSS SN 640 840 (2003) [21] behandelt.

Im internationalen Kontext liefern in Deutschland die Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA), FGSV (2010) [45] und das HBS (Kapitel 6 Knotenpunkte mit Lichtsignalanlagen), FGSV (2009) [44] Grundlagen für die Projektierung der Lichtsignalanlage und die Ermittlung der Leistungsfähigkeit bzw. des Level of Service (LOS). In Amerika gilt das Highway Capacity Manual, Transportation Research Board (2010) für die Projektierung und Bewertung von Autobahnen und sonstigen Verkehrsanlagen [92].

Zusammenfassend wird festgestellt, dass in der Forschungsliteratur übergeordnete Zielsetzungen kaum hinsichtlich Umgang mit Priorisierungen auf HVS behandelt werden. Eine Ausnahme bildet die Verkehrssicherheit, welche aus Sicht der verkehrstechnischen Forschung und auch der Normierung als notwendige Bedingung und unabdingbare Voraussetzung zu respektieren ist.

## 3.2 Verkehrsmanagement

Wie unter Ausgangslage (Kapitel 1.1) erwähnt, wird in den Agglomerationsprogrammen Verkehr und Siedlung das Verkehrsmanagement als Massnahme zur Lösung von verkehrlichen Problemen gefordert. Unter dem Begriff Verkehrsmanagement auf der Strasse werden alle Massnahmen zusammengefasst, die darauf abzielen, den Verkehrsablauf gross- und kleinräumig optimal zu gestalten. Im Glossar Verkehrsmanagement Schweiz, ASTRA (2007) [25] und in VSS SN 640 781 (2006) [12] erfolgt die verkehrlich-funktionale Begriffssystematik. Ziel ist eine klare und eindeutige Definition der Begriffe und deren hierarchisch strukturierte Zuordnung.

Die übergeordneten Ziele sind Teil eines jeden Verkehrsmanagements. Sie lassen sich in strategische und operative Ziele unterteilen Roth (2009) [73]. Die strategischen Ziele im Verkehrsmanagement sind die Befriedigung der Mobilitätsbedürfnisse, Erhöhung der Verkehrssicherheit, Verbesserung der Wirtschaftlichkeit, Schonung natürlicher Ressourcen sowie die Reduzierung der Umweltbelastung. Aus operativer Sicht wird das Verkehrsmanagement gegliedert in Verkehrsvermeidung, Verkehrsverlagerung zwischen Verkehrsmitteln und Verkehrslenkung im Netz.

In Friedrich & Priemer (2008) erfolgt eine Gegenüberstellung der Verbindungsqualität und der aggregierten Qualität der Einzelanlage [47]. Insbesondere innerörtlich sind die Anforderungen und Eigenheiten der unterschiedlichen Verkehrsteilnehmergruppen und der verwendeten Verkehrsmittel zu beachten. In Schlabbach (1993) werden wechselnde Gewichtungsfaktoren und Zielkriterien untersucht [76].

In den vergangenen Jahren hat die Anwendung von dynamischen Verkehrsmanagementstrategien in städtischen, regionalen und überregionalen Strassennetzen spürbar an Bedeutung gewonnen. Grundlage des Fachartikels Grahl & Jentsch (2012) [50] sind die "Hinweise zur Strategieanwendung im dynamischen Verkehrsmanagement", FGSV (2003) [43]. Mit den Hinweisen wurden verfügbare Forschungsergebnisse, Erkenntnisse und praktische Erfahrungen aufbereitet, um Lösungswege und das Handwerkszeug für die Entwicklung, Umsetzung und Bewertung von dynamischen Verkehrsmanagementstrategien zur Verfügung zu stellen.

Als besondere Form des Verkehrsmanagements an der Schnittstelle zwischen HLS und HVS wird in VSS SN 640 807 (2005) [13] die Rampenbewirtschaftung behandelt.

### 3.3 Stand betreffend Lichtsignalsteuerung

Bereits in Everts & Richter (1988) wird festgestellt, dass zwischen den Zielen verschiedener Gruppen von Verkehrsteilnehmenden Zielkonflikte bestehen. Die Zielkonflikte treten im Planungsprozess auf den Ebenen der Anforderungen, der konzipierten Massnahmen und der Wirkungen dieser Massnahmen auf, wo die Zielvorstellungen bezüglich Sicherheit, Leistungsfähigkeit, Umweltqualität, Reisezeit- und Kraftstoffersparnis sowie Verkehrsqualität aufeinandertreffen. Die Interessengruppen und ihre im konkreten Fall relevanten Ziele müssen gewichtet werden. Hierfür wurde ein Bewertungsverfahren entwickelt [40].

In Boltze (2006) wird eine umfassende Literaturrecherche durchgeführt. Die Forschungstätigkeiten und die Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Lichtsignalsteuerung in Deutschland, im benachbarten europäischen Ausland, in den USA und in Japan werden erfasst, strukturiert, anschaulich dargestellt und analysiert. Eine weiterführende Synthese oder Ableitung von Handlungs- oder Priorisierungsvorgaben erfolgt nicht [31].

Das Bundesamt für Strassen (ASTRA) ist auf Grund der geänderten Eigentumsverhältnisse (NFA) seit einigen Jahren verantwortlich für zahlreiche Anschlussknoten – so genannte Sekundärknoten. Diese liegen an der Schnittstelle zwischen HLS und HVS, bzw. zwischen National- und Kantonsstrassen. Grundsätzlich werden im Fachhandbuch Betriebs- und Sicherheitsausrüstung (FH BSA), ASTRA (2012) sämtliche Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (anlagentechnische Elemente) auf den Nationalstrassen geregelt. Ziele des FH BSA sind u.a. die Vereinheitlichung von der Projektierung über die Beschaffung bis zu Betrieb und Unterhalt, sowie die Reduzierung der geltenden technischen Weisungen, Richtlinien und Normen auf wenige Standardlösungen [23]. Für die Sekundärknoten hat das ASTRA übergeordnete Leitsätze entwickelt: verkehrliche Grundsätze LSA-NS (Lichtsignalanlage Nationalstrassen; vergleiche Kapitel 1.3) [27].

Im Kontext der Sekundärknoten beschäftigen sich Schaufelberger und Schwarz (2012) mit der Vernetzung von HLS- und HVS-Steuerungen. Gefordert wird eine verstärkte Koordination der HLS- und HVS-Steuerungen. Aus dieser Forschungsarbeit resultieren Leitsätze zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit, zur Sicherstellung des Verkehrsflusses auf der HLS, oder zur Gewährleistung des zuverlässigen Verkehrsflusses des motorisierten Individualverkehrs auf dem untergeordneten Netz unter Berücksichtigung der Anforderungen des Langsamverkehrs und der Fahrplaneinhaltung des öffentlichen Verkehrs [23]. Diese pauschalen Forderungen spiegeln sich auch in den Leitsätzen als Verkehrliche Grundsätze LSA-NS des ASTRA wieder [27].

Die vom IEEE unterstützte Arbeit *Review of Road Traffic Control Strategies*, Papageorgiou (2003) beschäftigt sich mit den Gründen für die Verkehrsüberlastung und mit Kapazitätsproblemen in Strassennetzen, sowie mit Steuerungsstrategien, diese Überlastungsprobleme zu vermeiden [70].

### 3.4 Projektspezifische Grundlagen

Im Gegensatz zur Forschungsliteratur zeigt sich, dass in der Praxis durchaus Grundlagen zu Zielvorgaben und Priorisierungen vorliegen. Diese sind als verkehrspolitische, gesellschaftliche Vorgaben an ein entsprechendes Hoheitsgebiet oder einen definierten Perimeter gebunden. In den Gesprächen mit den Projektverantwortlichen der Analyse- und der Testbeispiele werden solche speziellen projektspezifischen Grundlagen und Vorgaben erwähnt.

Somit sind fallweise, je nach Lage des Projektes, unterschiedliche ortsspezifisch gültige Grundlagen zu berücksichtigen:

- Nationale Gesetze, Strategien und Fachkonzepte, Verordnungen und Richtlinien (insbesondere in Fällen, mit Übergängen vom HVS- zum HLS-Netz resp. zu den Nationalstrassen, bspw. die Technischen Anforderungen LSA-NS [27])
- Kantonale Gesetzesgrundlagen, Verkehrsstrategische Vorgaben (bspw. IVM- Handlungsgrundsätze des Kantons Zürich [61]; Vorgaben gemäss Konzept Verkehrsmanagement Luzern [56])
- Kommunale Gesetze, Fachkonzepte und Erlasse (bspw. Stadt Zürich: Ziele der Mobilitätsstrategie „Stadtverkehr 2025“ [90]).

### 3.5 Stand betreffend Priorisierungsvorgaben

Die zahlreichen Forschungsarbeiten, die Literatur und die Normen, Standards, und Richtlinien zu den Themen Lichtsignalsteuerung oder Verkehrsmanagement liefern Grundlagen und geben Hinweise oder Vorgaben für die Projektierung, die Realisierung und für den Betrieb der Lichtsignalsteuerung.

Aussagen zu Priorisierungsvorgaben, zu den Anforderungen des Langsamverkehrs oder zur Intermodalität sind in der aktuellen Literatur respektive in den Forschungsarbeiten nur in wenigen Dokumenten zu finden. Hingegen weisen orts- und projektspezifisch gültige Grundlagen häufig konkrete Priorisierungsvorgaben auf, die mindestens für diesen konkreten Projektperimeter gelten.

Eine eindeutige Verbindung zwischen übergeordneten Zielsetzungen bzw. örtlichen Anforderungen auf der einen Seite und den Priorisierungsvorgaben für die Gestaltung eines gesteuerten Knotens, für die Erstellung des Steuerungskonzeptes bzw. der Programmierung der Lichtsignalsteuerung auf der anderen Seite, kann der Literatur nicht entnommen werden.

### 3.6 Übergeordnete Zielsetzungen und Rahmenbedingungen

Übergeordnete Zielsetzungen sowie örtliche Rahmenbedingungen der konkreten Verkehrsanlage bilden die Eingangsgrössen für den Prozess der Erarbeitung einer Lichtsignalsteuerung. Aufgrund der Literaturanalysen und eigenen Erfahrungen ergibt sich zusammenfassend ein Bild gemäss Abb. 3.

Für die übergeordneten Zielsetzungen stehen verkehrspolitische Ziele sowie verkehrsrelevante Ziele der Raumplanung, der Umwelt, der Wirtschaft sowie der Gesellschaft im Fokus. Die übergeordneten Zielsetzungen können auf einzelne Nutzergruppen fokussiert sein.



**Abb. 3 Übergeordnete Zielsetzungen und örtliche Anforderungen, je vor dem Hintergrund der verschiedenen Verkehrsmodi**

Die Verkehrssicherheit hat einen speziellen Stellenwert. Sie ist ein wichtiger Eckpfeiler der übergeordneten Zielsetzungen, da die Verkehrssicherheit immer ohne Einschränkungen zu gewährleisten ist.

Die örtlichen Anforderungen an einen Knoten müssen alle Verkehrsteilnehmenden berücksichtigen. Sie ergeben sich aus der Verkehrsnachfrage und der konkreten Verkehrsinfrastruktur. Diese wird durch die Lage, die Geometrie, den Netzbezug, die Netzfunktion sowie die Nutzung im Umfeld bestimmt.

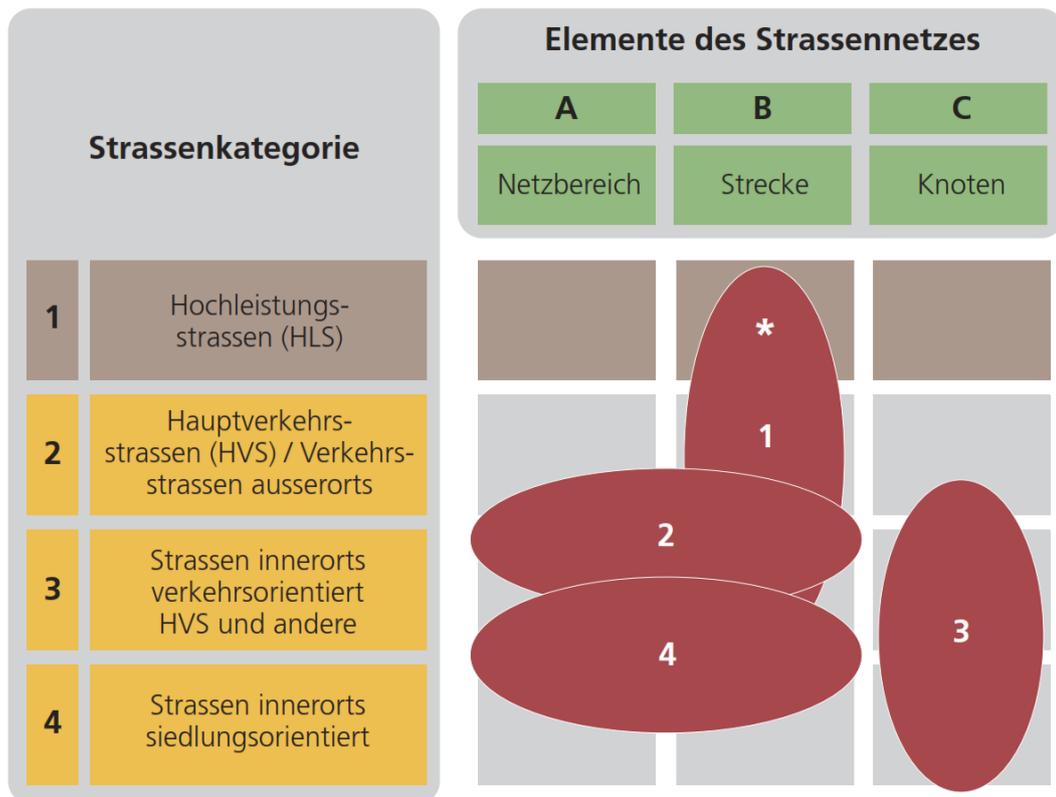
Die Übersicht von übergeordneten Zielsetzungen und Rahmenbedingungen gemäss Abbildung 3 wird für die Gespräche mit den Vertretern der Analyse-Fallbeispiele verwendet (vgl. Kap. 4.2.2). Entsprechend bereinigt dient die Übersicht als Basis für die Beschreibung der Gestaltungsparameter. Angesichts der Fülle von Einzelaspekten wird versucht, diese im Hinblick auf die Praxis als Checkliste zu strukturieren (siehe Kap. 4.5). Als solche kann sie das angestrebte Merkblatt als Hilfsmittel ergänzen.



## 4 Analyse von Fallbeispielen

### 4.1 Wahl der Analyse-Fallbeispiele

Zur Erfassung der Parameter und der Methodik zur Herleitung und Umsetzung der Priorisierungsvorgaben wurden vier Analyse-Fallbeispiele detailliert untersucht. Die Wahl der Fallbeispiele erfolgte anhand des nachstehenden Strukturierungsansatzes (Basis: Grundlagen Betriebskonzepte [71]). Angestrebt wurde eine Auswahl aus unterschiedlichen Situationen bezüglich Kontext von Strassenkategorie und Elementen des Strassennetzes.



**Abb. 4 Strukturierungsansatz anhand Strassenkategorie und Elemente des Strassen-netzes.**

Die rot markierten Ellipsen stellen die zu analysierenden Fallbeispiele dar. Grundsätzlich behandelt die Studie die gelb markierten Strassenkategorien. Die Kategorie HLS wird nur hinsichtlich der Anschlussknoten zum Nationalstrassennetz behandelt (\*)

Aufgrund einer Umfrage nach geeigneten Beispielen bei Kantonen und Städten konnten die folgenden vier Analyse-Fallbeispiele ausgewählt werden:

- (1) Basel-Stadt, Kanton Basel-Stadt, Schwarzwaldallee/Fasanenstrasse (Wiesekreiselsystem)
- (2) Stadt Zürich, Kanton Zürich, Stauffacher-/ Werd-/ Badener-/ Strassburgstrasse
- (3) Meilen, Kanton Zürich, See- /Schwabachstrasse
- (4) Rapperswil-Jona, Kanton St.Gallen, Untere Bahnhofstrasse

Für die Analyse der Fallbeispiele fanden Gespräche mit den entsprechenden Projektverantwortlichen statt [95], [96], [97], [98]. Zur Vorbereitung standen von den Gesprächspartnern projektspezifische Grundlagen zur Verfügung (Knotenpläne, Technische Berichte mit Angaben zu den Belastungen und zur Leistungsfähigkeit,

Beschreibung des Steuerungskonzeptes, Dokumentation der Prozesse. Im Gespräch wurden zudem die Zwischenergebnisse bezüglich übergeordneter Zielsetzungen und örtlichen Anforderungen (siehe Abb. 3/Seite 25) besprochen und in den Zusammenhang mit dem Fallbeispiel gestellt.

Für jedes Analyse-Fallbeispiel wurde anhand der Unterlagen und des Gesprächs ein Steckbrief erstellt (siehe Anhang I). Diese Projektblätter wurden aufgrund der Gespräche bezüglich allgemein gültiger Grundsätze, Zielvorgaben sowie örtlichen Anforderungen zur Priorisierung und Steuerungsstrategie ergänzt.

In den folgenden Kapiteln werden die wichtigsten Erkenntnisse aus den Analysebeispielen zusammengefasst.

## **4.2 Grundsätzliche Erkenntnisse bzgl. übergeordneter Zielvorgaben**

Im Rahmen der Analyse-Gespräche wurde die Gegenüberstellung der übergeordneten Zielsetzungen (grundsätzliche Festlegungen) und der örtlichen Rahmenbedingungen (siehe Abb. 3) besprochen. Daraus ergeben sich folgende Erkenntnisse.

### **4.2.1 Verkehrssicherheit**

Es wird festgestellt, dass die Verkehrssicherheit gegenüber allen andern Interessen priorisiert und zu keinem Zeitpunkt in Frage gestellt wird. Die Vorkehrungen zur Einhaltung der Verkehrssicherheit sind unter anderem abhängig von den örtlichen Rahmenbedingungen der konkreten Verkehrsanlage: Nutzungen im Umfeld, die Lage und der Netzbezug eines Knotens stellen Anforderungen an die Sicherheitsparameter der Knotensteuerung. Diese Rahmenbedingungen haben stärkeres Gewicht als die Priorisierung eines Verkehrsmittels. Erst in zweiter Linie wird die Steuerung des Verkehrsablaufs nach den übergeordneten und den lokalen politischen Vorgaben priorisiert.

### **4.2.2 Grundsätzliche übergeordnete Zielfestlegungen**

Grundsätzliche Ziele zur Mobilität und zur Beeinflussung des Verkehrs werden in allen Kantonen unter anderem in der Kantonsverfassung festgelegt.

Im Kanton Basel-Stadt werden im §30 der Kantonsverfassung [54] die folgenden verkehrspolitischen Ziele festgehalten: „Der Staat ermöglicht und koordiniert eine sichere, wirtschaftliche, umweltgerechte und energiesparende Mobilität. Der öffentliche Verkehr genießt dabei Vorrang. Der Staat setzt sich für einen attraktiven Agglomerationsverkehr, für rasche Verbindungen zu den schweizerischen Zentren und für den Anschluss an die internationalen Verkehrsachsen auf Schiene, Strasse sowie auf Luft- und Wasserwegen ein.“

Im Kanton St. Gallen werden die Ziele zum Verkehr im §18 der Kantonsverfassung [60] wie folgt festgehalten: „Der Staat setzt sich zum Ziel, dass der ganze Kanton verkehrsmässig ausreichend erschlossen ist und die öffentlichen und privaten Verkehrsmittel sinnvoll und bedarfsgerecht eingesetzt werden. Er berücksichtigt die Bedürfnisse von schwächeren Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmern.“

Im Kanton Zürich wird im §104 der Kantonsverfassung [62] der Verkehr behandelt: „Kanton und Gemeinden sorgen für eine sichere, wirtschaftliche und umweltgerechte Ordnung des gesamten Verkehrs und für ein leistungsfähiges Verkehrsnetz. Der Kanton übt die Hoheit über die Staatsstrassen aus. Kanton und Gemeinden fördern den öffentlichen Personenverkehr im ganzen Kantonsgebiet.“

In der Stadt Zürich werden im Rahmen „Stadtverkehr 2025“ [90] folgende Priorisierungsziele verfolgt: (vgl. Anhang I.2.2):

- Modalsplit von ÖV, Fuss- und Veloverkehr erhöhen
- Angebot und Attraktivität ÖV-, Fuss- und Veloverkehr verbessern
- Kapazität für den MIV nicht erhöhen

### 4.2.3 Umweltaspekte

Schonung der Umwelt wird bei keinem Analyse-Beispiel als übergeordnetes Ziel erwähnt. In Deutschland werden unter dem Begriff umweltorientiertes Verkehrsmanagement (UVM) Massnahmen aufgeführt, die aufgrund aktueller Luftkennwerte (NO<sub>2</sub> und PM10) temporär an Knoten bspw. den Schwerverkehr von stark belasteten Gebieten fernhalten [37].

### 4.2.4 Unterschiedliche Interessenvertreter und Zuständigkeiten

Je nach Knotenlage und Netzsituation gelten verschiedene übergeordnete und lokale verkehrspolitische Ziele oder fachliche Vorgaben unterschiedlicher Amts- oder Verwaltungsstellen. Weiter ist zu beachten, dass auch private Akteure bei der Knotengestaltung und Steuerung Interessen anmelden. Alle diese Ziele und Vorgaben sind bei der Verkehrssteuerung so weit wie angebracht und möglich zu berücksichtigen.

In allen betrachteten Analyse-Fallbeispielen können durch die Vertreter der Verkehrssteuerung nicht alle Gestaltungsparameter unmittelbar beeinflusst werden. Die aus der Politik stammenden Vorgaben zur Ausgestaltung des Verkehrsnetzes werden von den planenden und projektierenden Abteilungen der Verwaltungen umgesetzt. Zur Sicherstellung einer Abstimmung zwischen allen Interessen über alle Projektentwicklungsstufen hinweg sind die verschiedenen Interessengruppen entsprechend begleitend einzubeziehen.

Gleichzeitig sind die Verfahrensabläufe und Zuständigkeiten beim Bund, in den Kantonen und Städten unterschiedlich geregelt. Gründe dafür liegen zum Teil in der Verwaltungsorganisation hinsichtlich Verantwortlichkeiten im Bereich Mobilität und Verkehr. Dabei sind in den verschiedenen Planungsstufen unterschiedliche Verwaltungs- oder Amtsstellen federführend zuständig.

Als Folge einer phasenweisen Zuständigkeitsregelung stellt die lückenlose Dokumentation über alle Projektentwicklungsstufen hinweg eine Herausforderung dar (siehe dazu Kap. 4.3.2).

## 4.3 Sachverhalte bei der Umsetzung von Priorisierungen

### 4.3.1 Inhaltliche Zielrichtungen der Priorisierungen

Die Erkenntnisse aus den Analyse-Fallbeispielen sind grundlegend für die Herleitung und Definition von Priorisierungsparametern und einer Priorisierungsmethodik. Im Folgenden werden die Priorisierungsgründe aus den Gesprächen zu den Fallbeispielen zusammengefasst (sie gelten in den vier Fallbeispielen in unterschiedlicher Kombination). Wie bereits in Kap. 4.2.1 erwähnt, wird die Einhaltung der Vorgaben betreffend die Verkehrssicherheit jedoch bei allen Fallbeispielen in erster Priorität ohne Kompromiss umgesetzt:

#### *Sicherheit*

- Überall gilt in erster Priorität die Einhaltung der Sicherheit aller Verkehrsteilnehmenden, unabhängig von Netzbezug und Strassenkategorie.

- Bei speziellen Standorten wie Schulen, Altersheimen, etc. gelten oft erhöhte Anforderungen für zu Fuss Gehende wie bspw. Vorgrün, oder es sind für Mobilitätsbehinderte längere Grünzeiten zu berücksichtigen.
- Zu den Sicherheitsaspekten zählt zudem die Priorisierung der Blaulichtfahrzeuge

#### *Bevorzugung des öffentlichen Verkehrs*

- Grundsätzlich gilt an den meisten Orten die Priorisierung zur Verbesserung des durchgehenden ÖV-Angebots. Fokussiert wird auf die Stabilisierung der Reisezeiten und auf die Einhaltung der Fahrpläne zur Gewährleistung der Anschlüsse.
- Angestrebt wird auch der Abbau von Eigenbehinderungen, die gezielte Bevorzugung von ÖV-Linien im Taktfahrplan, eventuell nach Lastrichtung und Tageszeit. Die Stadt St. Gallen bevorzugt zudem gezielt einzelne verspätete ÖV-Kurse.
- Als Idealzustand wird die Einführung einer Null-Wartezeit für den strassengebundenen öffentlichen Verkehr beim Befahren des geregelten Strassennetzes angestrebt.

#### *Gewährleistung des Verkehrsflusses*

- Die Priorisierung des MIV dient grundsätzlich zur Harmonisierung des Verkehrsflusses
- Durch die Regelung der innerörtlichen Verhältnisse mit einem gezielten Staumanagement und wenn nötig einer Pfortnerung gegen aussen kann der Verkehrsfluss innerorts harmonisiert werden.
- Der Verkehrsfluss kann mit geeignetem Verkehrsmanagement bei planbaren Betriebsänderungen gewährleistet werden.
- Durch Koordination von LSA-Knoten kann der Verkehrsfluss gezielt beeinflusst werden.
- Ersatz von Festzeitsteuerungen durch optimale (MIV-) verkehrsabhängige Knotensteuerungen (bspw. tageszeitabhängige Steuerungen)

#### *Steigerung der Attraktivität für zu Fuss Gehende, Radfahrende und Behinderte*

- Verbesserung der Attraktivität des Fuss- und Veloverkehrs zur Erhöhung des Modalsplit-Anteils
- Grösstmöglicher Komfort für die Fussgänger und Radfahrerinnen infolge kurzer Wartezeiten und direkter Verbindungen
- Spezielle örtliche Rücksichtnahme auf Querungen von Schulwegen, bei Altersheimen oder bei Bedarf für Geh- und sensorisch Behinderte

#### *Qualität des öffentlichen Raums steigern und Konflikte Gesamtverkehr vermeiden*

- Steigerung der Qualität im öffentlichen Raum durch Stauraummanagement und geschickte Koordination
- Kapazitätssteigerung für alle Verkehrsteilnehmenden ist nicht möglich. Die beschränkt zur Verfügung stehende Grünzeit für alle Verkehrsteilnehmenden optimal nutzen.

### **4.3.2 Dokumentation der vorgenommenen Priorisierungen**

Es wird festgestellt, dass in den Projekten die Anforderungen an die Priorisierungen umgesetzt und in Infrastrukturplänen und in Software-Anwendungen festgehalten werden. Doch die konkreten Überlegungen und Abwägungsprozesse, die zum Steuerungskonzept führen, sind kaum systematisch dokumentiert. Bspw. als Folge einer phasenweisen Zuständigkeitsregelung ist die Dokumentation aller Überlegungen, die im Laufe der Projektentwicklung und Erarbeitung einer LSA-Steuerung gemacht werden, schwierig nachvollziehbar, als Prozess wenig transparent, möglicherweise auch lückenhaft.

Aufgrund der Erkenntnisse aus den Gesprächen ist es deshalb im Interesse der Qualitätssicherung wertvoll, dass für jede LSA die allgemeinen übergeordneten sowie die im konkreten Fall örtlich geltenden Steuerungsgrundsätze, die Rahmenbedingungen und Interessenabwägungen dokumentarisch festgehalten werden. So kann in jeder Projektentwicklungsphase nachvollzogen werden, welche Überlegungen zu den Priorisierungen geführt haben, bzw. der Steuerungslogik zugrunde gelegt wurden. Damit

wird gewährleistet, dass die Entscheidungen transparent und bei einem Wechsel der Zuständigkeiten von Personen und Ämtern oder späteren Nachprüfungen die relevanten Angaben nachvollziehbar sind.

### 4.3.3 Steuerungsphilosophien als Basis

Zwischen den Analyse-Fallbeispielen werden unterschiedliche Steuerungsphilosophien festgestellt. Diese unterscheiden sich beispielsweise durch die Vorgaben betreffend die Verteilung der Grünzeiten sowie der Umlaufzeiten.

Eine mögliche Steuerungsphilosophie besteht in kurzen Umlaufzeiten bei gesteuerten Knoten. Ziel ist es beispielsweise, den Fussverkehr indirekt zu bevorzugen, da aufgrund der kurzen Umlaufzeiten auch kurze Wartezeiten für den Fussverkehr entstehen. Gleichzeitig kann die Sicherheit erhöht werden, wenn die zu Fuss Gehenden dadurch disziplinierter die Strassen queren. Die kurzen Umlaufzeiten sind ebenfalls von Vorteil, wenn keine ausreichenden Stauräume vorhanden sind. Verbreitet sind weiter Steuerungskonzepte mit Pfortnerung und Dosierung, um Netze und insbesondere leistungskritische Knoten funktionsfähig und Priorisierungsspielräume offen zu halten.

### 4.3.4 Allgemein gültige Erkenntnisse betreffend Priorisierungen

Wie die Diskussionen im Zusammenhang mit den Analysebeispielen zeigen, besteht zwischen den verschiedenen Verkehrsteilnehmenden teilweise Konkurrenz bzgl. der Priorisierung. Die Gespräche und auch die Literaturanalyse führen zu einigen Erkenntnissen, wie und welche Priorisierungsvorgaben im Allgemeinen gegenüber anderen zu bevorzugen sind. So wird festgestellt, dass die folgenden Priorisierungsaspekte einen gewissen *state-of-the-art* darstellen:

- Die Sicherheit ist *immer* zu gewährleisten (unabdingbare Voraussetzung).
- Bei überlasteten Verkehrssituationen wird in der Regel, aufgrund seiner Leistungsfähigkeit und der Fahrplanzwänge, in erster Linie der Öffentliche Verkehr priorisiert.
- Aufgrund der tageszeitlich unterschiedlichen Belastungssituationen werden vermehrt im Tagesverlauf wechselnde Steuerungsprogramme gewählt, mit entsprechend differenzierten Priorisierungen.
- Mit zunehmender Dichte und Urbanisierung besteht ein Trend zu einer stärkeren Bevorzugung des Langsamverkehrs vor dem MIV.

Diese Aussagen können wie folgt ergänzt resp. präzisiert werden:

#### **Priorität des öffentlichen Verkehrs (ÖV) gegenüber dem MIV**

In den verschiedenen Kantonsverfassungen der im Rahmen der Forschungsarbeit näher betrachteten Projekte [54], [55], [60], [62] wird der öffentliche Verkehr gegenüber den anderen Verkehrsarten grundsätzlich bevorzugt. Zu berücksichtigen ist aber, dass das Verkehrssystem ausreichend leistungsfähig sein sollte, um eine Bevorzugung zu ermöglichen. Gegebenenfalls sind durch ergänzende Massnahmen entsprechende Spielräume zu schaffen.

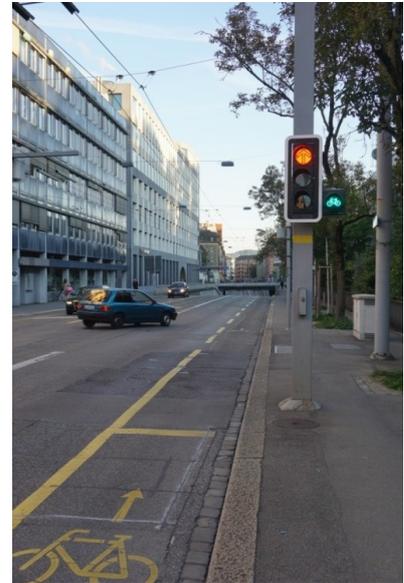
#### **Konkurrenz zwischen Langsamverkehr und ÖV**

Die Konkurrenz zwischen Fuss- bzw. Radverkehr und dem öffentlichen Verkehr ist im Einzelfall zu beurteilen. Das Umfeld spielt vorwiegend für den Fussverkehr, aber auch für den Veloverkehr, eine wichtige Rolle. Der ÖV wird in erster Priorität gegenüber dem Langsamverkehr bevorzugt, da das Fahrverhalten und der Zeitverlust stärker gewichtet werden.

In der Praxis werden Massnahmen genutzt, welche auch in der Forschungsarbeit „Langsamverkehrsfreundliche LSA“ angesprochen werden [39]. So ist es für den

Fussverkehr ohne konkrete Priorisierungen wichtig, dass bei der LSA kurze Phasen in kurzen Abständen angeboten werden. Zudem können in der Nähe von ÖV-Haltestellen zu Fuss Gehende gezielt bevorzugt werden, in dem sie bei Bedarf beim Anhalten eines Busses oder Trams umgehend Grün erhalten und sie so noch sicher die Fahrbahn queren können.

Der Veloverkehr kann ohne konkrete Priorisierung der LSA mit einem zuführenden Radstreifen oder mit einem zuführenden und ausgeweiteten Radstreifen bevorzugt werden, da der Velofahrer sich vor die wartenden Fahrzeuge stellen kann („Velo-sack“). Falls eine separate Veloampel vorhanden ist, kann der Radfahrer mit einem Vorgrün einige Sekunden vor dem motorisierten Verkehr losfahren. Ebenfalls besteht die Möglichkeit, den rechtsabbiegenden Veloverkehr zu bevorzugen, in dem der Velofahrer auch bei Rot fahren kann oder der Velofahrer je nach Ort ein Dauergrün erhält (siehe folgende Abbildung).



**Abb. 5 Dauergrün für Velofahrende.**  
Separates Velogrün vermeidet unnötiges Anhalten wo Radstreifen nicht gequert wird [39].

#### Tageszeitlich unterschiedliche Lösungen

Weniger in den konkreten Testbeispielen als in den generellen Diskussionen zur Priorisierung wird festgestellt, dass zunehmend über den Tag unterschiedliche Steuerungsprogramme thematisiert werden. Festzeitsteuerungen, ausgerichtet auf die hohen Anforderungen der Spitzenstunden mit entsprechenden Priorisierungsregeln, könnten in Nebenverkehrszeiten oft durch andere Steuerungsprogramme ersetzt werden. Die Nachfrage könnte so tageszeitlich verkehrsabhängiger (mit Blick auf den Gesamtverkehr und dessen Zusammensetzung) gesteuert und damit auch Priorisierungen differenzierter gehandhabt werden.

## 4.4 Priorisierungen in den verschiedenen Projektentwicklungsphasen

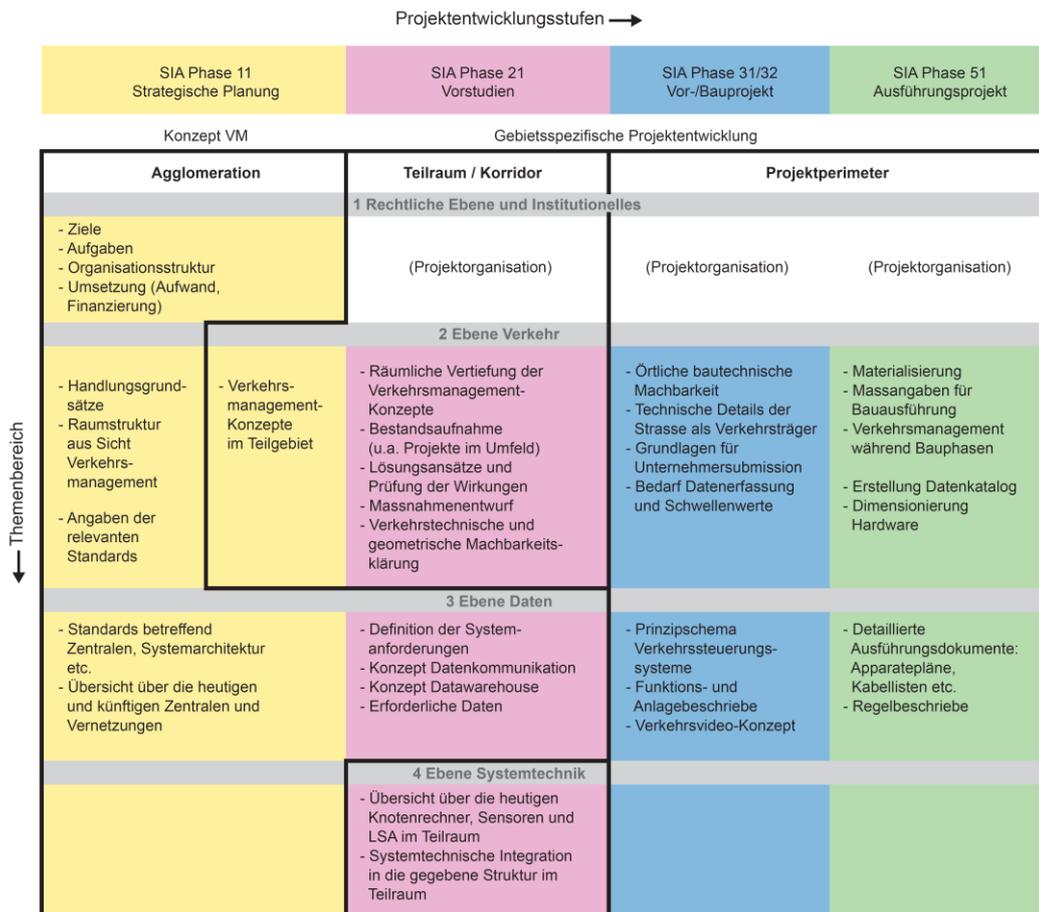
Die steuerungstechnische Umsetzung einer Priorisierung erfolgt in der Praxis in verschiedenen Phasen. In der Abb. 6 sind die relevanten SIA-Phasen 21 bis 51 als Zeitachse ersichtlich und vertikal die für die verkehrstelematischen Verkehrsmanagementprojekte relevanten Fachebenen: (1) Rechtliche Ebene und Institutionelles, (2) Ebene Verkehr (Verkehrsgeschehen, -planung und -technik), (3) Datenebene, verknüpft mit (4) Ebene der technischen Systeme.

Die steuerungstechnische Umsetzung einer Priorisierung kann somit in drei Schritten erfolgen:

- in der SIA-Phase 11 im Schnittbereich der Fachebenen (1) und (2) mit der Formulierung von zielorientierten Handlungsgrundsätzen des strategischen VM resp. der Verkehrssteuerung
- in den SIA-Phasen 21/31 im Schnittbereich der Fachebenen (2)/(3) mit der „Übersetzung“ der für einen politischen Hoheitsbereich allgemein gültigen Handlungsgrundsätze in die situationsbezogene baulich-infrastrukturelle und verkehrstechnische Lösung; hier sind iterative Arbeitsschritte und interdisziplinäre Projektteams besonders wertvoll

- in den SIA-Phasen 32/51 im Schnittbereich der Fachebenen (3)/(4), mit den Festlegungen von relevanten systemtechnischen Parametern

Aus Abb. 6 ist ersichtlich, dass die Steuerung eines einzelnen Knotens in allen SIA-Phasen relevant ist; die Entwicklung der Steuerungsmöglichkeiten zeigt sich als Element des gesamten Projektablaufs. Dabei werden in den Phasen 21 und 31 die wesentlichen Lösungen zur Priorisierung projektspezifisch festgelegt. Die Abhängigkeiten zwischen verkehrstechnischen und steuerungstechnischen Aspekten weist auf den Bedarf von iterativen Arbeitsschritten, und die Überlagerung der Fachebenen auf den Wert von interdisziplinären Projektteams im Entwicklungsprozess.



**Abb. 6 Überblick über die Projektentwicklung von signalgesteuerten Knoten unter Berücksichtigung der vier Themenebenen Recht und Institutionelles, Verkehr, Daten und Systemtechnik.**

In den Phasen 21 und 31 werden die wesentlichen Lösungen zur Priorisierung projektspezifisch festgelegt. Die Abhängigkeiten zwischen verkehrstechnischen und steuerungstechnischen Aspekten weist auf den Bedarf von iterativen Arbeitsschritten, und die Überlagerung der Fachebenen weist auf den Wert von interdisziplinären Projektteams. (basierend auf einer Darstellung aus: [56])

## 4.5 Ergebnis: Parameterliste und Projektdatenblatt

### 4.5.1 Projektierungsgrößen mit Einfluss auf Priorisierungen

Zwischen den übergeordneten Zielvorgaben (Kap. 3.6), resp. den aus den Fallbeispielen erkannten Priorisierungsinhalten (Kap. 4.3.1), und den Projektierungsgrößen bestehen kausale Zusammenhänge. Aufgrund der Literaturanalyse, der Analyse der Fallbeispiele und eigener Erfahrungen werden die Projektierungsgrößen (Parameter) im Hinblick auf deren Einfluss auf die Umsetzung von Priorisierungen weiter beurteilt.

Es gibt Dutzende solcher Parameter, die für die Erarbeitung einer Steuerung wichtig sind. Sehr viele spielen auch eine Rolle hinsichtlich der Priorisierung zwischen den Verkehrsströmen. Diese Parameter werden im Folgenden *Priorisierungsparameter* genannt. Für die Praxis ist ein systematischer und bewusster Umgang damit hilfreich. Nachfolgend wird deshalb einerseits eine Systematik der Priorisierungsparameter als Checkliste und andererseits die Verwendung eines strukturierten Projektdatenblatts zur Erfassung der getroffenen Festlegungen bezüglich der Priorisierungsparameter vorgeschlagen.

### 4.5.2 Struktur und Charakterisierung der Parameter

Um einen Überblick zu wahren, wird eine thematisch möglichst sinnvolle logische Strukturierung der zahlreichen Gestaltungsparameter vorgeschlagen. Dabei zeigt sich in den Arbeitsgesprächen des Forschungsteams und in den Gesprächen mit der Begleitkommission, dass die Strukturierungsansätze offensichtlich ihre Grenzen haben und dass Formulierungen Interpretationsspielräume öffnen. Mit etwas Mut zum Nichtperfekten konnte für die Praxis schliesslich pragmatisch ein nützliches Ergebnis erzielt werden.

#### Parameterstruktur

Die Parameter lassen sich hinsichtlich des Zeitpunkts der Anwendung in vier Themenfelder gliedern:

I *Räumliche Parameter*: Sind charakterisiert durch die räumliche Situation des Knotens im (städtischen) Umfeld, durch die Lage und Abmessung von Infrastrukturelementen. Sie kommen sehr früh in der konzeptionellen Projektentwicklung zur Anwendung.

II *Parameter der Verkehrssicherheit*: Für die Berechnung der Phasenumschaltzeiten relevante Knotenabmessungen und sicherheitstechnischen Normen für die Zwischenzeiten. Sie sind insbesondere in den Phasen 31 bis 51 zu beachten.

III *Zeitliche Abhängigkeiten im Netz*: Parameter, welche aufgrund der Geometrie (Kapazität von Stauräumen), Nachfrageschwankungen (Schulbeginn; Pendlerspitzen) oder ausserordentlicher Ereignisse Zeitvorgaben für die Steuerung darstellen. Sie spielen in den Phasen 21/31 eine zentrale Rolle.

IV *Modi- und Stromspezifische Zeiten*: In der Festlegung der Programmsteuerung entsprechend den Priorisierungsvorgaben gestaltbare Parameter (leistungs- und nicht sicherheitsspezifisch). Sie spielen ihre entscheidende Rolle in den Phasen 51/61.

Nachstehend wird der strukturelle Aufbau der vier Themenfelder bis und mit den Überbegriffen über den einzelnen Parametern zusammenfassend dargestellt. Die Parameterlisten in Anhang III zeigen auch die einzelnen Parameter sowie Details zu deren Charakter wie Wirkungsrichtungen, Ausprägungen und Planungsphasen, in welchen sie relevant sind. Je nach Bearbeitungsphase haben sie eine grössere oder kleinere Bedeutung. In der Projektentwicklung sollen sie systematisch zur Gestaltung der Spielräume berücksichtigt werden.

**Tab. 1 Themenfelder und Überbegriffe der Parameter**

Themenfelder		Überbegriff der Parameter
I Räumliche Parameter	Lage, Umfeld, Strecke	Lage bezüglich Siedlung
		Räumliche Möglichkeiten
		Haltestelle
		Haltestellenart und Lage
		Verkehrsträger
	Verkehrsführung	
	Netzbezug und Netzfunktion	Knotenkontext
II Parameter zu Verkehrssicherheit		Grundlage Grünzeitbemessung
		Knotengeometrie
III Zeitliche Abhängigkeit im Netz	Netzbezug und Netzfunktion	Strassenfunktion
		Übergeordnete Anforderungen an Netzfunktion
	Steuerungsvorgaben	Steuerungsstrategie
		Störungsmanagement
IV Modi- und Strom-spezifische Zeiten	ÖV	Besondere Grünzeiten ÖV
		Wartezeiten ÖV
	MIV	Besondere Grünzeiten MIV
		Wartezeiten MIV
	FG	Besondere Grünzeiten FG
		Wartezeiten FG
	Velo	Besondere Grünzeiten Velo
		Wartezeiten Velo

### Unterschiedliche Bedeutung der Parameter in den Bearbeitungsphasen

Je nach der unterschiedlichen Bedeutung in den Bearbeitungsphasen wird in der Liste Anhang III für die praktische Anwendung festgehalten, welche der einzelnen Parameter in welcher Projektphase noch verändert werden können. Ebenso ist ersichtlich, welche Parameter zu Beginn einer Projektphase als feste Vorgaben zu respektieren sind. Damit ergeben sich aus den entsprechenden Spalten der Parameterliste im Anhang III folgende drei Auswahllisten, die in der Praxis im Sinne von Checklisten verwendet werden können:

- I: Projektvorgaben
- II für Konzeptionsphase (SIA 21) und Projektierungsphase (SIA 31)
- III für Bauprojektphase (SIA 32) und Betriebsphase (SIA 51/61)

### Charakterisierung der Parameter

In der detaillierten Parameterliste gemäss Anhang **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** werden die Parameter zusätzlich bzgl. der Wirkungsrichtungen charakterisiert:

- Übergeordnete Vorgabe zur Verkehrsmittelpriorisierung
- Einfluss auf die Verkehrssicherheit
- Einfluss auf die Leistungsfähigkeit (LF) / Level of Service (LOS)
- Einfluss auf die Priorisierung der Verkehrsmittel in der Steuerung

Einzelne Parameter sind bereits aus übergeordneten Absichten, im Rahmen von Strategien oder Konzepten, vor Projektbeginn als Priorisierungsvorgabe definiert. Sie können im Rahmen der Projektierung grundsätzlich nicht mehr geändert werden. Allerdings sind diese übergeordneten Vorgaben allgemein formuliert, d.h. diese geben meist Priorisierungsleitlinien vor und bspw. noch keine konkreten Zeitvorgaben. Diese Vorgaben müssen im Rahmen des Projektes fallspezifisch konkretisiert werden.

Knapp die Hälfte der Parameter hat Einfluss auf die Verkehrssicherheit. Es handelt sich beispielsweise um Parameter zu minimalen Grünzeitbemessungen, um geometrische Angaben zu den Fahrstreifen und deren Breite, sowie zur Art der Umfeldnutzung.

Bis auf drei Parameter haben alle einen Einfluss auf die Verkehrsqualität und die Leistungsfähigkeit. Die drei ohne Einfluss auf Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit (Parameter Nr. 1, 2 und 29) beschreiben die Lage bezüglich der Siedlung, d.h. bezüglich der Makrosituation (zentrale Lage / periphere Lage) und der Baulinien, sowie ob es sich um einen einzelnen resp. isolierten Knoten handelt (und nicht um einen vernetzten oder koordinierten Knoten).

Die Parameter des Themenfelds ‚Modi und stromspezifische Zeiten‘ haben einen konkreten Einfluss auf die Priorisierung eines Verkehrsmittels. Sie beschreiben alle die besonderen Grünzeiten oder Wartezeiten der Verkehrsarten.

Auf die Darstellung von möglichen Wechselwirkungen der einzelnen Parameter zu einander wurde hier zugunsten einer übersichtlichen Parameterzusammenstellung verzichtet. Die Wechselwirkungen sind bei der konkreten Erarbeitung der Steuerung zu berücksichtigen.

Die Eignung dieser Parameterlisten für eine Anwendung in der Praxis wird deshalb in den Interviews zu den Testprojekten auf Basis eines Entwurfs diskutiert. Es wird davon ausgegangen, dass die Tabelle im Sinne einer Checkliste verwendet werden kann.

### 4.5.3 Parameterliste

Bei der Zusammenstellung der Priorisierungsparameter wird festgestellt, dass alle Parameter, die die lokale Situation und den Netzbereich eines Knotens beschreiben, für die Priorisierung relevant sind. Sie beeinflussen die Priorisierung direkt oder indirekt.

Die Parameterliste (siehe Tab. 2) zeigt, dass zahlreiche Parameter Einfluss auf die Verkehrssicherheit haben. Da Vorgaben zur Verkehrssicherheit unbedingt einzuhalten sind begrenzen sie den Spielraum für gewünschte weitere Priorisierungen. Andere Parameter beschreiben das Angebot, welches an einem Knoten zwingend vorliegen muss und schränken somit den Spielraum für weitere Priorisierungen zusätzlich ein.

Für die Verkehrsqualität wird kein separater Parameter definiert. Diese resultiert aus dem Set der gewählten Ausprägungen der Parameter und ist so insgesamt durch die Parameter abgedeckt.

Auf Umweltziele (CO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, etc.) ausgerichtete Parameter fehlen in der Liste. Sie werden für Knotensteuerungen nicht direkt genannt (vgl. Kap. 4.2.3). Allerdings verbergen sich bspw. hinter Modal-Split-Zielen tatsächlich auch Umweltziele. Andererseits sind Umweltziele in einzelnen Parametern enthalten, beispielsweise in „Art der Koordination“, „Stauraum im Siedlungsgebiet“, etc.

In der folgenden Liste der Priorisierungsparameter werden diese nach Themenfeldern strukturiert und einzeln hinsichtlich Wirkungsrichtungen, Ausprägung und Planungsphasen, in welchen sie relevant sind, charakterisiert.

Die Themenfelder im Überblick:

- I *Räumliche Parameter*: Sind charakterisiert durch die räumliche Situation, die Lage und Abmessung von Infrastrukturelementen
- II *Parameter der Verkehrssicherheit*: Für die Berechnung der Phasenumschaltzeiten relevante Knotenabmessungen und sicherheitstechnischen Normen für die Zwischenzeiten
- III *Zeitliche Abhängigkeiten im Netz*: Parameter, welche aufgrund der Geometrie (Kapazität von Stauräumen), Nachfrageschwankungen (Schulbeginn; Pendler-

spitzen) oder ausserordentlicher Ereignisse Zeitvorgaben für die Steuerung darstellen

- IV *Modi- und Stromspezifische Zeiten:* In der Festlegung der Programmsteuerung entsprechend den Priorisierungsvorgaben gestaltbare Parameter (leistungs- und nicht sicherheitsspezifisch)

**Tab. 2: Parameterliste (Teil 1/3): Räumliche Parameter**

Themenfeld	Überbegriff Parameter	ID Parameter	Wirkungsrichtungen					Parameter	Ausprägung	Bedeutung für		
			Priorisierung	übergeordneten Priorisierungsvorgaben	Einfluss auf Verkehrssicherheit	Einfluss auf LF/ LOS	Einfluss auf Priorisierung in der Steuerung			I: Vorgaben	II: SIA 21/31	III: SIA 32/51/61
<b>I Räumliche Parameter</b>												
Lage, Umfeld, Strecke	Lage bezüglich Siedlung	1						Makrosituation	[zentrale Lage / periphere Lage]	X		
		2						Baulinien	[Plan]	X		
	Räumliche Möglichkeiten	3						Strassenbreite	[m]			X
		4						Fahrstreifenbreite	[m]			X
		5						Vorhandene Aufstellmöglichkeiten	[vorhanden ja / nein, Lage]			X
		6						Anzahl Zu- und Wegfahrten	[Anzahl]			X
		7						Mischverkehrsflächen	[Anzahl und Art der gemeinsamen Nutzung]			X
	Haltestelle	8						Makrostandort	[vorhanden ja / nein]	X		
	Haltestellenart und Lage	9						Haltebuch	[Haltebuch / Fahrbahnhaltestelle]			X
		10						Mikrostandort	[Lage vor / nach Knoten]			X
	Verkehrsträger	11						Motorisierter Individualverkehr (MIV)	[ja / nein]	X		
		12						Lastwagenverkehr (LW, Ausnahmetransport)	[ja / nein]	X		
		13						Schienegebundener ÖV (Tram/Bahn)	[ja / nein]	X	(X)	
		14						Strassengebundener ÖV (Bus)	[ja / nein]	X	(X)	
		15						Fussgänger (FG)	[ja / nein]	X	(X)	
		16						Velofahrer (Velo)	[ja / nein]	X	(X)	
	Verkehrsführung	17						Gliederung Verkehrsströme	[Haupt- / Nebenstrom / Richtung / Tageszeit]	X	(X)	
		18						Anzahl MIV-Fahrspuren pro Richtung	[Anzahl pro Richtung]	X		
		19						Anzahl MIV-Abbiegerströme	[Anzahl pro Richtung; separat / gemischt]	X		
		20						ÖV-Führung - ÖV-Fahrbahninfrastrukturen	[separat / gemischt]	X		
		21						ÖV-Linien	[Anzahl pro Richtung und Frequenz]	X		
		22						Umsteigebeziehungen ÖV-ÖV	[Abstände und Lage der Haltestellen]	X		
		23						Fussgänger Querungsart	[direkt / in Etappen]	(X)	X	(X)
		24						Fussgänger Querung in Nähe von ÖV-Haltestelle	[ja / nein]	X		
		25						FG-Beziehungen zu querende Fahrspuren	[Anzahl]	X		
		26						Mischverkehrsformen	[ja / nein, Art]	X	(X)	
		27						Veloführung	[separat / gemischt]	X	(X)	
		28						Lage Velosteifen	[seitliche Lage / Mittellage]	X		
	Netzbezug und -funktion	Knotenkontext	29					Einzelner, isolierter Konten	[vorhanden ja / nein]	X	(X)	
			30					Vernetzter Knoten	[vorhanden ja / nein, Auswirkungen auf Netzbereich]	X		
			31					Koordinationsabschnitte	[vorhanden ja / nein, Definition Abschnitt]	X	X	

**Tab. 2: Parameterliste (Teil 2/3): Parameter zur Verkehrssicherheit und zeitliche Abhängigkeit im Netz**

Themenfeld	Überbegriff Parameter	ID Parameter	Wirkungsrichtungen				Parameter	Ausprägung	Bedeutung für		
			Übergeordneten Priorisierungsvorgaben	Einfluss auf Verkehrssicherheit	Einfluss auf LF/LOS	Einfluss auf Priorisierung in der Steuerung			I: Vorgaben	II: SIA 21/31	III: SIA 32/51/61
<b>II Parameter zur Verkehrssicherheit</b>											
Verkehrssicherheit	Grundlage Grünzeit-bemessung	32				Minimale Grünzeiten	[s]	x			
		33				Schutzzeiten	[s]	x			
		34				Konfliktgrünsaltungen	[ja / nein]		x	(x)	
	Knotengeometrie	35				Längsneigung	[%]	x		(x)	
		36				Räum- und Einfahrtweg	[m]			x	
		37				Abbiegeradien	[m]			x	
		38				Signalisierte Höchstgeschwindigkeit	[km/h]			x	
<b>III Zeitliche Abhängigkeit im Netz</b>											
Netzbezug und -funktion	Strassenfunktion	39				Strassenfunktion je Beziehung	[Durchleitungs-/ Verbindungs-/ Erschliessungsfunktion]	x			
		40				Schulwegerouten	[ja / nein, Lage]	x			
		41				Veloverbindungen	[ja / nein, Lage]			x	
		42				Veloschnellrouten, nationale und kantonale Routen	[ja / nein, Lage]	x			
		43				Wunschlinien FG / Velo	[ja / nein, Lage]	x			
	Übergeordnete Anforderungen an Netzfunktion	44				Sekundärknoten im Nationalstrassennetz	[ja / nein, Berücksichtigung spezielle Vorgaben]	x			
45					Bahnübergang	[ja / nein, Berücksichtigung spezielle Vorgaben]	x				
Steuerungsvorgaben	Steuerungsstrategie	46				allgemeine Grundsätze zur Steuerung	[Beschreibung]	x			
		47				Übergeordnete Festlegung Umlaufzeit und Phasenablauf	[Beschreibung Steuerung bzgl. Fest-/ Teil-/ Vollverkehrsabhängigkeit]			x	
		48				Knotenspezifische Festlegung Umlaufzeit und Phasenablauf	[Beschreibung]			x (x)	
		49				Art der Koordination	[welche Knoten werden koordiniert; mit / ohne ÖV-Koordination]			x x	
		50				Spezielle regionale/ städtische Steuerungsgrundsätze	[Beschreibung]	x			
	Störungsmanagement	51				Stauraum im Siedlungsgebiet	[m]			x x	
		52				Stauraum bei kritischen Knoten	[m]			x x	
		53				zu berücksichtigende planbare ausserordentliche Ereignisse	[Beschreibung Ereignis und Berücksichtigung spezieller Vorgaben]			x x	
		54				zu berücksichtigende nicht planbare ausserordentliche Ereignisse	[Beschreibung Ereignis und Berücksichtigung spezieller Vorgaben]			x x	
55				zu berücksichtigende Rettungsachsen	[Beschreibung und Berücksichtigung spezieller Vorgaben]			x x			

**Tab. 2: Parameterliste (Teil 3/3): Modi- und Strom-spezifische Zeiten**

Themenfeld	Überbegriff Parameter	ID Parameter	Wirkungsrichtungen				Parameter	Ausprägung	Bedeutung für		
			übergeordneten Priorisierungsvorgaben	Einfluss auf Verkehrssicherheit	Einfluss auf LF/LOS	Einfluss auf Priorisierung in der Steuerung			I: Vorgaben	II: SIA 21/31	III: SIA 32/51/61
<b>IV Modi- und Stromspezifische Zeiten</b>											
ÖV	Besondere Grünzeiten ÖV	56				Grünzeitenverlängerung	[Art der Verlängerung (z.B. zweites ÖV-Fenster, Vorlaufgrün)]		X	X	
		57				Priorisierung nach Fahrplanlage	[Art der Priorisierung (z.B. Verspätung)]		X	X	
		58				Linien-spezifische Priorisierung	[Art der Priorisierung (z.B. Lastrichtung, bevorzugte ÖV-Linie, Tageszeit)]		X	X	
	Wartezeiten ÖV	59				ÖV auf Anmeldung	[ja / nein]		X	X	
		60				ÖV Meldepunkte	[Lage und Art]		X	(X)	
MIV	Besondere Grünzeiten MIV	61				Strombezogene Priorisierung	[Art der Priorisierung bzgl. Last-/Hauptverkehrsrichtung/ Tageszeit]		X	X	
		62				Mengenbezogene Priorisierung	[Art der Priorisierung bzgl. minimale Verkehrsmenge / LOS]		X	X	
		63				MIV auf Anmeldung	[ja / nein]		X	X	
	Wartezeiten MIV	64				MIV Meldepunkte (definiert je LSA, Lage und Art)	[Lage und Art]		X	(X)	
FG	Besondere Grünzeiten FG	65				Längere Grünzeiten	[Art der Verlängerung und Auslöser (z.B. Schulwegrouten)]		X	X	
		66				Vorlaufgrün	[ja / nein]		X	X	
		67				Rundumgrün	[ja / nein]		X	X	
	Wartezeiten FG	68				Fussgänger auf Anmeldung	[ja / nein, z.B. Priorisierung bei ÖV-Haltestellen]		X	X	
Velo	Besondere Grünzeiten Velo	69				Längere Grünzeiten	[ja / nein]		X	X	
		70				Vorlaufgrün	[ja / nein]		X	X	
	Wartezeiten Velo	71				Velofahrer auf Anmeldung	[ja / nein]		X	X	

**Bemerkungen**

Die Parameter sind nach den folgenden Themenfeldern gegliedert:

- I **Räumliche Parameter:** Sind charakterisiert durch die räumliche Situation, die Lage und Abmessung von Infrastrukturelementen
- II **Parameter der Verkehrssicherheit:** Für die Berechnung der Phasenumschaltzeiten relevante Knotenabmessungen und
- III **Zeitliche Abhängigkeiten im Netz:** Parameter, welche aufgrund der Geometrie (Kapazität von Stauräumen), Nachfrageschwankungen (Schulbeginn; Pendlerspitzen) oder ausserordentlicher Ereignisse Zeitvorgaben für die Steuerung darstellen
- IV **Modi- und Stromspezifische Zeiten:** In der Festlegung der Programmsteuerung entsprechend den Priorisierungsvorgaben gestaltbare Parameter (leistungs- und nicht sicherheitsspezifisch)

Die Themenfelder werden nochmals nach Unterthemen gegliedert.

Pro Parameter wird sein Einfluss auf die *Leistungsfähigkeit (LF)* und den *Level of Service (LOS)*, die *Verkehrssicherheit* sowie die *Priorisierung* angegeben und ob der Parameter *übergeordnete Vorgaben der Priorisierung* beschreibt.

Bei einzelnen Parametern handelt es sich um *Projektvorgaben*, die nicht in späteren Planungsphasen geändert werden können. Die "(X)" markierten Parameter können in Ausnahmesituationen später angepasst werden.

#### 4.5.4 Projektdatenblatt

Aufgrund der Erfahrungen aus den Interviews zu den Fallbeispielen zeigt sich der Wert einer guten nachvollziehbaren Dokumentation der Prozessgeschichte, wie die Priorisierungsvorgaben in der Projektentwicklung zu den beabsichtigten Priorisierungen führen. Während die Parameterliste (Anhang III.1) als Checkliste die systematische Prüfung der einzelnen Parameter unterstützt, könnte die Verwendung eines ebenso strukturierten Projektdatenblatts der Erfassung der getroffenen Festlegungen je Parameter dienen. Im Anschluss an die Interviews zu den Testprojekten wird schliesslich der Aufbau eines solchen Projektdatenblatts festgehalten (vergleiche Kap. 6.6).

**Tab. 3: Projektdatenblatt (Teil 1/3): Projektbeschrieb und Vorgaben**

<p>Projekt</p> <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div>
<p>Projektbeteiligte und Projektorganisation</p> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>
<p>Projektperimeter sowie Betrachtungsperimeter</p> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>
<p>projektspezifischen Priorisierungsvorgaben</p> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>

Tab. 3: Projektdatenblatt (Teil 2/3)

Themenfeld	Überbegriff Parameter	ID Parameter Priorisierung	Parameter	Ausprägung / Spielräume	Datum der Einschätzung, resp. Festlegungen	Erkennen von Rahmenbedingungen Festlegungen und Kommentare
I Räumliche Parameter Lage, Umfeld, Strecke	Lage bezüglich Siedlung  Räumliche Möglichkeiten  Haltestelle Haltestellenart und Lage  Verkehrsträger	1	Makrosituation	[zentrale Lage / periphere Lage]		
		2	Baulinien	[Plan]		
		3	Strassenbreite	[m]		
		4	Fahrtstreifenbreite	[m]		
		5	Vorhandene Aufstellmöglichkeiten	[vorhanden ja / nein, Lage]		
		6	Anzahl Zu- und Wegfahrten	[Anzahl]		
		7	Mischverkehrsfächchen	[Anzahl und Art der gemeinsamen Nutzung]		
		8	Makrostandort	[vorhanden ja / nein]		
		9	Haltebuch	[Haltebuch / Fahrbahnhaltestelle]		
		10	Mikrostandort	[Lage vor / nach Knoten]		
		11	Motorisierter Individualverkehr (MIV)	[ja / nein]		
		12	Lastwagenverkehr (LW, Ausnahmetransport)	[ja / nein]		
		13	Schiemengebundener ÖV (Tram/Bahn)	[ja / nein]		
		14	Strassengebundener ÖV (Bus)	[ja / nein]		
		15	Fussgänger (FG)	[ja / nein]		
		16	Velofahrer (Velo)	[ja / nein]		
		17	Gliederung Verkehrsströme	[Haupt- / Nebenstrom / Richtung / Tageszeit]		
		18	Anzahl MIV-Fahrs Spuren pro Richtung	[Anzahl pro Richtung]		
		19	Anzahl MIV-Abbiegerströme	[Anzahl pro Richtung, separat / gemischt]		
		20	ÖV-Führung - ÖV Fahrbahninfrastrukturen	[separat / gemischt]		
		21	ÖV-Linien	[Anzahl pro Richtung und Frequenz]		
		22	Umstiegsbeziehungen ÖV-ÖV	[Abstände und Lage der Haltestellen]		
		23	Fussgänger Querungsart	[direkt / in Etappen]		
		24	Fussgänger Querung in Nähe von ÖV-Haltestelle	[ja / nein]		
		25	FG-Beziehungen zu querende Fahrs Spuren	[Anzahl]		
		26	Mischverkehrformen	[ja / nein, Art]		
		27	Vielführung	[separat / gemischt]		
		28	Lage Velosteifen	[seitliche Lage / Mittellage]		
		29	Einzelner, isolierter Konten	[vorhanden ja / nein]		
		30	Vernetzter Knoten	[vorhanden ja / nein, Auswirkungen auf Netzbereich]		
		31	Koordinationsabschnitte	[vorhanden ja / nein, Definition Abschnitt]		
II Parameter zur Verkehrssicherheit	Grundlage Grünelementierung  Knotengeometrie	32	Minimale Grün- und Räumungszeiten	[s]		
		33	Minimale Schutzzeiten	[s]		
		34	Konfliktgrundsicherungen	[ja / nein]		
		35	Längsrigelung	[%]		
		36	Räumungsweg	[m]		
		37	Abbiegeenden	[m]		
		38	Signalisierte Höchstgeschwindigkeit	[km/h]		

Tab. 3: Projektdatenblatt (Teil 3/3)

III Zeitliche Abhängigkeit im Netz		Strassenfunktion	Strassenfunktion je Beziehung	Durchleitungs-/Verbindungs-/Erschliessungsfunktion
Netzbezug und -funktion	Strassenfunktion	39	Schulwegereuten	[ja / nein, Lage]
		40	Veloverbindungen	[ja / nein, Lage]
		41	Veloverbindungen	[ja / nein, Lage]
		42	Veloverbindungen	[ja / nein, Lage]
		43	Wunschlängen FG / Velo	[ja / nein, Lage]
		44	Sekundärknoten im Nationalstrassennetz	[ja / nein, Berücksichtigung spezielle Vorgaben]
		45	Bahnübergang	[ja / nein, Berücksichtigung spezielle Vorgaben]
		46	allgemeine Grundsätze zur Steuerung	[Beschreibung]
		47	Übergordnete Festlegung Umlaufzeit und Phasenablauf	[Beschreibung Steuerung bzgl. First / Teil / Vollverkehrsabhängigkeit]
		48	Knotenspezifische Festlegung Umlaufzeit und Phasenablauf	[Beschreibung]
		49	Art der Koordination	[welche Knoten werden koordiniert, mit / ohne OV-Koordination]
		50	Spezielle regionale städtische Steuerungsgrundsätze	[Beschreibung]
		51	Stauraum im Siedlungsgebiet	[m]
		52	Stauraum bei kritischen Knoten	[m]
		53	zu berücksichtigende planbare ausserordentliche Ereignisse	[Beschreibung Ereignis und Berücksichtigung spezieller Vorgaben]
		54	zu berücksichtigende nicht planbare ausserordentliche Ereignisse	[Beschreibung Ereignis und Berücksichtigung spezieller Vorgaben]
		55	zu berücksichtigende Rettungssachen	[Beschreibung und Berücksichtigung spezieller Vorgaben]
IV Modl- und Stromspezifische Zeiten	OV	56	Grünzeilenverlängerung	[Art der Verlängerung (z.B. zweites OV-Fenster, Vorlaufgrün)]
		57	Priorisierung nach Fahrplandate	[Art der Priorisierung (z.B. Verspätung)]
		58	Linien-spezifische Priorisierung	[Art der Priorisierung (z.B. Lastrichtung, bevorzugte OV-Line, Tageszeit)]
		59	OV auf Anmeldung	[ja / nein]
		60	OV-Meldpunkte	[Lage und Art]
		61	Strombezogene Priorisierung	[Art der Priorisierung bzgl. Last / Hauptverkehrsrichtung / Tageszeit]
		62	Mengenbezogene Priorisierung	[Art der Priorisierung bzgl. minimale Verkehrsmenge / LOS]
		63	MIV auf Anmeldung	[ja / nein]
		64	MIV-Meldpunkte (definiert je LSA, Lage und Art)	[Lage und Art]
		65	Längere Grünzeiten	[Art der Verlängerung und Auslöser (z.B. Schulwegereuten)]
		66	Vorlaufgrün	[ja / nein]
		67	Rundunggrün	[ja / nein]
		68	Fussgänger auf Anmeldung	[ja / nein, z.B. Priorisierung bei OV-Haltestellen]
		69	Längere Grünzeiten	[ja / nein]
		70	Vorlaufgrün	[ja / nein]
		71	Velfahrer auf Anmeldung	[ja / nein]
		Datum	projekt-ortspezifische Grundlagen	
Datum	Visum Projektleiter			

## 5 Methodik zur Priorisierung

### 5.1 Herleitung, Grundlagen und Handlungsfelder

#### 5.1.1 Charakteristische Aussagen aus den Interviews zu den Testprojekten

Die Wahl der Testprojekte mit je unterschiedlichem Kontext hat sich als aufschlussreich erwiesen. Die Parameterliste kann als umfassend und vollständig bezeichnet werden. Bezüglich der SIA-Phasen zeigt sich, dass diese verfahrenstechnisch wichtig sind. Fachlich sind für die Umsetzung der Priorisierungen jedoch die iterativen Schritte von zentraler Bedeutung. Der sehr unterschiedliche Kontext der Testprojekte vor allem bezüglich der Organisation der zuständigen Organe beleuchtet die praktizierte Zusammenarbeit aus unterschiedlicher Optik.

Aufgrund der erhaltenen Grundlagen und der Gespräche werden für jedes Testprojekt die wichtigsten Daten in einem Steckbrief festgehalten (vgl. Anhang II).

*Testprojekt 1:* Im Rahmen des Gesprächs wird klar, dass wegen der langen Entwicklungsgeschichte von Projekten die Dokumentation der Vorgaben und deren Umsetzung für die Nachvollziehbarkeit und Kommunikation mit den Betroffenen von zentraler Bedeutung ist. Projektauflegeverfahren bedeuten wichtige Zäsuren in der Meinungsbildung zur Gestaltung der Projekte. Sie bilden Meilensteine der Projektentwicklung. Anschliessend sind nicht mehr beliebige Projektänderungen möglich, da allenfalls Projektneuaufgaben und damit langwierige Verfahren die Folge sind. Die Priorisierungsvorgaben sind im Wesentlichen vor der Projektaufgabe abzustimmen und umzusetzen. Änderungen an den Steuerungsprogrammen können allerdings ohne Auflageverfahren erfolgen.

*Testprojekt 2:* Im Interview zeigt sich, wie die Zusammenarbeit von getrennten Verwaltungseinheiten mit unterschiedlichen Aufgaben, Kompetenzen und Zuständigkeiten in den verschiedenen Projektentwicklungsstufen funktionieren kann. Aufschlussreich ist, wie die frühe Mitarbeit von für die Steuerungsprogramme Verantwortlichen das Verständnis für die Zusammenhänge und Gestaltungsspielräume fördert. Die Machbarkeit geometrischer Lösungen kann bereits in frühen Phasen grundsätzlich geprüft werden.

*Testprojekt 3* illustriert, wie eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit im iterativen Prozess frühzeitig das Herausarbeiten auch längerfristig erwünschter Gestaltungsspielräume für die Knotengeometrie ermöglicht. Im Gespräch wird bestätigt, dass wenn nur beschränkte Projektänderungen vollzogen werden müssen, bspw. für eine verbesserte Umsetzung einer Priorisierungsvorgabe, ev. ein Revisionsverfahren ausreichen kann. Im Interview zeigt sich auch, dass wohlüberlegte übergeordnete, allgemein gültige Handlungsgrundsätze und Vorgaben als verbindliche Basis die Entwicklung konkreter Projekte erleichtern.

Die Erkenntnisse aus den Interviews zu den Testprojekten werden in den nachfolgenden Kapiteln im Hinblick auf die Praxis systematisch zusammengefasst.

#### 5.1.2 Grundlagen für die Priorisierung und deren Umsetzung

Zahlreiche Normen, Standards und Richtlinien zur Strassenprojektierung und zum Thema Lichtsignalsteuerung oder Verkehrsmanagement bilden für die Praxis die Grundlage auch bei der Berücksichtigung von Prioritäten (vgl. Literaturverzeichnis). Neben Schweizer Normen (SN) sind auch verschiedene Richtlinien der deutschen Forschungsgesellschaft für das Strassen- und Verkehrswesen (FGSV) hilfreich. Sie geben insbesondere verkehrssicherheitstechnische Hinweise oder Vorgaben für die Projektierung der Knoten, die Programmierung und für den Betrieb der Lichtsignalsteuerung.

Seitens des Bundesamts für Strassen ASTRA liegen technische Anforderungen an die Mindestausrüstungen und Steuerungsprinzipien von LSA an Sekundärknoten im Nationalstrassennetz vor [27].

Darüber hinaus sind jeweils die ortsspezifisch gültigen Gesetze, Strategien, Fachkonzepte, Verordnungen und Richtlinien des Bundes, des jeweiligen Kantons und der betroffenen Gemeinde zu beachten. Sie können Priorisierungsvorgaben für den jeweiligen Projektperimeter umfassen und sind entsprechend relevant.

Die durchgeführten Interviews bestätigen, dass spezifische Literatur zu Priorisierungsvorgaben für die Verkehrssteuerung an Knoten, insbesondere zu den Anforderungen des Fahrrad- und Fussverkehrs oder zur Intermodalität, kaum zu finden sind.

Auch wird bestätigt, dass eine Verbindung zwischen übergeordneten Zielsetzungen sowie örtlichen Anforderungen einerseits, und Priorisierungsvorgaben für die Erstellung von Steuerungskonzepten andererseits, der bisherigen Literatur nicht entnommen werden kann.

Für die Praxis bietet sich somit zwar eine breite Palette von Literatur. Es bestehen jedoch Lücken zu spezifischen Sachverhalten der Priorisierung resp. deren Umsetzung. Den Anwenderinnen des künftigen Merkblattes können nun eine Liste ausgewählter Grundlagen sowie Hilfsmittel zum strukturierten Vorgehen bereitgestellt werden (siehe: Entwurf Merkblatt; Anhang IV).

### 5.1.3 Handlungsfelder zwischen Politik und Verkehrsfachleuten

Politische und gesellschaftliche Interessengruppen formulieren ihre Erwartungen an die Verkehrsinfrastruktur. Diese Erwartungen stossen im Prozess der Umsetzung an Grenzen der technischen Machbarkeit eines sicheren Verkehrsablaufs (bspw. Zwischenzeiten). Im Rahmen des Projektentwicklungsprozesses gilt es, diese Spannungsfelder durch geeignete Vorkehrungen aufzulösen. Um dies sicherzustellen werden folgende Herausforderungen fallweise als Handlungsfelder in der Schnittstelle zwischen politisch Verantwortlichen und den Fachspezialisten identifiziert. Der Handlungsbedarf stellt sich je nach Projektkontext, Organisationsstruktur und Erfahrungen der Beteiligten unterschiedlich.

#### *(1) Verständnis für die Grenzen der Leistungsfähigkeit kritischer Knoten und der Spielräume von Signalsteuerungen mit den sicherheitstechnischen Erfordernissen*

In erste Linie sind die sicherheitstechnischen Vorgaben an einen Knoten einzuhalten. Für jede Gestaltungs- resp. Lösungsvariante ist die Machbarkeit unter Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen zu prüfen. Nur so kann der tatsächliche Spielraum für die Umsetzung von Priorisierungen unter Beachtung der zu verarbeitenden Verkehrsmengen ausgelotet und die Leistungsfähigkeit eines Knotens im Sinne der Ziele optimiert werden.

#### *(2) Leistung an Knoten mit Berücksichtigung von Prioritäten wird durch die Infrastruktur geschaffen*

Die Leistungsfähigkeit eines Knotens wird im Wesentlichen durch die vorhandene resp. neu zu schaffende Infrastruktur gegeben. Aufgrund des mit der baulichen Infrastruktur abgesteckten Gestaltungsspielraums kann die Priorisierung einzelner Verkehrsströme und Verkehrsteilnehmer getestet und die Leistungsfähigkeit definiert werden.

#### *(3) Die Erfassung der Prioritäten bedingt geeignete Partizipationsverfahren mit Einbezug der Betroffenen.*

Priorisierungsanliegen werden manifest, je stärker Verkehrsinfrastrukturen belastet und Strassennetze gesättigt sind. Aus der Fülle von Anliegen entstehen Interessenkonflikte. Deshalb ist es wichtig alle betroffenen Akteure einzubeziehen, so dass im Rahmen der Lösungsfindung der notwendige Abstimmungsprozess ausgetragen werden kann. Mitwirkungs- und Partizipationsverfahren verhelfen zu einem ausgereiften Projekt, das auch eine öffentliche Auflage überstehen kann.

- (4) *Die erkannten Prioritäten sollen zwischen den Akteuren in geeigneten Dokumenten festgehalten werden. Diese Dokumente dienen der Transparenz und helfen in den verschiedenen Phasen der Projektentwicklung und Umsetzung.*

Wichtig ist die Dokumentation einer Absichtserklärung aller beteiligten Akteure. Es sind alle relevanten Randbedingungen und Vorgaben sowie deren Anpassungen während der Projektentwicklung von der Projektidee bis hin zur konkreten Steuerung am Knoten festzuhalten.

- (5) *Mit der projektierenden Gestaltung der baulichen Infrastruktur sind die (evtl. auch längerfristig) notwendigen Priorisierungsspielräume zu schaffen. Der dazu notwendige Gestaltungsspielraum ist in den SIA-Phasen 21 /31 mit einem geeigneten Projekt-Perimeter entsprechend weit zu fassen. Mit den öffentlichen Projektauflagen wird Rechtssicherheit geschaffen; das Projekt kann damit später nicht einfach wieder verändert werden.*

Aufgrund der mit der öffentlichen Auflage geschaffenen Rechtssicherheit kann ein Projekt nicht mehr beliebig verändert werden; es soll deshalb über längere Zeit Bestand haben können. Ist eine Perimetererweiterung notwendig, um den Spielraum für die Gestaltung und die Priorisierung zu vergrößern, wäre eine Neuauflage des Projektes oder mind. eine Revision vorzunehmen.

- (6) *Die Projektorganisation muss interdisziplinär und möglichst über alle Projektentwicklungsphasen hinweg ausgerichtet sein.*

Das Zusammenspiel von ev. getrennten Verwaltungseinheiten mit unterschiedlichen Aufgaben, Kompetenzen und Zuständigkeiten in den verschiedenen Projektentwicklungsstufen eines Knotens muss in der Projektorganisation von Beginn weg sichergestellt sein. Der frühe Einbezug des Steuerungsexperten bereits in der strategischen Planung oder Vorstudie fördert das Verständnis aller Beteiligten im iterativen Prozess für die Zusammenhänge und für Gestaltungsspielräume. Aufgrund ihrer Kenntnisse können sie bereits früh abschätzen, ob die Umsetzung der Priorisierungsvorgaben möglich ist, und ob Sicherheitsaspekte den Spielraum einschränken. Die Machbarkeit geometrischer Lösungen kann bereits in frühen Phasen geprüft werden. Dies erleichtert auch die Übernahme der Verantwortung durch eine andere Verwaltungseinheit in einer späteren Bearbeitungsphase.

## 5.2 Methodisches Vorgehen

Auch betreffend das methodische Vorgehen zur Umsetzung von vorgegebenen Prioritäten bei der Gestaltung von Knoten und deren Verkehrssteuerung haben die Interviews zu Testprojekten zu einigen wichtigen Erkenntnissen geführt. Es lassen sich nachstehende Vorgehenshinweise für die Handhabung der Priorisierung in der Projektentwicklung ableiten.

### 5.2.1 Aufgabenanalyse: Projektentwicklungsphase klarstellen

In allen Projektentwicklungsphasen zeigen sich Optimierungs- und Priorisierungsaufgaben (vgl. Abb. 6, Kap. 4.4). Je nach Anlass und Aufgabe sind diese etwas anders gelagert. Im Allgemeinen können hinsichtlich Anlass zur Priorisierung folgende drei Fälle unterschieden werden:

- Strategische Aufgabe (SIA 11)
- Konzeptions- und Projektierungsphasen (SIA 21/31)
- Bauprojekt- und Betriebsphasen (SIA 32/51/61)

Die drei Fälle werden im Folgenden im Detail charakterisiert:

- (1) Im Rahmen einer übergeordneten Strategie oder eines Verkehrsmanagement-Konzepts werden unter anderem Prioritäten zwischen den Verkehrsteilnehmer-

gruppen oder für ausgewiesene Ströme des MIV festgelegt:

Eine solche Planung entspricht einer strategischen oder konzeptionellen Planungsstudie (SIA 11). Sie kann das gesamte Netz eines Hoheitsgebietes umfassen oder ein Teilnetz bspw. in einem städtebaulichen Entwicklungsgebiet. Diese Planungen erfolgen innerhalb einer Verwaltung resp. zwischen Verwaltungen, mit Mitwirkungsverfahren der Beteiligten, und werden im Allgemeinen durch die Exekutive genehmigt. Die Ergebnisse gelten meist für ein grösseres Gebiet und bilden Vorgaben für alle nachfolgenden Umsetzungsaufgaben wie unter den Ziffern (2) und (3).

Dieser Fall bedingt keine direkten örtlichen technischen Festlegungen und bedingt noch keine Steuerungstechnischen Arbeiten. Er wird hier deshalb nicht weiter behandelt.

- (2) An einen bestehenden Knoten oder an das Knotensystem eines Teilnetzes werden aufgrund einer übergeordneten Strategie (bspw. politische Modal-Split Ziele) oder infolge neuer Rahmenbedingungen im Einzugsgebiet (bspw. städtebauliche Umnutzung) neue Priorisierungsanforderungen gestellt.

In diesen Fällen ist zu prüfen, ob die neuen Priorisierungen innerhalb der bestehenden Infrastruktur allein durch Änderungen an der Programmsteuerung und allenfalls an den Markierungen umgesetzt werden können. Dazu werden die vorhandenen Spielräume der Anlagen durch Feinjustierung der Programmparameter genutzt; dabei ist die Parameterliste (gemäss **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) anzuwenden. Zeigt die Prüfung, dass die Priorisierungen möglich sind, so kann die Priorisierung im Rahmen des Betriebes umgesetzt werden (SIA 51/61). Ist dies nicht der Fall, so ist eine Vorstudie / Vorprojekt auszulösen (vgl. nachfolgender Fall (3)).

- (3) Ein bestehender oder neuer Knoten oder Strassenzug muss aufgrund einer neuen Verkehrsführung baulich umgestaltet werden, oder neue Priorisierungsanforderungen aufgrund einer übergeordneten Strategie oder infolge neuer Rahmenbedingungen im Einzugsgebiet bedingen eine bauliche Veränderung, weil die neue Priorisierung nicht allein durch eine Änderungen an der Programmsteuerung erreicht werden kann).

In diesen Fällen sind die Priorisierungsvorgaben für Verkehrsteilnehmergruppen resp. Verkehrsströme im Rahmen einer Vorstudie (SIA 21) oder eines Vor-/Bauprojektes (SIA 31/32) mit öffentlichem Auflageverfahren umzusetzen.

In den meisten dieser Fälle wird es sich um die Sanierung eines bestehenden Knotens handeln, da kaum Projekte „auf der grünen Wiese“ erstellt werden, die dazu noch von Beginn weg mit einer LSA ausgerüstet werden sollen.

Mit der fortlaufenden Konkretisierung des Projekts werden zunehmend Eckwerte definiert. Je weiter die Projektentwicklung fortschreitet, desto kleiner werden die Spielräume für eine mögliche Priorisierung, und desto konkreter sind die Vorgaben aus vorangegangenen Erarbeitungsphasen umzusetzen. Auf der strategischen Ebene (Phase 11) werden erste Handlungs- oder Steuerungsgrundsätze festgelegt. In den Phasen 21/31 ist der örtliche Spielraum zur Gestaltung eines Knotens am grössten. In dieser Phase werden in statischen und dynamischen Zyklen die optimale Gestaltung und eine erste Steuerung ermittelt. In den Phasen 32/51/61 wird der vorgegebene Spielraum in sich optimierend genutzt. In der Bewirtschaftungsphase 61 dagegen werden im Sekundenbereich Grünzeiten verteilt.

Die Erarbeitung der Parameterliste führt zur Feststellung, dass einzelne Parameter in früheren Entwicklungsphasen mit Weitblick definiert werden müssen, um später ausreichend Gestaltungsspielraum zu ermöglichen. Damit kann verhindert werden, dass in späten Phasen der Projektentwicklung nochmals frühere Festlegungen überarbeitet und Projektierungsarbeiten sowie Auflage- oder Revisionsverfahren mit Zeitverlust und Folgekosten optimiert werden müssen.

Müssen Priorisierungsvorgaben im Rahmen einer Vorstudie (SIA 21) oder eines Vor-/Bauprojektes (SIA 31/32) umgesetzt werden so sind die folgenden organisatorischen Hinweise zu beachten.

## 5.2.2 Netzkontext beurteilen und Beteiligte festlegen

Die konkurrierenden Anforderungen zwischen Verkehrsteilnehmergruppen resp. Verkehrsströmen unterscheiden sich je nach den betroffenen Strassenkategorien (Netzebenen) und der Lage im Strassennetz. Abhängig von diesem Netzkontext sind unterschiedliche Akteure und Betroffene in die Prozesse und Verfahren einzubeziehen. Zu unterscheiden sind folgende vier typische Situationen (vgl. 1 bis 4 in Kap. 4.1):

- (1) Einfallsachsen vom Übergangsknoten HLS/HVS am Siedlungsrand hinein zu Siedlungszentren
- (2) Netz von verkehrsorientierten HVS und ev. Sammelstrassen innerorts
- (3) Strassenachse innerorts verkehrsorientiert (HVS und andere)
- (4) Einzelknoten innerorts, verkehrs- oder siedlungsorientiert

Je nach betroffenen Strassenkategorien sind unterschiedliche Verfahren von Bund, Kanton oder Gemeinden / Städte notwendig. Im Hinblick auf öffentliche Projektauflagen sind die verantwortlichen Verwaltungsstellen sowie Betroffene wie Anlieger und / oder Anwohnervertreter, Quartiervertreter sowie anderweitig Betroffene (bspw. im Falle von Schulwegen, Nähe zu Altersheimen, etc.) in den Projektierungsprozess einzubeziehen. Da kaum signalgesteuerte Knoten „auf der grünen Wiese“ erstellt werden, sondern insbesondere bestehende Knoten im urbanen Raum zu sanieren sind, nimmt die Zahl der Betroffenen tendenziell zu. Entsprechend gewinnt die Frage der Mitwirkung und Partizipation an Bedeutung.

## 5.2.3 Projektperimeter definieren und dabei den Handlungsspielraum beachten

Je nach den örtlichen Rahmenbedingungen und den verkehrlichen Abhängigkeiten sind der Betrachtungs- und der Bearbeitungsperimeter festzulegen. Der Betrachtungsperimeter umfasst den verkehrlichen Analyse- resp. Wirkungsbereich. Der Bearbeitungsperimeter entspricht dem Perimeter der Vorstudie, resp. des Vor- / Bau- / Auflageprojekts, inkl. gegebenenfalls Regimeänderungen und weiteren flankierenden Massnahmen ausserhalb dieses Projektperimeters.

Der Bearbeitungsperimeters ist bei Bedarf schrittweise anzupassen: Je nach Handlungsspielraum innerhalb des anfänglich angenommenen Bearbeitungsperimeters ist dieser allenfalls auszuweiten. Klarheit hierzu ergibt sich unter Anwendung der Parametervielfalt aus den iterativen Prozessschritten.

Die räumliche Abgrenzung des Perimeters ist zentral zur Sicherstellung eines genügend grossen Handlungsspielraums für die Umsetzung der Priorisierungsvorgaben. Geht das Projekt in die öffentliche Auflage, kann anschliessend der Perimeter kaum mehr verändert werden, ohne Zwang zu einer Neu- oder allenfalls einer Revisionsauflage mit entsprechendem Zeitbedarf.

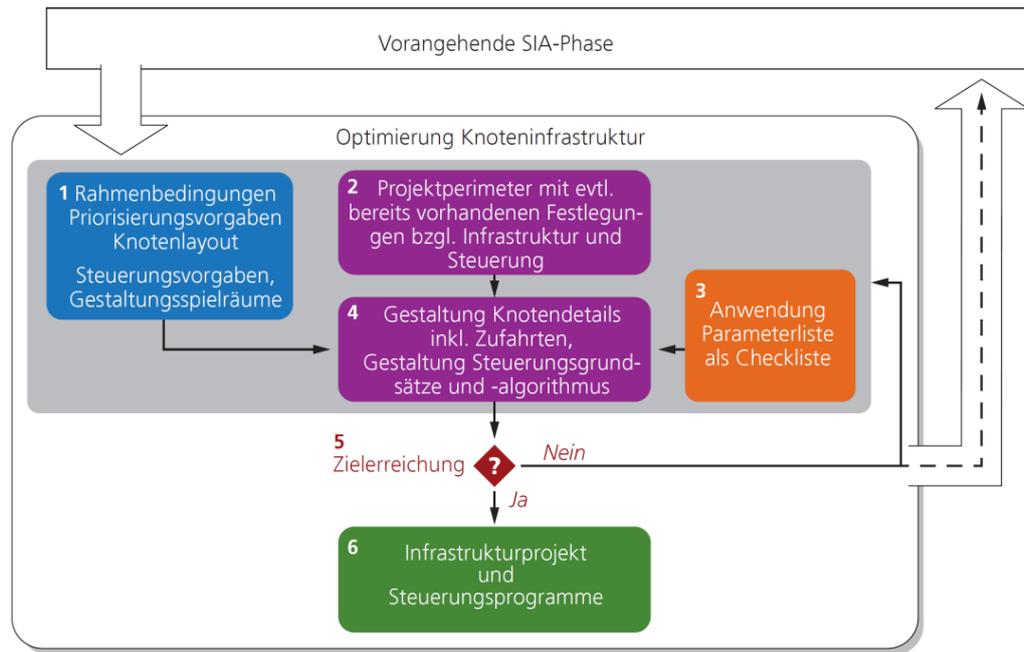
## 5.2.4 Iterative Prozessschritte konsequent pflegen

Ein nach den voranstehenden organisatorischen Hinweisen (vgl. Kap. 5.2.1/ 5.2.3) vorbereitetes Projekt soll nun hinsichtlich Umsetzung von Priorisierungen nach SIA Phasen 21/31 bearbeitet werden. Zu Beginn der Projektentwicklung dürften die Vorgaben für das Infrastrukturprojekt und insbesondere die Priorisierungen als nicht abgestimmter Katalog von Anforderungen aus verschiedenen Interessenrichtungen vorliegen. Anzuwenden ist nun ein strukturiertes Vorgehen in iterativen Prozessschritten. Dies erlaubt die Entwicklung und Optimierung des Projektes im Sinne der Priorisierungsvorgaben.

### Prozessschritte

In der Abb. 7 sind die Prozessschritte zur Projektierung eines gesteuerten Knotens und Erarbeitung des Steuerungsprogramms dargestellt und im Folgenden kurz beschrieben.

Der Arbeitsschritt 5 zeigt explizit die Überprüfung der Zielerreichung nach jedem Gestaltungsschritt im iterativen Prozess.



**Abb. 7 Vorgehen in iterativen Arbeitsschritten.**

Der gestrichelt eingezeichnete Weg zurück in die vorgelagerte Projektphase ist in der Praxis für die Zielerreichung oft hilfreich.

Im **Schritt 1** werden zu Beginn die Vorgaben vollständig zusammenzutragen und dokumentiert, sowie hinsichtlich der Priorisierungsaufgabe beurteilt. Die relevanten Nachfragegruppen (Verkehrsteilnehmersegmente, resp. einzelne Verkehrsströme, welche in den verschiedenen Signalphasen mit allenfalls unterschiedlichen Prioritäten zu berücksichtigen sind) sind zu definieren. Die Vorgaben werden mit Hilfe der Parameterliste erfasst. Die Parameterliste ist dem Anhang **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zu entnehmen; je nach Projektentwicklungsstufe sind die in den Spalten I bis III mit „x“ bezeichneten Parameter relevant.

Die geometrischen und konzeptionellen Planungsgrundlagen sind im **Schritt 2** im Projektdatenblatt festzuhalten. Dazu gehören der Projektperimeter, die Lage im Strassennetz (Netzkontext), gegebenenfalls die vorhandene Steuerungsinfrastruktur, und auch die Lage bezüglich des Siedlungsgebiets (Siedlungskontext mit der Art der anliegenden Gebäudenutzungen und Nutzungsansprüche an den öffentlichen Raum).

Im **Schritt 3** wird die Parameterliste als Checkliste verwendet (siehe Kap. 4.5.2 sowie Anhang **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Für die praktische Anwendung wird die Gesamtliste der Parameter entsprechend der drei Projektentwicklungsphasen (vgl. Kap. 5.2.1) differenziert. Damit wird ersichtlich, welche Parameter in der aktuellen Projektphase noch verändert werden können, und welche Parameter zu Beginn der aktuellen Projektphase als feste Vorgaben zu respektieren sind. Wichtig ist jedoch, dass Vorgaben bei Bedarf hinterfragt werden. Sie sollen in der Projektentwicklung systematisch zur Gestaltung der Priorisierungsspielräume geprüft werden.

Im **Schritt 4** sind die konkreten Aufgaben der Priorisierung, unter Berücksichtigung der örtlichen Rahmenbedingungen und unter Verwendung der geeigneten Parameter bei der Gestaltung des Projektes zu lösen. Die relevanten Parameter sind entsprechenden festzulegen und zu dokumentieren (vgl. Kap. 5.2.5). Die Priorisierung ist der Aufgabenstellung entsprechend zu optimieren.

Mit **Schritt 5** ist am Ende jedes Gestaltungsiterationsschrittes (Schritt 4) die gewünschte Zielerreichung, zu prüfen:

- zwingende Anforderungen hinsichtlich verkehrstechnischer Sicherheit für alle Verkehrsteilnehmenden
- Erfüllung der geforderten Priorisierungsvorgaben
- Leistungsfähigkeit des Knotens, bzw. des Gesamtsystems (Erwartungen bzgl. der zu erzielenden Gesamtverkehrsleistung)

Werden die Bedingungen nicht zufriedenstellend erfüllt, so ist eine weitere Iteration zu Schritt 3 angezeigt. Gegebenenfalls sind Rahmenbedingungen in Frage zu stellen und es ist auf Parameter zurückzugreifen, die in einer früheren Bearbeitungsphase als „Rahmenbedingungen“ fixiert wurden. Einzelne Parameter sind angesichts der Erkenntnisse aus den Iterationsschritten allenfalls neu zu konfigurieren. Dazu ist unter Umständen auch eine Veränderung bzw. Ausweitung der Aufgabe ins Auge zu fassen. Das Projektdatenblatt ist entsprechend anzupassen.

Mit der Gestaltung der Infrastrukturanlage kann beispielsweise mit einer zusätzlichen Spur der Spielraum für die Priorisierung vergrößert werden. Ist an einem Knoten kaum oder kein Spielraum für die Gestaltung vorhanden kann durch eine Erweiterung des Projektperimeters der Spielraum vergrößert werden. Hier ist ev. eine Iteration in die vorangegangene Projektphase notwendig (siehe Abb. 7: gestrichelter Iterationspfeil).

Durch eine Erweiterung des Perimeters kann an einem vorgelagerten Knoten Stauraum geschaffen werden, der wiederum den Spielraum für die Priorisierung am konkreten Projektknoten vergrößert. Zu beachten ist, dass damit, je nach Verfahrensstand, allenfalls ein neues Auflageverfahren notwendig wird, im günstigeren Fall eine Revisionsverfahren.

Werden die Bedingungen erfüllt so kann das Projekt als definiert betrachtet werden. Mit **Schritt 6** werden alle abschliessenden Festlegungen zusammenfassend im Projektdatenblatt (siehe Anhang 0) dokumentiert.

Liegt die Bestlösung vor, so unterliegt sie im Allgemeinen einem Mitwirkungsverfahren in den betroffenen Verwaltungen (SIA 21/31). Nach allenfalls notwendigen Bereinigungen ist das Projekt öffentlich aufzulegen (SIA 32/51; die Verfahren sind abhängig von örtlich gültigen Gesetzen und Verordnungen).

### 5.2.5 Dokumentation Prozess anhand Projektdatenblatt

Die Wechsel von einer Entwicklungsphase zur nächsten sind für die Weitergabe der Priorisierungsvorgaben wichtig. Die Vorgaben bilden die Grundlagen für die Erarbeitung des Bauprojektes bzw. die Entwicklung der Steuerung eines Knotens bilden.

Zur Qualitätssicherung im Priorisierungsprozess wird das protokollarische Führen eines - Projektdatenblatts empfohlen. Es soll über alle Projektentwicklungsphasen hinweg die Parameterfestlegungen, bzw. die Priorisierungs-festlegungen dokumentieren und soll entsprechend von jeder Entwicklungsphase zur nächsten weitergegeben werden. Es dient damit auch der Transparenz und Nachvollziehbarkeit für alle Beteiligten und Betroffenen.

Zur Dokumentation der Festlegungen dient das Projektdatenblatt (siehe Kap. 4.5.4 welches entsprechend der Parameterliste aufgebaut ist. Es dient als rollendes Beschlussprotokoll mit Datum und Art der Festlegungen, Begründung der Festlegungen und allenfalls Dokumentation von Abwägungen bei konkurrierenden Priorisierungsvorgaben. Im Datenblatt werden alle relevanten Parameter aufgeführt und formal strukturiert festgehalten. Aufgrund der Dokumentation können Spielräume von Parametern aufgezeigt werden, die in bestimmten Entwicklungsphasen zur Umsetzung der Priorisierungen beitragen können.

### 5.3 Maximierung vs. Optimierung der multimodalen Kapazität

Die Frage, wie die multimodale Kapazität des Verkehrsträgers Strasse insbesondere an den Netzübergängen maximiert werden kann, wird durch die systematische Anwendung der Parameter beantwortet. Anhand der Testbeispiele bestätigt sich, dass an Knoten mit einem Nachfrageüberhang resp. in übersättigten Netzbereichen sich als Folge dieser Überlastungen meist mehrere Priorisierungsvorgaben konkurrenzieren. Konkret können folgende methodischen Erkenntnisse zur Maximierung der multimodalen Kapazität anhand der Testbeispiele verifiziert werden.

Gemessen an Personen/Zeiteinheit bietet der öffentliche Verkehr mit den grossen Gefässen erfahrungsgemäss den grössten Anteil an die multimodale Gesamtkapazität. In der Praxis hat sich deshalb die höchste Priorisierung des ÖV an Knoten (mindestens während den Hauptverkehrszeiten) weitgehend durchgesetzt. Dieser Prämisse werden die anderen Bedürfnisse (auf ÖV-Achsen) untergeordnet. Die hohe Priorität des ÖV in Innenstädten manifestiert sich auch in der strategischen Bedeutung der ÖV-Angebotsplanung im Siedlungsgebiet.

Weiter zeigt sich, dass sich die Reduktion der Anzahl Signalphasen (mit geeigneten Anpassungen des Verkehrsregimes) positiv auf die Gesamtleistung auswirkt. Damit kann auf die beschränkten Stauräume vor den Signalen reagiert werden. In erster Linie geht es darum, einen Kollaps hoch belasteter innerstädtischer HVS-Netze zu vermeiden. Die Beschränkung der Phasenumlaufzeiten kann sich in den meist relativ engmaschigen städtischen Strassennetzen in derselben Richtung auswirken. Die Optimierung eines Knotens kann so zur Maximierung der Gesamtverkehrsleistung in einem Netzbereich beitragen.

Das Anliegen, die multimodale Kapazität des Verkehrsträgers Strasse zu maximieren ist jedoch nicht zwingend deckungsgleich mit dem Bestreben nach Gewährleistung aller Priorisierungen. Ob die Maximierung der multimodalen Kapazität des Verkehrsträgers Strasse Vorrang hat oder die Optimierung zwischen den sich konkurrenzierenden Priorisierungen ist ortsspezifisch zu klären. Dies ist wiederum eine Frage des Setzens von Prioritäten bei der Priorisierung.

Grundsätzlich zeigt sich diese Optimierungsmethodik auch an den Übergängen zum HLS-Netz. Eine wichtige Massnahme ist hier die Bildung von Stauräumen als Pufferzonen bei HLS-Zufahrten für das dosierte Einfädeln zufahrender Fahrzeuge mit einer optimierten Nutzung der Zeitfenster resp. geeigneter Fahrzeugabstände auf den HLS-Fahrstreifen. Damit soll auf den übergeordneten HLS ein steter Verkehrsfluss sichergestellt werden. Auf der HLS kann zudem über die Harmonisierung der Geschwindigkeiten auf tieferem Niveau das Risiko von die Leistung beeinträchtigenden Bremsvorgängen reduziert werden. So werden Staubildungen und Verkehrszusammenbrüche vermieden oder abgemindert.

Auch bezüglich einer Maximierung der multimodalen Kapazität gilt es, die Gestaltungsspielräume für einen Knoten zu öffnen. Möglichst alle Priorisierungsvorgaben sollen angemessen berücksichtigt werden können. Das Ergebnis der Projektierung und der Entwicklung des Steuerungsprogramms führt dann mit der Festlegung der verschiedenen Parameter zu einer bestimmten Verkehrsqualität. Deshalb wird zur Verkehrsqualität kein separater Parameter definiert (vgl. dazu Kap. 5.5.3). Vielmehr ist die Verkehrsqualität ein Rechnungsergebnis für die gewählte Parameter-Konfiguration.

## 6 Anwendung in der Praxis

Die für die Arbeit in der Praxis als wertvoll beurteilten Erkenntnisse werden für ein Merkblatt zusammengefasst. Damit soll es möglich sein, sich zwischen der strategischen Planungsebene, der infrastrukturellen Projektierung und der Ebene der betrieblichen Steuerungsoptimierung zielführend zu bewegen; die Gestaltungsspielräume beim Entwurf eines Knotens sollen systematisch für die Umsetzung von Priorisierungsvorgaben genutzt werden. Dabei dient das Merkblatt als Organisations- und Vorgehenshilfe. Zentrale Instrumente sind die umfassenden *Parameterlisten* (vgl. Listen gemäss Tabelle 2, Kap. 4.5.3) und das *Projektdatenblatt* (siehe Tabelle 3, Kap. 4.5.4).

Eine Lese- und Anwendungshilfe für die Parameterlisten sowie das Projektdatenblatt ergänzt das Merkblatt. Dessen Entwurf, inklusive Lese- und Anwendungshilfe, findet sich in Anhang IV.

Im Projektdatenblatt werden die folgenden Punkte dokumentiert:

- **Projektbeteiligte und Projektorganisation:**  
Die Projektorganisation sollte interdisziplinär und langfristig – möglichst über alle Projektentwicklungsphasen hinweg – ausgerichtet sein.
- **Projektperimeter sowie Betrachtungsperimeter**
- **Interessenkonflikte und Erfassen möglicher projektspezifischer Prioritäten**
- **Visum Projektleiter nach Abschluss SIA Phase, bzw. bei Übergabe in nächste Bearbeitungsschritte oder Projektleiterwechsel.** Eventuell sind zusätzliche Unterschriften sinnvoll/notwendig, wenn einzelne Punkte in Form einer Absichtserklärung festgehalten werden sollen. Möglich ist auch die Beilage eines separaten Dokuments.
- **Festlegungen der Projektparameter im Projektdatenblatt mit Datum der Festlegung.** Anhand des Datums können die Festlegungen nachvollzogen werden. Mögliche Iterationen sind ebenfalls im Projektdatenblatt konsequent festzuhalten, so dass zu einem späteren Zeitpunkt nicht Arbeitsschritte wiederholt werden.
- **mögliche Anpassungen infolge einer Mitwirkung oder der öffentlichen Projektauflage.**
- **Grundlagen mit relevantem Bezug zu Priorisierungsvorgaben**



## 7 Weiterer Forschungsbedarf

Die bisherigen Projektentwicklungen und Steuerungsprogramme basieren auf konventionell gesteuerten Fahrzeugen und hoheitlicher Verkehrsbeeinflussung, die Prioritäten ergeben sich aufgrund gesellschaftlicher, abgestimmter Interessen.

Unklar ist, wie sich bspw. mit der Kommunikation zwischen Fahrzeugen (Car-to-Car / C2C) und zwischen Fahrzeugen und Infrastrukturen (Car-to-Infrastructure /C2I), kombiniert mit vollautomatischen, roboterhaften Fahrzeugen auch die Verkehrsbeeinflussung und insbesondere die Signalsteuerung verändern werden. Noch unklar ist, was C2C oder C2I überhaupt können resp. in absehbarer Zeit zu leisten vermögen.

Schlagworte aus den Medien wie „Verkehrsgesteuerte Signale statt Signalgesteuerter Verkehr“ suggerieren eine neue Dynamik und eine Leistungssteigerung dank online verfügbaren Verkehrsnachfrage- und Umfelddaten. Verkannt wird dabei wohl, dass in der heutigen verkehrsabhängigen adaptiven Netzsteuerung die Signale bereits teilweise verkehrsgesteuert sind. Weiterer Forschungsbedarf ist jedoch gegeben, wenn beantwortet werden soll, unter welchen Voraussetzungen bspw. die Sicherheitszeiten bei den Signalsteuerungen dank vernetzter, fremdgesteuerter, vollautomatischer Fahrzeuge deutlich reduziert werden könnten, wer dann die entsprechenden Algorithmen festlegt, und ob hoheitliche Verkehrsbeeinflussung und hoheitliches Verkehrsmanagement durch privatwirtschaftliche Mobilitäts- und verkehrsoptimierende Dienstleistungen abgelöst werden.

Die Entwicklung des automatischen Fahrzeuges ist im Gange. Infrastrukturen darauf ausgerichtet zu wollen ist heute jedoch verfrüht. Zu viele Fragen sind noch offen, zu wenig klare Kenntnisse betreffend Rahmenbedingungen verfügbar. Angezeigt wäre ein Monitoring betreffend der technischen Entwicklungen im Bereich C2I resp. C-ITS und den Konsequenzen oder Herausforderungen bezüglich öffentlichem Verkehrsmanagement und Verkehrssteuerung insbesondere in Städten.



## Anhänge

<b>I</b>	<b>Analyse-Fallbeispiele</b> .....	<b>57</b>
I.1	Analysebeispiel Stadt Basel.....	58
I.1.1	Stadt Basel, Schwarzwaldallee / Fasanenstrasse (1).....	58
I.1.2	Allgemeine Grundsätze Kanton Basel-Stadt.....	60
I.1.3	Steuerungsprozesse und LSA-Strategien.....	60
I.2	Analysebeispiele Kanton Zürich und Stadt Zürich .....	62
I.2.1	Stadt Zürich, Stauffacher-/ Werd-/ Badener-/ Strassburgstrasse (2).....	62
I.2.2	Allgemeine Grundsätze in der Stadt Zürich - Stadtverkehr 2025 .....	63
I.2.3	Das „Zürcher Modell“ und die adaptive Verkehrsnetzsteuerung der Stadt Zürich.....	63
I.2.4	Meilen, See- /Schwabachstrasse (3) .....	65
I.2.5	Allgemeine Grundsätze im Kanton Zürich .....	66
I.2.6	Steuerungsvorgaben / Steuerungsprozesse und LSA-Strategien .....	66
I.3	Analysebeispiel im Kanton St.Gallen .....	68
I.3.1	Rapperswil-Jona, Untere Bahnhofstrasse (4).....	68
I.3.2	Allgemeine Grundsätze im Kanton St.Gallen.....	69
I.3.3	Steuerungsvorgaben / Steuerungsprozesse und LSA-Strategien im Kanton St.Gallen... ..	69
I.3.4	LSA-Strategien der Stadt St.Gallen .....	70
<b>II</b>	<b>Anwendungsbeispiele</b> .....	<b>73</b>
II.1	Anwendungsbeispiel „Konzeptionsphase“: Stadt Zürich, Stauffacher-/Werd-/Baderner- /Strassburgstrasse .....	73
II.2	Anwendungsbeispiel „Projekt-/Bauphase“: Stadt Zürich, Schaffhauser-/ Glatttalstrasse. ..	75
II.3	Anwendungsbeispiel „Betriebsphase“: Kanton Luzern, Ebikon, Luzerner-/ Schachenweid-/ Kaspar-Koppstrasse .....	77
<b>III</b>	<b>Priorisierungsparameter</b> .....	<b>79</b>
III.1	Beschrieb Priorisierungsparameter.....	79
	(1) Lage, Umfeld, Strecke .....	79
	(2) Netzbezug und Netzfunktion.....	81
	(3) Sicherheit.....	82
	(4) Steuerungsvorgaben .....	82
	(5) Verkehrsmittel: Öffentlicher Verkehr.....	83
	(6) Verkehrsmittel: Motorisierter Individualverkehr.....	84
	(7) Verkehrsmittel: Fussverkehr .....	84
	(8) Verkehrsmittel: Veloverkehr.....	85
<b>IV</b>	<b>Entwurf Merkblatt</b> .....	<b>87</b>

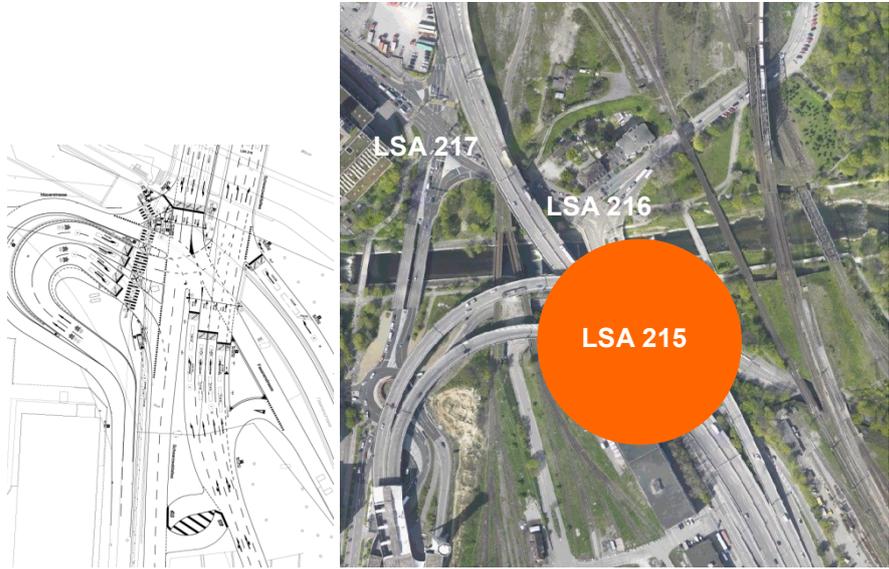


# I Analyse-Fallbeispiele

## I.1 Analysebeispiel Stadt Basel

### I.1.1 Stadt Basel, Schwarzwaldallee / Fasanenstrasse (1)

**Tab. 1 Analysebeispiel Basel-Stadt, Schwarzwaldallee / Fasanenstrasse**

<b>Bezeichnung</b>	<b>LSA 215 Fasanenstrasse/Schwarzwaldallee</b> <b>Teil der Koordination Wiesekreiselsystem</b> <b>LSA 216 Freiburgerstrasse</b> <b>LSA 217 Hochbergstrasse</b>	
<b>Netzbezug / Strassenkategorie</b>	Strecke / HLS, HVS, Strassen innerorts verkehrorientiert	
<b>Ziel Priorisierung</b>	Allgemeine Grundsätze	Förderung einer wirtschaftlichen, umweltgerechten und energiesparenden Mobilität Vorrang öffentlicher Verkehr
	LSA 215	Verhinderung Rückstau auf Autobahn mit oberster Priorität (ASTRA Perimeter) Untergeordnete Bedeutung von Fuss- und Veloverkehr
		
<b>Beschreibung LSA 215</b>	Lage und Umfeld	Der Knoten 215 liegt im nördlichen Abschluss des Stadtzentrums in Kleinbasel. Im Westen grenzt die LSA an das neue Stadtquartier Erlenmatt, im Südosten an den Badischen Bahnhof SBB und im Norden an das stark von Industrie und Verkehrsanlagen geprägte Kleinhüningen.
	Planungsphase	Betrieb und Erhaltung (gemäss SIA 112) [4]
	heutiger Zustand	Aufgrund der neuen Erschliessung des Quartiers Erlenmatt wurde die LSA erweitert und infolge des Alters der Anlage gleichzeitig erneuert.
	Besonderheit	Der Knoten liegt im ASTRA-Perimeter, da er sich am Autobahnanschluss befindet. Die Autobahn verläuft südlich in einem Tunnel.
	Koordination	Der Knoten 215 ist Teil der Koordination Wiesenkreisel: LSA 215 / LSA 216 (Freiburgerstrasse) / LSA 217 (Hochbergstrasse). Im Zuge des Neubaus wurde die LSA 215 in die bestehende Koordination eingepasst.
	Situation	Die LSA regelt die Einmündung der Fasanen- und der Signalstrasse in die Schwarzwaldallee. <b>MIV</b> Bis auf die Beziehung von der Signalstrasse in die Fasanenstrasse sind alle Beziehungen zugelassen.

Die Hauptverkehrsrichtung ist die Geradeausbeziehung auf der Schwarzwaldallee: Vor dem Umbau (2009) betrug die Belastung auf der Schwarzwaldallee in der Morgen- und Abendspitze rund 1'400 PWE pro Stunde und Richtung (keine Hauptlastrichtung).

#### **FG / Velo**

Westlich zur Schwarzwaldallee wird eine Fussgänger- und Veloquerung angeboten. Entlang der Schwarzwaldallee wird auf der östlichen Seite zusätzlich ein Velostreifen geradeaus angeboten.

#### **ÖV**

Der Knoten wird von den Buslinien 36 und 55 befahren. Bushaltestellen sind im Bereich der LSA keine vorhanden. Die Linie 36 verkehrt in der Hauptverkehrszeit im 8'-Takt, die Linie 55 im 30'-Takt.

	Zukünftiger Zustand	Mit der Eröffnung der Zollfreistrasse und den veränderten Belastungen muss die Steuerung sowie die Koordination angepasst werden. Es wird davon ausgegangen, dass zu einem späteren Zeitpunkt (201X) die durch die Schwarzwaldallee fahrenden Busse via Signalstrasse verkehren und das Quartier Erlenmatt erschliessen.
<b>Projektbeteiligte</b>		ASTRA Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-Stadt
<b>Priorisierung</b>	Priorisierung System Wiesekreisel	<p><b>Grundsätzliches</b> Alle Signalgruppen verfügen über Anmelde Mittel.</p> <p><b>Staufunktionalität / Abfluss MIV</b> Grundsätzliches Ziel: Rückstau auf Autobahn verhindern. Bei Stau auf der Autobahn wird diese Funktion unterdrückt um keinen Mehrverkehr (Stauausweichverkehr) zu generieren. Eine Schnittstelle zum Tunnelleitsystem erhöht die Funktionsfähigkeit bei Stau oder Not-/Störfällen im Tunnel. Zusätzlich liegt für LSA 215 und LSA 216 eine Handsteuerung vor um besondere Zustände wie Tunnelräumung oder die Freigabe einzelner Ströme zu schalten.</p> <p><b>ÖV-Bevorzugung</b> Die Bevorzugung wird in Abhängigkeit mit der Koordination Wiesekreisel geregelt. Grundsätzlich hat der öffentliche Verkehr Priorität, die Entleerung Richtung Autobahn bei Rückstau wird jedoch höher gewichtet. Einzelne Buslinien können Grünphasen nur vorziehen oder verlängern, andere hingegen ein zweites Grünfenster erhalten.</p> <p><b>Bedeutung FG / Velo</b> Im System Wiesekreisel ist der Fuss- und Veloverkehr aufgrund der geringen Ströme von untergeordneter Bedeutung. Grundsätzlich erhält der LV zusätzlich Grün als Nebeneffekt mit der parallel laufenden MIV-Hauptrichtung. Die Fussgängerübergänge geben sich untereinander die Anmeldung weiter. Für sehbehinderte Fussgänger werden bei allen Übergängen separate Anmelde Mittel zur Verfügung gestellt. Im Nachtprogramm wird auf Grün für Fussgänger verzichtet, Velosignalgruppen hingegen erhalten auch in der Nacht zusätzlich Grün als Nebeneffekt mit der parallel laufenden MIV-Hauptrichtung.</p>
<b>Quellen</b>		[41], [93], [97]

## I.1.2 Allgemeine Grundsätze Kanton Basel-Stadt

Die Entwicklung der Steuerungsprozesse und LSA-Strategien soll sich an übergeordnete Vorgaben wie der Verfassung und der Richtplanung koppeln. Damit soll sichergestellt werden, dass die Lichtsignalanlagen als Teil der Umsetzung einer übergeordneten Konzeption und nicht nur als verkehrstechnische Einzelelemente fungieren. In der Kantonsverfassung wird in § 30 festgehalten, welche Ziele der Kanton Basel grundsätzlich verfolgt:

*„Der Staat ermöglicht und koordiniert eine sichere, wirtschaftliche, umweltgerechte und energiesparende Mobilität. Der öffentliche Verkehr geniesst dabei Vorrang. Der Staat setzt sich für einen attraktiven Agglomerationsverkehr, für rasche Verbindungen zu den schweizerischen Zentren und für den Anschluss an die internationalen Verkehrsachsen auf Schiene, Strasse sowie auf Luft- und Wasserwegen ein.“ [54]*

Weiter hat das Basler Stimmvolk in einer Volksabstimmung 2010 den Gegenvorschlag zur Städteinitiative angenommen. Damit wird im Umweltschutzgesetz das Ziel formuliert, dass die Gesamtverkehrsleistung des privaten Motorfahrzeugverkehrs bis zum Jahr 2020 ausserhalb der Autobahnen um 10% abnehmen muss.

## I.1.3 Steuerungsprozesse und LSA-Strategien

Als Richtlinien für die Berechnung der Übergangs-, Mindest- und Zwischenzeiten für Lichtsignalanlagen wurde im Jahr 2005 eine einheitliche Projektierungs- und Ausführungsrichtlinie erarbeitet und beschrieben. Diese ist heute für sämtliche LSA-Projekte gültig und beschreibt insbesondere die Abweichungen zu den gültigen Schweizer Normen [64]. Zudem hat das Bau- und Verkehrsdepartement im Jahr 2014 infolge von Wissenslücken und falschen Annahmen von „allgemein Gültigem“ die grundlegenden Anforderungen und Richtlinien an LSA-Steuerungen in einem Papier festgehalten. Die Richtlinien sollen alljährlich überprüft und aktualisiert werden [53].

In Basel besteht bis heute keine umfassende Entscheidungsgrundlage, wie die Kapazitäten einer Lichtsignalanlage grundsätzlich zu verteilen sind. Aufgrund der Komplexität eines lichtsignalgesteuerten Knotens kann die konkrete Optimierung in der Regel nicht direkt von Analysen abgeleitet werden. Das Ziel ist vielmehr ein allgemeingültiges Instrument zur Optimierung beliebiger LSA-Knoten herzuleiten. Das Büro ewp AG Effretikon hat deshalb im Auftrag des Amtes für Mobilität im Jahr 2014 eine LSA-Strategie für den Kanton entwickelt [41].

Der Ansatz der LSA-Strategie ist in vier Stufen gegliedert:

- Kategorisierung der Verkehrsströme an LSA aufgrund übergeordneten Zielen
- Definition von Anforderungen für die einzelnen Kategorien
- Beurteilung der Verkehrsströme im Ist-Zustand aufgrund Kategorie und Anforderung
- Algorithmus zur Behebung von Konflikten aufgrund Prioritäten

Die Beurteilung erlaubt es, für die einzelnen Verkehrsbeziehungen die Differenz zwischen Anforderungen und heutiger Situation darzustellen. Damit lässt sich der Handlungsbedarf bei einer anstehenden Knotensanierung verkehrstromfein ermitteln, bzw. ein konkretes Begehren zur Optimierung der Steuerung einordnen.

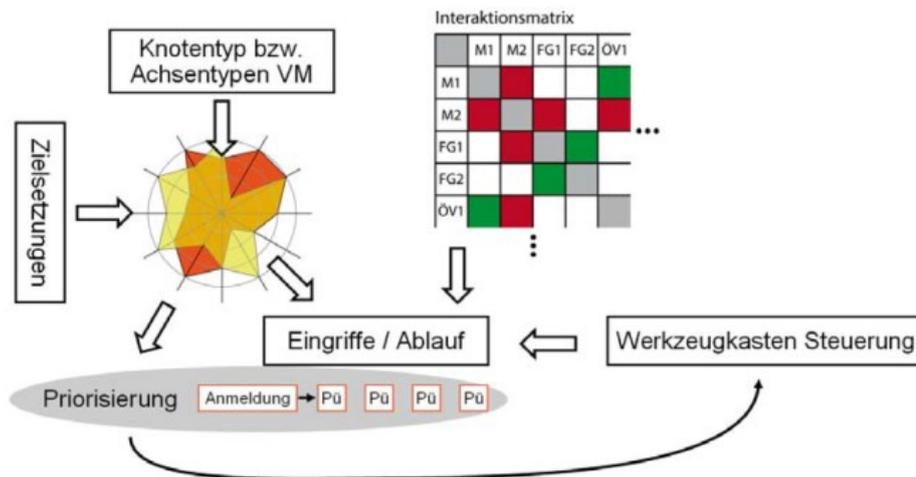


Abb. 1 Grundstruktur Strategie [41]

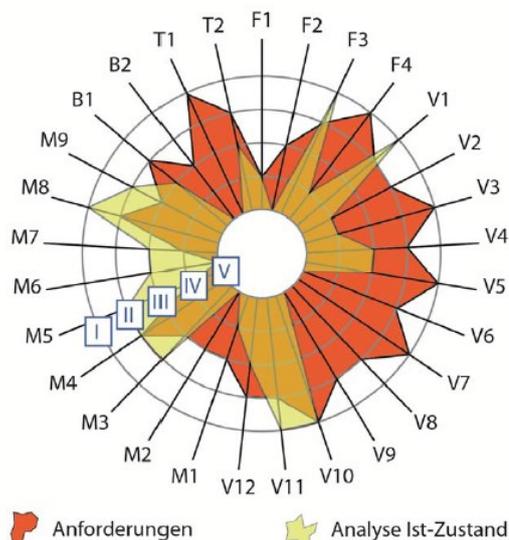


Abb. 2 Anforderungen und heutiger Zustand je Verkehrsstrom über Spinnendiagramm [41]

Mit dem Spinnendiagramm wird dargestellt, für welche Ströme an einem Knoten Diskrepanzen zwischen der Anforderung und dem Ist-Zustand bestehen. Die Optimierung der Lichtsignalanlage ist schliesslich Bestandteil einer verkehrstechnischen Analyse.

Anwendung: Ziel ist es in einer ersten Phase die Methodik anhand von anstehenden konkreten Optimierungsprojekten umfassend zu testen. Nach erfolgter Justierung der Strategie sollen alle lichtsignalgesteuerten Knoten im Kanton durch Erfassung kategorisiert werden. Die Erfassung soll anhand von Objektblättern. Für die Umsetzung der Strategie im Rahmen konkreter Projekte schlagen ewp AG eine Staffelung über mehrere Jahre vor.

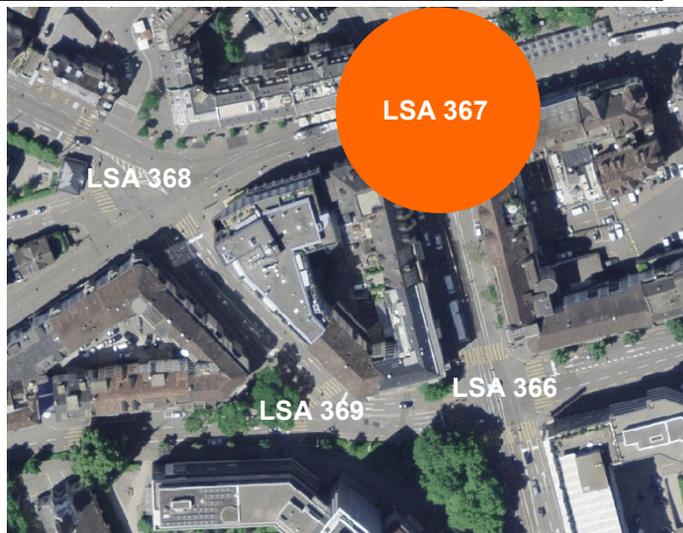
Aus dem Gespräch mit dem zuständigen Projektleiter des Fallbeispiels ging jedoch hervor, dass die erarbeitete Anwendung zu aufwendig ist um in der Praxis direkt umgesetzt zu werden.

## I.2 Analysebeispiele Kanton Zürich und Stadt Zürich

### I.2.1 Stadt Zürich, Stauffacher-/ Werd-/ Badener-/ Strassburgstrasse (2)

**Tab. 2** Analysebeispiel Stadt Zürich, Stauffacher-/ Werd-/ Badener-/ Strassburgstrasse

<b>Bezeichnung</b>	<b>LSA 367</b> Badener-/Stauffacherstrasse <b>Teil der Koordination</b> <b>LSA 366</b> Werdplatz/Stauffacher-/Werdstrasse <b>LSA 368</b> Zweierplatz/Badener-/Birmensdorfer-/ Zweierstrasse <b>LSA 369</b> Werdplatz/Strassburg-/Werdstrasse	
<b>Netzbezug / Strassenkategorie</b>	Netzbereich / Strassen innerorts verkehrsorientiert. Temporegime „Generell T50“	
<b>Ziel Priorisierung</b>	Allgemeine Grundsätze	Vorrang öffentlicher Verkehr Angebot und Attraktivität für Fuss- und Veloverkehr verbessern
	LSA 367	Öffentlicher Verkehr und Fuss- / Veloverkehr mit oberster Priorität



<b>Beschreibung LSA 367</b>	Lage und Umfeld	Die LSA 367 liegt im Kreis 4 (Aussersihl) im Stadtzentrum von Zürich und ist mit angrenzenden Haltestelle Stauffacher ein wichtiger Knotenpunkt für den öffentlichen Verkehr. Um den Knotenpunkt befinden sich diverse Geschäfte.
	Planungsphase	Betrieb und Erhaltung (gemäss SIA 112) [4]
	heutiger Zustand	Die LSA 367 stellt den Hauptknoten dar, ist rund 25 Jahre alt und Ergebnis einer „gewachsenen“ Struktur (fliessender Prozess mit Verkehrszunahme und neuen Ansprüchen). Eine Gesamterneuerung ist nicht geplant.
	Besonderheit	Der Knoten wird von mehreren Tramlinien befahren.
	Koordination	Vier koordinierte LSA: 366, 367, 368, 369.
	Situation	<b>MIV</b> Es ist nur die Geradeausbeziehung auf der Stauffacherstrasse zugelassen. Die Badenerstrasse ist für den MIV gesperrt. Die Belastung auf der Stauffacherstrasse beträgt in der Abendspitze rund 750 Fz/h. Mit 500 Fz/h verläuft die Hauptlastrichtung von LSA 366 in Richtung LSA 367.

		<p><b>FG / Velo</b></p> <p>Gesteuerte Querungsstelle für Fussgänger an der Stauffacherstrasse. Zwischen der LSA 366 und 367 sind Velostreifen vorhanden</p> <p><b>ÖV</b></p> <p>Mehrere Tramlinien 2, 3, 8, 9 und 14 und der Nachtbus der Linie 14 befahren den Knoten. Die Tramlinien verkehren in der Hauptverkehrszeit im 7.5'-Takt.</p>
	Zukünftiger Zustand	Zurzeit wird der Raum um die Haltestelle Stauffacher in der Werdstrasse neu geplant. Die Lage der Tramhaltestelle der Linie 8 soll von der heutigen Lage in die neue Lage zwischen die Knoten 366 und 367 verschoben werden.
	<b>Projektbeteiligte</b>	Stadtpolizei Zürich, Dienstabteilung Verkehr (DAV) Tiefbauamt der Stadt Zürich
	<b>Priorisierung</b>	<p>Priorisierung LSA 367</p> <p>Die ÖV-Bevorzugung und die Bevorzugung des Fussverkehrs hat oberste Priorität und wird gezielt gefördert (besondere Situation aufgrund ÖV-Knoten „Stauffacher“). Die Geradeausbeziehung MIV Stauffacherstrasse ist von untergeordneter Bedeutung.</p>
	<b>Quellen</b>	[95]

## I.2.2 Allgemeine Grundsätze in der Stadt Zürich - Stadtverkehr 2025

Für die Stadt Zürich werden spezielle Grundsätze im Stadtverkehr 2025 (früher Mobilitätsstrategie) festgeschrieben. Die Kantonalen Grundsätze gelten als Richtlinie und werden mit den Stadt Züricher Grundsätzen konkretisiert.

Kernstück der Umsetzung „Stadtverkehr 2025“ ist der Aktionsplan mit priorisierten Massnahmen aus den verschiedenen strategischen Planungen des Stadtrats wie beispielsweise der „Masterplan Velo“ und die „VBZ-Netzentwicklungsstrategie“. Diese Massnahmen gilt es in den kommenden Jahren bis 2025 sukzessive umzusetzen und damit massgeblich zur nachfolgend aufgeführten Zielerreichung beizutragen. Der Aktionsplan wird im Sinne einer rollenden Planung laufend aktualisiert und weiterentwickelt [90].

Der Stadtverkehr 2025 verfolgt im Grundsatz folgende Ziele:

- Modalsplit von ÖV, Fuss- und Veloverkehr erhöhen
- Angebot und Attraktivität ÖV-, Fuss- und Veloverkehr verbessern
- Kapazität für den MIV nicht erhöhen
- 2000-Watt-Gesellschaft im Bereich Mobilität umsetzen
- Bevölkerung vor den negativen Auswirkungen des Verkehrs schützen
- Qualität des öffentlichen Raums steigern

## I.2.3 Das „Zürcher Modell“ und die adaptive Verkehrsnetzsteuerung der Stadt Zürich

Das „Zürcher Modell“ mit der adaptiven Verkehrsnetzsteuerung ist Teil des Verkehrsmanagements der Stadt Zürich und wird von der Dienstabteilung Verkehr (DAV) entwickelt und unterhalten. Mit ihm werden alle Verkehrsteilnehmenden geleitet, die sich innerhalb der Stadtgrenzen von Zürich bewegen.

Die wichtigsten allgemeingültigen Vorgaben in Bezug auf die Verkehrssteuerung sind dabei:

- Festlegung der Priorisierung der Mobilitätsformen; der öffentliche Verkehr hat immer Vortritt
- Einheitliche Systemstrategie mit einer klarer Steuerungsphilosophie
- Sicherheit, kurze Wartezeiten Fussgänger, Vortritt, Anmeldemöglichkeiten
- Blaulichtfahrzeuge vor restlichen Verkehrsteilnehmern

Eine Komponente des „Zürcher Modells“ stellt die adaptive Verkehrsnetzsteuerung (AVS) dar. AVS wurde aufgrund der steigenden Anforderungen an das Verkehrsmanagement entwickelt und schafft Raum für individuelleres Eingehen auf die jeweilige Verkehrssituation der Stadt Zürich. Aus dem klassischen, modellgetriebenen Verkehrsmanagement, auf Basis von statistischen Daten und Erfahrungen soll ein der jeweiligen Situation ein angemessenes Verkehrsregime entstehen, das (in annähernder Echtzeit) auf eine Vielzahl von unterschiedlichen Verkehrssituationen reagieren kann [36].

## I.2.4 Meilen, See- /Schwabachstrasse (3)

**Tab. 3 Analysebeispiel Meilen, See- /Schwabachstrasse**

<b>Bezeichnung</b>	LSA 258 See-/Schwabachstrasse	
<b>Netzbezug / Strassenkategorie</b>	Einzelknoten / Strassen innerorts verkehrs- und siedlungsorientiert	
<b>Ziel Priorisierung</b>	Allgemeine Grundsätze	Vorrang öffentlicher Verkehr
	LSA 258	Öffentlicher Verkehr mit oberster Priorität



<b>Beschreibung</b>	heutiger Zustand	Drei Armiger Knoten am Siedlungsrand von Meilen. Die Seestrasse weist einen hohen Verkehr entlang der Seestrasse auf. Die Zufahrenden Fahrzeuge von der Schwabbachstrasse können mit der LSA besser in die Seestrasse einmünden. Aufgrund der vorhandenen Gebäude, ist die Sicht am Knoten eingeschränkt.
	Besonderheit	Der Knoten wurde als Beschleunigungsmassnahme für den Bus realisiert.
	Koordination	keine
	Situation	MIV: Alle Beziehungen werden angeboten. FG / Velo: Fussgänger können die Seestrasse nur östlichen des Knotens 258 gesichert queren. Auf der Schwabachstrasse wird im Knotenbereich ebenfalls ein gesteuerter Fussgängerübergang angeboten. ÖV: Die Buslinie 921 verkehrt von Meilen zum Bahnhof über den Knoten 258.
	Zukünftiger Zustand	Zurzeit sind keine Anpassungen an Knoten geplant.
<b>Projektbeteiligte</b>	Kantonspolizei Zürich, Verkehrstechnische Abteilung Baudirektion Kanton Zürich, Tiefbauamt der Kanton Zürich	
<b>Priorisierung</b>	Allgemeine Grundsätze Kanton Zürich	Grundsätze gemäss Steuerung: - Sicherheit - ÖV-Bevorzugung

	Durchleitungsfunktion / Staufunktionalität: keine ÖV-Bevorzugung: Der Bus wird gemäss der Busbeschleunigung gezielt bevorzugt Bedeutung LV: gesicherter FG-Übergang
<b>Quellen</b>	[95]

### I.2.5 Allgemeine Grundsätze im Kanton Zürich

Im Kanton Zürich werden die Ziele, die der Kanton grundsätzlich in Bezug auf die Steuerung verfolgt, in der Kantonsverfassung § 104 festgehalten:

*„Kanton und Gemeinden sorgen für eine sichere, wirtschaftliche und umweltgerechte Ordnung des gesamten Verkehrs und für ein leistungsfähiges Verkehrsnetz. Der Kanton übt die Hoheit über die Staatsstrassen aus. Kanton und Gemeinden fördern den öffentlichen Personenverkehr im ganzen Kantonsgebiet.“ [62]*

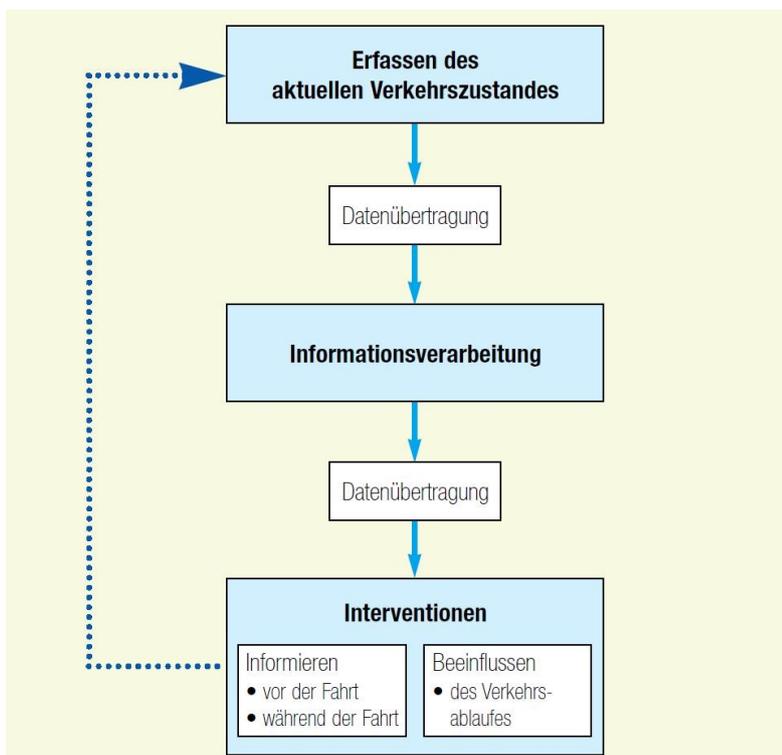
### I.2.6 Steuerungsvorgaben / Steuerungsprozesse und LSA-Strategien

Im Kanton Zürich sind die Steuerungsvorgaben im Konzept Integriertes Verkehrsmanagement (IVM) vom August 2001 detailliert zusammengefasst.

#### Konzept Verkehrsmanagement

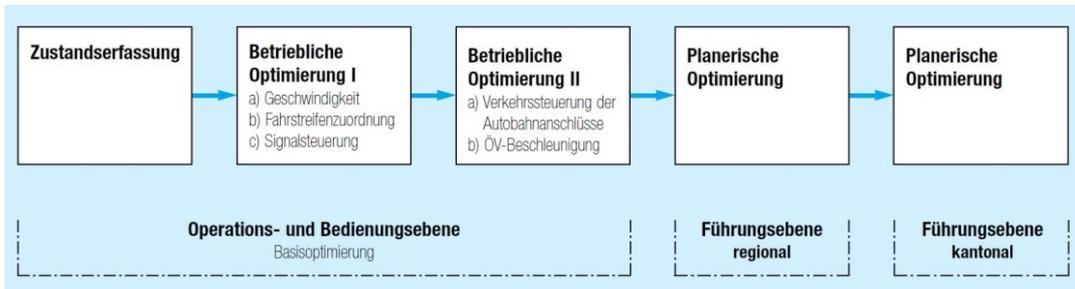
Integriertes Verkehrsmanagement bedeutet Beeinflussung des Verkehrs- und Mobilitätsverhalten mit dem Zweck die bestehenden Verkehrsinfrastrukturen besser zu nutzen [61].

Dem IVM liegt folgender Regelkreis mit drei Hauptebenen zu Grunde:



**Abb. 3** Regelkreis IVM [61]

Das Grundprinzip des IVM-Aufbau- und der IVM-Ablauforganisation umfasst einen mehrstufigen Optimierungsprozess. Handlungsgrundsätze „regeln insbesondere die zu setzenden Prioritäten zwischen verschiedenen Verkehrsmitteln und Netzebenen – zwischen öffentlichem Verkehr und Individualverkehr sowie zwischen dem Netz der Hochleistungsstrassen und demjenigen der Hauptverkehrsstrassen.“ Dabei werden die Handlungsgrundsätze nach folgendem Ablauf umgesetzt:



**Abb. 4** Grundprinzip des mehrstufigen Optimierungsprozesses [61]

### I.3 Analysebeispiel im Kanton St.Gallen

#### I.3.1 Rapperswil-Jona, Untere Bahnhofstrasse (4)

**Tab. 4 Analysebeispiel Rapperswil-Jona, Untere Bahnhofstrasse**

<b>Bezeichnung</b>		<b>Koordination</b> LSA 301 LSA 302 LSA 321 LSA 303 LSA 304 LSA 312
<b>Netzbezug / Strassenkategorie</b>		Netzbereich, Strecke / Strassen innerorts verkehrsorientiert Temporegime: Generell T50
<b>Ziel Priorisierung</b>	Allgemeine Grundsätze	Vorrang öffentlicher Verkehr Staufunktionalität und Stauraummanagement (Werkzeuge: Stauplan, Pfortnerung)
<b>Netzbereich</b>	Netzbereich	Öffentlicher Verkehr, Fuss- / Veloverkehr mit oberster Priorität Pfortnerung gegen aussen Richtung Seedamm



<b>Beschreibung</b>	Lage und Umfeld	Die Strecke führt an der Altstadt / Bahnhof vorbei und reicht weiter bis ins Nordquartier von Rapperswil. Im südlichen Abschnitt (LSA 301 bis LSA 303) ist der Strassenraum geprägt von öffentlichen Nutzungen.
<b>Netzbereich</b>	Planungsphase	Betrieb und Erhaltung (gemäss SIA 112) [4]
	heutiger Zustand	Das heutige System wurde 1987 in Betrieb genommen (Steuerungskonzept 85).
	Besonderheit	Die Achse Untere Bahnhofstrasse wird von mehreren Buslinien befahren. Die Querung der Strasse auf Höhe Bahnhof oder Altstadt stellt eine wichtige Verbindung für die Fussgänger dar.

	Koordination	Koordination LSA: 301, 302, 321, 303, 304, 312
	Situation	<p><b>MIV</b></p> <p>Es werden nicht alle Beziehungen an allen Knoten angeboten. Die Untere Bahnhofstrasse verbindet die beiden Nationalstrasse A53 und A3. Der Durchgangsverkehr Rapperswil wird über den Netzbereich abgewickelt.</p> <p><b>FG / Velo</b></p> <p>Mehrheitlich sind keine Velospuren vorhanden. Die Querungsstellen für Fussgänger sind entlang der Unteren und Oberen Bahnhofstrasse gesteuert.</p> <p><b>ÖV</b></p> <p>Die Buslinien 885, 994, 993, 995, 622 der VZO verkehren über die Untere Bahnhofstrasse. Auf der Oberen Bahnhofstrasse verkehrt die Linie 885. Die Zürcherstrasse wird von keiner Buslinie der VZO bedient.</p> <p>In der Hauptverkehrszeit verkehrt die Linie 622 im 10'-Takt, die Linie 994 im 30'-Takt und die Linien 885 und 995 im 30'-Takt</p>
	Zukünftiger Zustand	Es sind keine Gesamterneuerungen des Systems geplant. Das Steuerungskonzept 85 wird im Jahr 2015 effektiv und umfassend angepasst. Es berücksichtigt die erwartete Verkehrsentwicklung, Erkenntnisse aus laufenden Projekten, sowie erwartete Trends (Gerätetechnik etc.).
	<b>Projektbeteiligte</b>	Kanton St.Gallen, Tiefbauamt, Verkehrstechnik Gemeinde Rapperswil-Jona
	<b>Priorisierung</b>	<p>Priorisierung Netzbereich</p> <p><b>Durchleitungsfunktion / Staufunktionalität MIV</b></p> <p>Staufunktionalität und Stauraummanagement LSA 301 als Basis zur Pfortnerung gegen aussen (Richtung Seedamm)</p> <p><b>ÖV-Bevorzugung</b></p> <p>Der öffentliche Verkehr wird bei allen Buslinien im Taktfahrplan priorisiert (Null-Wartezeit)</p> <p><b>Bedeutung FG</b></p> <p>Hohes Fussgängeraufkommen v.a in Bahnhofsnähe bedingen längere Grünphasen</p>
	Quellen	[96]

### I.3.2 Allgemeine Grundsätze im Kanton St.Gallen

In der Kantonsverfassung wird in § 18 festgehalten, welche Ziele der Kanton St. Gallen grundsätzlich verfolgt:

*„Der Staat setzt sich zum Ziel, dass der ganze Kanton verkehrsmässig ausreichend erschlossen ist und die öffentlichen und privaten Verkehrsmittel sinnvoll und bedarfsgerecht eingesetzt werden. Er berücksichtigt die Bedürfnisse von schwächeren Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmern.“ [60]*

### I.3.3 Steuerungsvorgaben / Steuerungsprozesse und LSA-Strategien im Kanton St.Gallen

Das Tiefbauamt Kanton St. Gallen beruft sich bei der Erarbeitung von Steuerungsprozessen auf folgende Steuerungsvorgaben [96]:

- Staufunktionalität: Regelung innerörtlicher Verhältnisse mit Stauplan und Pfortnerung gegen aussen
- ÖV-Bevorzugung aller Buslinien im Taktfahrplan

- Korrekte Verteilung der zur Verfügung stehenden Grünzeit auf alle Verkehrsteilnehmer
- Erhöhung der Sicherheit (Reduktion der Unfallhäufigkeit und – schwere durch zeitliche Trennung der Verkehrsströme)
- Realisierung eines Stauraummanagements
- Grösstmöglicher Komfort für die Fussgänger und Radfahrer (kurze Wartezeiten und direkte Verbindungen)
- Null-Wartezeit für den strassengebundenen öffentlichen Verkehr beim Befahren des geregelten Strassennetzes
- Gute Koordination mit niedriger Geschwindigkeit und weniger Anfahr- und Verzögerungsvorgängen beim motorisierten Individualverkehr (Verflüssigung des Verkehrs auf niedrigem Geschwindigkeitsniveau)
- Priorisierung Blaulichtfahrzeuge vor restlichen Verkehrsteilnehmern

### I.3.4 LSA-Strategien der Stadt St.Gallen

Seitens des Kantons werden auch die Vorgaben der St. Gallen als hilfreich erachtet und hier aufgeführt.

Die Stadt St. Gallen hat im Jahre 1983 ein Steuerungskonzept für die Stadt St. Gallen entwickelt. Das Hauptaugenmerk galt damals dem Zustand nach der Autobahneröffnung im Jahr 1987. Aufbauend auf diesem „Steuerungskonzept 85“ wurden seither die Lichtsignalanlagen in der Stadt gesteuert. Jedoch wurden Gerätetechnik und Steuerungsphilosophie laufend situativ und punktuell an die aktuelle Situation angepasst. Damit ergab sich das heutige „gelebte“ Steuerungskonzept. Nun soll das Steuerungskonzept 85 effektiv und umfassend angepasst werden.

Im Jahr 2012 führte die Stadt St. Gallen eine umfassende Anpassung des Steuerungskonzepts 85 durch. Das neue Steuerungskonzept 2015/20 dient den verantwortlichen Betreibern der Lichtsignalanlagen als Richtschnur für den Betrieb und Unterhalt der Lichtsignalanlagen. Das vorliegende Steuerungskonzept gilt für das ganze Gebiet der Stadt St. Gallen und gliedert sich folgendermassen [88]:

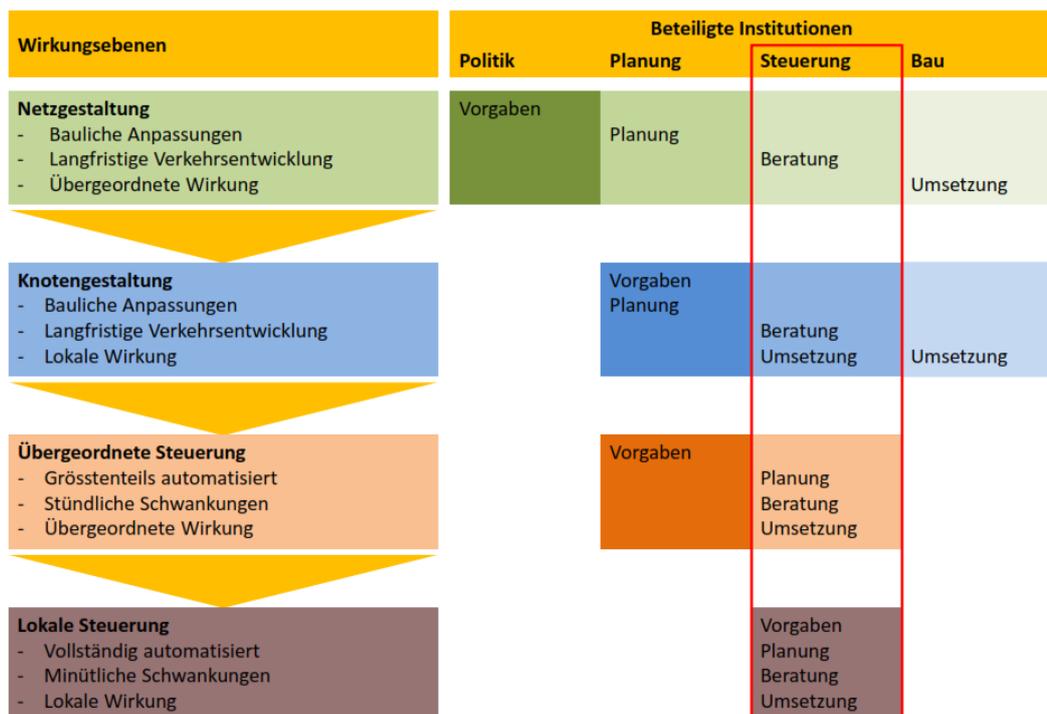


Abb. 5 Verkehrssteuerung: Wirkungsebenen und beteiligte Institutionen [88]

Für die lokale Steuerung wurden je Verkehrsträger Vorgaben formuliert, welche zu berücksichtigen sind. In der folgenden Abbildung sind die entwickelten Philosophien je Verkehrsträger aufgeführt. Die daraus entstehenden Zielkonflikte sind der Literatur [88] zu entnehmen.

Verkehrsträger	Vorgaben
MIV	<p><b>Teillast (Komfortoptimiert am Einzelknoten)</b> Hohe lokale Flexibilität oder kurze Umlaufzeiten</p> <p><b>Spitzenlast (Leistungsoptimiert in Teilgebieten)</b> Zeitliche oder leistungsmässige Koordination von Verkehrsströmen über die Knoten eines Teilgebietes mit optimierten Umlaufzeiten</p> <p><b>Überlast (Leistungsmaximiert mit Stauraumbewirtschaftung)</b> Definierte Reduktion des Komforts für miV-Nebenströme, öV und LV sowie teilweise verlängerte Umlaufzeiten</p> <p><b>Notfall (Verhinderung des Verkehrskollapses)</b> Definition von Notfallszenarien insbesondere im Zusammenhang mit Vorfällen auf der A1</p>
öV	<p><b>Intelligente Buseingriffe</b> ÖV Eingriffe in Abhängigkeit der Fahrplanlage und Buslinie</p> <p><b>Nullwartezeit wo möglich</b> Keine Verlustzeiten an Knoten mit genügenden Leistungsreserven oder problemloser Koordination des miV</p> <p><b>Verlustzeitenkontingent je Kurs</b> Keine Verlustzeiten auf der Zufahrt zur Innenstadt Möglichst geringe Verlustzeiten Durchfahrt Innenstadt (Definition eines Maximalwertes) Kompensation der Verluste auf der Fahrt zur Endhaltestelle resp. unter Miteinbezug der Pufferzeit an der Endhaltestelle</p>
LV Velo	<p><b>Definition einer maximalen Wartezeit</b> In Abhängigkeit von Gebiet (Anzahl verkehrende Velos, Art des Veloverkehrs)</p> <p><b>Definition einer minimalen Grünzeit</b> In Abhängigkeit von Gebiet (Anzahl verkehrende Velos, Art des Veloverkehrs)</p> <p><b>Generelle Vorgaben (für Velos im oder neben eines MIV Stromes)</b> Vorgaben kommen aus der Verkehrsplanung</p>
LV Fussgänger	<p><b>Definition einer maximalen Wartezeit (für Querung eines MIV Stromes)</b> In Abhängigkeit von Gebiet, Fussgängeremenge, Fussgängertyp</p> <p><b>Definition einer minimalen Grünzeit (für Querung eines MIV Stromes)</b> In Abhängigkeit von Gebiet, Fussgängeremenge, Fussgängertyp</p> <p><b>Grundsätze der Konfliktregelung</b> In Abhängigkeit von Gebiet (Anzahl verkehrende Velos, Art des Veloverkehrs)</p>

Abb. 6 Philosophie der lokalen Steuerung [88]

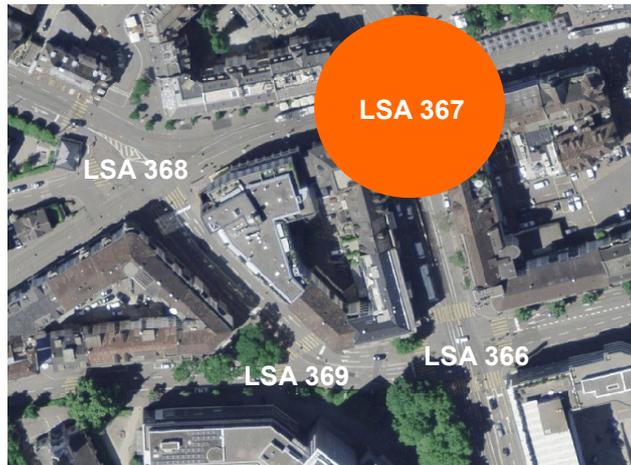


## II Anwendungsbeispiele

### II.1 Anwendungsbeispiel „Konzeptionsphase“: Stadt Zürich, Stauffacher-/Werd-/Baderner-/Strassburgstrasse

**Tab. 5 Anwendungsbeispiel „Konzeptionsphase“ Stadt Zürich, Stauffacher-/ Werd-/ Baderner-/ Strassburgstrasse**

<b>Bezeichnung</b>	<b>LSA 367</b> Badener-/Stauffacherstrasse <b>Teil der Koordination</b> <b>LSA 366</b> Werdplatz/Stauffacher-/Werdstrasse <b>LSA 368</b> Zweierplatz/Badener-/Birmensdorfer-/ Zweierstrasse <b>LSA 369</b> Werdplatz/Strassburg-/Werdstrasse
--------------------	--



Gesamtübersicht über die Knoten LSA 366, 367, 368, 369

<b>Lage und Umfeld</b>		<p>Die LSA 367 liegt im Kreis 4 (Aussersihl) im Stadtzentrum von Zürich und ist mit der angrenzenden Haltestelle Stauffacher ein wichtiger Knotenpunkt für den öffentlichen Verkehr (bedient Tramlinien 2, 3, 8, 9 und 14 und den Nachtbus der Linie 14). Heute zählt der Stauffacher zu einer der vielbefahrensten Haltestellen im Zürcher ÖV.</p> <p>Um den Knotenpunkt befinden sich diverse Geschäfte sowie ein kleiner Park (Stauffacherplatz).</p> <p>Die Badenerstrasse ist nur für den Tramverkehr befahrbar, die Stauffacherstrasse ist für den MIV und die Tramlinie 8 befahrbar.</p>
<b>Planungsphase</b>		Phase 21/31, (gemäss SIA 112) [4]
<b>Projektbeteiligte</b>		Stadtpolizei Zürich, Dienstabteilung Verkehr (DAV) Tiefbauamt der Stadt Zürich
<b>Netzbezug und Netzfunktion</b>	<b>Netzbezug</b>  <b>Strassenfunktion / -kategorie</b>  <b>Übergeordnete Anforderungen</b>	<p>Das System besteht aus vier koordinierten Lichtsignalanlagen</p> <p>Strassen innerorts verkehrsorientiert. Temporegime „Generell T50“</p> <p>Der Stauffacher muss als wichtiger Umsteigepunkt für Trampassagiere den hohen Ansprüchen im ÖV genügen. <i>(keine weiteren übergeordneten Anforderungen bekannt)</i></p>
<b>Sicherheit</b>	Spezielle Grundsätze	Keine Abweichungen zur Normgebung von regionalen oder städtischen Sicherheitsbedingungen.
<b>Verkehrsmanagement</b>	Steuerungsstrategie	Die Steuerung wird gemäss den allgemeinen Steuerungsgrundsätzen der Stadt Zürich durchgeführt.

		Diese sind in der Verfassung sowie den allgemeinen Grundsätzen im Stadtverkehr 2025 festgehalten.
	Störungsmanagement	Für Blaulichtfahrzeuge bestehen teilweise Strecken mit Induktionsschlaufen – gesamte Strecke wird zur grünen Welle bei Anmeldung.
<b>Grundlagen Verkehrsmittel</b>	ÖV	<p>Auf der Badenerstrasse verkehren Trams, auf der Stauffacherstrasse Trams und MIV. Von der VBZ werden Tram 2000, Tram 2000 Sänfte sowie Cobra-Trams eingesetzt</p> <p>Am Knoten sind keine Abzweigeverbindungen von Trams vorgesehen, die Infrastruktur erlaubt jedoch die Verbindung Badenerstrasse / Stauffacherstrasse Süd</p> <p>Am Knoten befindet sich eine Tramhaltestelle. Die Haltekante hat eine Länge vom 45 m. Sie befindet sich an der Badenerstrasse zwischen der Stauffacherstrasse und der Bäckerstrasse.</p> <p>Die Tramlinien 2, 3, 8, 9 und 14 und der Nachtbus der Linie 14 befahren den Knoten. Die Tramlinien verkehren in der Hauptverkehrszeit im 7.5'-Takt. Insgesamt befahren somit 80 Trams pro Spitzenstunde den Knoten.</p> <p>Im Stauffacher sind diverse Umsteigebeziehungen möglich (minimale Umsteigezeit für Anschlüsse 2').</p> <p>Die Trams werden mittels Detektoren erkannt und je nach Priorisierungsgrad im System beachtet.</p>
	MIV	<p>Es ist nur die Geradeausbeziehung auf der Stauffacherstrasse zugelassen. Die Badenerstrasse ist für den MIV gesperrt.</p> <p>Die Belastung auf der Stauffacherstrasse beträgt in der Abendspitze rund 750 Fz/h. Mit 500 Fz/h verläuft die Hauptlastrichtung von LSA 366 in Richtung LSA 367.</p> <p>Der MIV wird mittels Detektoren erkannt und je nach Priorisierungsgrad im System beachtet.</p>
	Fussverkehr	<p>An der Stauffacherstrasse Nord befindet sich eine gesteuerte Querungsstelle für Fussgänger.</p> <p>An der Stauffacherstrasse Süd befindet sich ein Fussgängerstreifen ohne LSA.</p> <p>Die Badenerstrasse kann überall überquert werden.</p> <p>Zur Anzahl Fussgänger sind keine Angaben vorhanden.</p>
	Veloverkehr	<p>Zwischen der LSA 366 und 367 sind Velostreifen vorhanden, dieser Abschnitt ist im Zürcher Velonetz vorhanden</p> <p>Zur Anzahl Velos sind keine Angaben vorhanden.</p>
<b>Priorisierungsvorgaben je Verkehrsmittel</b>		<p>Ziele gemäss Stadtverkehr 2025 [90]:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modalsplit von ÖV, Fuss- und Veloverkehr erhöhen</li> <li>• Angebot und Attraktivität des ÖV, Fuss- und Veloverkehrs verbessern</li> <li>• Kapazität für den MIV nicht erhöhen</li> <li>• 2000-Watt-Gesellschaft im Bereich Mobilität umsetzen</li> <li>• Bevölkerung vor den negativen Auswirkungen des Verkehrs schützen</li> <li>• Qualität des öffentlichen Raums steigern</li> </ul>
<b>Quellen</b>		[81], [99]

## II.2 Anwendungsbeispiel „Projekt-/Bauphase“: Stadt Zürich, Schaffhauser-/ Glattalstrasse

**Tab. 6 Anwendungsbeispiel „Projekt-/Bauphase“ Stadt Zürich, Schaffhauser-/ Glattalstrasse**

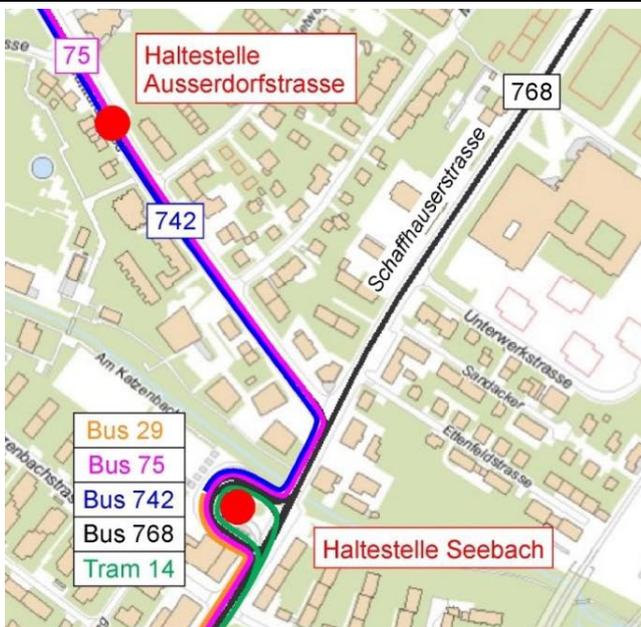
<b>Bezeichnung</b>	Ungesteuerter T-Knoten mit je zwei Vorsortierstreifen im Knotenbereich an der Kreuzung Schaffhauser-/ Glattalstrasse.
--------------------	---

Abbildung Knoten  
Abbildung Knoten mit Darstellung  
Baulinien



Ist-Situation im Jahr 2012

<b>Lage und Umfeld</b>	<p>Der Knoten mit den Zufahrtsachsen Glattalstrasse, Schaffhauserstrasse Nord bzw. Süd liegt in Zürich Seebach (Stadtkreis 11). In unmittelbarer Nähe zum Knoten befindet sich die Tram- und Bushaltestelle Seebach. Der Knoten liegt am Stadtrand von Zürich. Autobahnzubringer: Glattalstrasse nach Autobahnanschluss Seebach</p> <p>Momentan hat es stadteinwärts auf der Glattalstrasse und der Schaffhauserstrasse Nord je eine Busspur. Für den Veloverkehr sind Velostreifen vorhanden, diese sind jedoch nicht überall durchgängig markiert.</p> <p>In der näheren Umgebung des Knotens befinden sich diverse Wohnblöcke, Restaurants und diverse Gewerbebetriebe.</p>	
<b>Planungsphase</b>	Phase 31 / 32 gemäss SIA	
<b>Projektbeteiligte</b>	Tiefbauamt der Stadt Zürich	
<b>Netzbezug und Netzfunktion</b>	Netzbezug	Ungesteuerter Einzelknoten
	Strassenfunktion / -kategorie	Strassen innerorts verkehrsorientiert. Temporegime „Generell T50“
	Übergeordnete Anforderungen	<i>(keine konkreten übergeordneten Anforderungen bekannt)</i>
<b>Sicherheit</b>	Spezielle Grundsätze	Keine Abweichungen zur Normgebung von regionalen oder städtischen Sicherheitsbedingungen

<b>Verkehrsmanagement</b>	Steuerungsstrategie  Störungsmanagement	Die Steuerung wird gemäss den allgemeinen Steuerungsgrundsätzen der Stadt Zürich durchgeführt. Diese sind in der Verfassung sowie den allgemeinen Grundsätzen im Stadtverkehr 2025 festgehalten.  (keine spez. Vorgaben hier bekannt)
<b>Grundlagen Verkehrsmittel</b>	ÖV	 <p>Übersicht ÖV-Linien</p> <p>Die Buslinie 742 hat einen Halbstundentakt, die Buslinien 75 und 768 verkehren alle 7.5'. Insgesamt befahren somit 36 Busse pro Spitzenstunde den Knoten.                  Von der VBZ werden unterschiedliche Standard- und Gelenkbusse eingesetzt.                  Die nächstgelegene Haltestelle ist die Tram- und Bushaltestelle Seebach, welche den Knoten jedoch nicht direkt tangiert.</p>
	MIV	Nähere Angaben sind den Projektunterlagen zu entnehmen [89]
	Fussverkehr	Nähere Angaben sind den Projektunterlagen zu entnehmen [89]
<b>Priorisierungsvorgaben je Verkehrsmittel</b>		Ziele gemäss Stadtverkehr 2025 [90]: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modalsplit von ÖV, Fuss- und Veloverkehr erhöhen</li> <li>• Angebot und Attraktivität des ÖV, Fuss- und Veloverkehrsverbessern</li> <li>• Kapazität für den MIV nicht erhöhen</li> <li>• 2000-Watt-Gesellschaft im Bereich Mobilität umsetzen</li> <li>• Bevölkerung vor den negativen Auswirkungen des Verkehrs schützen</li> <li>• Qualität des öffentlichen Raums steigern</li> </ul>
<b>Quellen</b>		[80], [89], [90], [98]

## II.3 Anwendungsbeispiel „Betriebsphase“: Kanton Luzern, Ebikon, Luzerner-/ Schachenweid-/ Kaspar- Koppstrasse

**Tab. 7 Anwendungsbeispiel „Betriebsphase“ Kanton Luzern, Ebikon, Luzerner-/ Schachenweid-/ Kaspar-Koppstrasse**

<b>Bezeichnung</b>		Ungesteuerter, vierarmiger Kreisels mit der Hauptverkehrsbeziehung Luzernerstrasse und den Nebenäste Schachenweid- / und Kaspar-Koppstrasse.
		
		Übersicht über den Knoten Schachenweid
<b>Lage und Umfeld</b>		<p>Der Knoten befindet sich in Ebikon an der Hauptstrasse Richtung Luzern.</p> <p>Beim Knoten Schachenweid handelt es sich ursprünglich um einen mit LSA gesteuerten vierarmigen Knoten. Er wird gemäss dem Bauprojekt „10385 Busbeschleunigung Richtung Luzern, Umgestaltung Strassenraum“ zu einem Kreisels mit Busbevorzugung in Richtung Luzern mit einer vorgeschalteten LSA. Es sind alle Verkehrsbeziehungen möglich.</p> <p>In unmittelbarer Nähe zum Knoten befindet sich die Bushaltestelle Falken.</p> <p>Um den Knoten hat es diverse Gewerbebetriebe wie Autogaragen, Autovermietungen oder Agenturen.</p>
<b>Planungsphase</b>		Phase 51, Realisierung LSA, Steuerung
<b>Projektbeteiligte</b>		Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement des Kantons Luzern Verkehr und Infrastruktur
<b>Netzbezug und Netzfunktion</b>	Netzbezug	Einzelknoten als Kreisels Dosierungsfunktion in Richtung Luzern. Vor dem Kreisels in Richtung Luzern befindet sich zwei Spuren, eine Bus-, Taxi-, Velospur und eine MIV-Spur. Die Bus-, Taxi-, Velospur wird beim Zusammenführen beider Spuren bevorzugt.
	Strassenfunktion / -kategorie	Strassen innerorts verkehrsorientiert. Temporegime „Generell T50“
	Übergeordnete Anforderungen	<i>(keine konkreten übergeordneten Anforderungen bekannt)</i>
<b>Sicherheit</b>	Spezielle Grundsätze	Keine Abweichungen zur Normgebung.
<b>Verkehrsmanagement</b>	Steuerungsstrategie	Die Steuerung wird gemäss den allgemeinen Steuerungsgrundsätzen des Kantons Luzern durchgeführt. Mittels einer aktiven Dosierung mit Staudetektoren ist eine

		Steuerung der Busschleuse mit minimaler Beeinträchtigung des Individualverkehrs möglich.
	Störungsmanagement	(keine spez. Vorgaben hier bekannt)
<b>Grundlagen Verkehrsmittel</b>	ÖV	Der Knoten wird von zwei Buslinien befahren. Die Linie 22 und 23 verkehren auf der Luzernerstrasse und queren den Knoten. Die Buslinien haben je einen 3' bis 7'-Takt. Insgesamt befahren somit maximal 26 Busse pro Spitzenstunde den Knoten. Vom Busbetreiber werden Gelenkbusse eingesetzt. Mittelfristig ist der Einsatz von Doppelgelenkrolleybussen geplant. Die nächste Bushaltestelle ist die Haltestelle Falken, welche direkt an den Knoten angrenzt.
	MIV	Beim Knoten sind alle zwölf möglichen Verkehrsbeziehungen befahrbar. Während der Abendspitzenstunde befahren rund 1'600 Fahrzeuge den Knoten.
	Fussverkehr	Am Kreisel Schachenweid befinden sich an drei Ästen mit Mittelinseln ausgerüstete Fussgängerstreifen. Zur Anzahl Fussgänger sind keine Angaben vorhanden.
	Veloverkehr	Auf der Luzernerstrasse bestehen in beide Richtungen Velostreifen resp. der Velofahrer wird auf der Busspur geführt. Die Velostreifen sind im Kreiselbereich unterbrochen. Zur Anzahl Velos sind keine Angaben vorhanden.
<b>Priorisierungsvorgaben je Verkehrsmittel</b>	ÖV	Der öffentliche Verkehr entlang der K17 wird gegenüber dem MIV in Richtung Luzern bevorzugt. Der Kreisel Schachenweid ist ansonsten nicht geregelt. Eine Zufahrtsdosierung von weiteren Ästen, die im Wesentlichen der Erschliessung der Quartiere dienen, ist bei Bedarf nachträglich realisierbar.
	MIV	Der MIV in Richtung Luzern wird vor dem Knoten dosiert. Die Dosierung richtet sich nach der Kapazität und der Staulänge des Knotens Schlossberg in der Stadt Luzern.
	Fussverkehr	Der Fussgänger kann ungeregelt und vortrittsberechtigt bei den Fussgängerstreifen die Strasse queren.
	Veloverkehr	Die Velofahrer sind durch die Dosierung des MIV kaum betroffen. Es gelten die Vortrittsregeln am Kreisel.
<b>Quellen</b>		[55], [57], [58], [59], [100]

## III Priorisierungsparameter

### III.1 Beschrieb Priorisierungsparameter

Im Folgenden werden die Priorisierungsparameter nach Lage, Umfeldnutzung, Netzbezug und Netzfunktion, MIV und Verkehrsmanagement, Speziellen Anforderungen sowie ÖV und Langsamverkehr, unterteilt nach Veloverkehr und Fussverkehr, hinsichtlich Ausprägung detailliert beschrieben. Einzelne Parameter werden in der Spalte ID-Nr. markiert, wenn es sich um Projektvorgaben handelt.

#### (1) Lage, Umfeld, Strecke

**Tab. 8 Parameter Lage, Umfeld, Strecke**

Überbegriff	ID-Nr.	Parameter	Beschreibung / [Ausprägung]
Lage bezüglich Siedlung	1	Makrosituation	Der Knoten befindet sich in der Stadt oder der Agglomeration [zentrale Lage / periphere Lage]
	2	Baulinien	Baulinien werden auf der Grundlage des Verkehrsrichtplanes festgesetzt. Sie sichern das Land für Bauten und Anlagen im öffentlichen Interesse wie Strassen, Wege, Plätze, Versorgungsleitungen etc. Sie sind ein wichtiges nutzungsplanerisches Instrument der Verkehrs- und Erschliessungsplanung. [Plan]
Räumliche Möglichkeiten	3	Strassenbreite [m]	Nutzbare Breite zwischen den Baulinien Nutzbare Breite der Verkehrsinfrastruktur (Strassen, Trottoir, Aufenthaltsfläche)
	4	Fahstreifenbreite [m]	Breite der Fahstreifen
	5	Vorhandene Aufstellmöglichkeiten	Angabe von Aufstellspuren und deren Länge
	6	Anzahl Zu- und Wegfahrten	Anzahl Zu und Wegfahrten je Knotenarm
	7	Mischverkehrsflächen	Angabe von Mischverkehrsflächen, d.h. gemeinsame Nutzung von Flächen z.B. Velo und Fussgängern
Haltestelle	8	Makro Standort	Der Makrostandort wird über die Lage im Knotenumfeld bestimmt. Angabe bzgl. vorhandener Haltestelle [vorhanden ja / nein]
Haltestellenart und Lage	9	Haltebucht	Ausprägung der Haltestelle [Haltebucht / Fahrbahnhaltestelle]
	10	Mikro Standort	Der Mikrostandort wird über die Lage vor oder nach Knoten bestimmt. Angabe bzgl. konkreter Lage im Strassennetz in Bezug auf den LSA gesteuerten Knoten [Lage vor / nach Knoten]
Verkehrsträger	11	Motorisierter Individualverkehr (MIV)	Angabe von vorhanden Verkehrsträgern [ja / nein]
	12	Lastwagenverkehr (LW, Ausnahmetransportroute)	Angabe von vorhanden Verkehrsträgern [ja / nein]
	13	Schienengebundener ÖV (Tram / Bahn)	Der schienengebundene ÖV bezeichnet den Tram- oder Bahnbetrieb der ÖV-Linie. Je nach Ausführung gelten spezielle Sicherheitsbestimmungen oder Vortrittsregelungen. Angabe von vorhanden Verkehrsträgern [ja / nein]

Verkehrsführung	14	Strassengebundener ÖV (Bus)	Der strassengebundene ÖV bezeichnet alle Linien, die mit Bussen oder Trolleybussen betrieben werden. Angabe von vorhandenen Verkehrsträgern [ja / nein]
	15	Fussgänger (FG)	Angabe von vorhandenen Verkehrsträgern [ja / nein]
	16	Velofahrer (Velo)	Angabe von vorhandenen Verkehrsträgern [ja / nein]
	17	Gliederung Verkehrsströme	Gliederung der Haupt- und Nebenströme, meist definiert bzgl. der Verkehrsmenge pro Strom und Richtung. [Haupt- / Nebenstrom / Richtung / Tageszeit]
	18	Anzahl MIV-Fahrspuren pro Richtung	Anzahl Fahrspuren pro Richtung und Knotenarm [Anzahl / Richtung]
	19	Anzahl MIV-Abbiegeströme	Anzahl Fahrspuren mit Angabe der Richtungen je Knotenarm, d.h. Angaben von separate Strömen pro Richtung oder gemischten Strömen und Richtungen [Anzahl / Richtung; separat / gemischt]
	20	ÖV-Führung - ÖV-Fahrbahninfrastrukturen	Angaben und Lage von vorhandenen ÖV-Fahrbahninfrastrukturen, z.B. Busschleusen [separat / gemischt]
	21	ÖV-Linien	Mit der Angabe der Anzahl Linien pro Richtung, kann dem Verkehrsstrom eine zusätzliche Bedeutung zu geordnet werden. Angabe zu Anzahl der ÖV-Linien pro Richtung und Frequenz [Anzahl pro Richtung und Frequenz]
	22	Umsteigebeziehungen ÖV - ÖV	Der Umsteigepunkt beschreibt einen Punkt, von welchem auf eine andere Linie umgestiegen werden kann. Angabe von vorhandenen Umsteigebeziehungen und den Abständen der Haltestellen in Bezug auf den LSA gesteuerten Knoten [ja / nein; Abstände und Lage der Haltestellen]
	23	Fussgänger Querungsart	Ist an einem Fussgängerübergang eine Mittelinsel vorhanden, dann kann die Fahrbahn in Etappen oder direkt gequert werden. Ohne Mittelinsel ist nur ein direktes Queren möglich. Angabe zur den vorhandenen Querungsarten [direkt / in Etappen]
	24	Fussgänger Querungen in Nähe von ÖV-Haltestellen	Ist eine Fussgängerquerung in der Nähe eine ÖV-Haltestelle sind möglicherweise spezielle LSA-Schaltungen notwendig. Angabe bzgl. Lage in Bezug auf den LSA gesteuerten Knoten und der entsprechenden ÖV-Haltestelle [ja / nein]
	25	FG-Beziehungen zu querenden Fahrspuren	Anzahl zu querende Fahrspuren je Knotenarm für die Fussgänger [Anzahl]
	26	Mischverkehrsformen	Beschreibung bzgl. vorhandener Mischverkehrsformen und deren Art [ja / nein; Art]
	27	Veloführung	Durch vorhandene Veloinfrastrukturen sind an den Knotensteuerungen spezielle Schutzzeiten einzuhalten. Angabe über die vorhandene Art der Veloführung [separat / gemischt]
28	Lage Velostreifen	Mit der Lage des Velostreifens sind spezielle Schutzzeiten einzuhalten. Angabe bzgl. der Lage des Velostreifens im Strassenraums [seitliche Lage / Mittellage]	

■ Projektvorgabe

**(2) Netzbezug und Netzfunktion****Tab. 9 Netzbezug und Netzfunktion**

Überbegriff	ID-Nr.	Parameter	Beschreibung
Lokaler Knoten	29	Einzelner, isolierter Knoten	Knoten an isolierter Lage und ohne mögliche Auswirkungen auf andere Knoten oder Netzbereiche [vorhanden ja / nein]
Knotenfolge / Netzbereich	30	Knoten an zentraler Lage	Knoten an zentraler Lage mit möglichen Auswirkungen auf andere Knoten oder Netzbereiche [vorhanden ja / nein; Auswirkungen auf Netzbereich]
	31	Koordinationsabschnitte	Der Koordinationsabschnitt bezeichnet einen Abschnitt auf welchem die Lichtsignalanlagen koordiniert gesteuert werden. Mit der Koordination werden die Grünzeiten von benachbarten lichtsignalgesteuerter Knoten zeitlich aufeinander abgestimmt. [vorhanden ja / nein; Definition Abschnitt]
Strassenfunktion	39	Strassenfunktion in Beziehung	Definition der Durchleitungs-, Verbindungs- und Erschliessungsfunktion der vorhandenen Verkehrsströme [Durchleitungs-, Verbindungs- und Erschliessungsfunktion]
	40	Schulwegeroute	Als Schulwegrouten werden Wege bezeichnet, die zu Fuss oder mit dem Velo von den Kindergärtnern und den Schulkindern täglich zu den Schulzeiten benutzt werden. [ja / nein; Lage]
	41	Veloverbindung	Hierbei handelt es sich um regionale und lokale Veloverbindungen die über den Knoten angeboten werden. Aufgrund des Angebots sind spezielle Sicherheitszuschläge an den Steuerungen einzuhalten. [ja / nein; Lage]
	42	Veloschnellrouten, nationale und kantonale Routen	Bei Veloschnellrouten bzw. Velobahnen handelt es sich um Routen auf denen der Alltagsveloverkehr sicherer, effizienter und mit einem hohen Fahrkomfort abgewickelt werden kann. Diese sind national und kantonale in der Richtplanung verankert. [ja / nein; Lage]
	43	Wunschlinien FG / Velo	Die wichtigen kleinräumigen Beziehungen für Fussgänger und Velofahrer bezeichnen die Beziehungen zwischen vorhanden Nutzungen, Zielen (Wunschlinien) [ja / nein; Lage]
Übergeordnete Anforderungen	44	Sekundärknoten im Nationalstrassennetz	Die Sekundärknoten inklusive Lichtsignalanlage gehören zum Nationalstrassenperimeter. Unter Sekundärknoten wird die Verknüpfung der Rampen eines Hochleistungsstrassen Anschlusses mit dem nachgeordneten Hauptverkehrsstrassen-Netz verstanden [25]. Aufgrund der Definition eines Sekundärknotens gelten spezielle Anforderungen, die in erster Priorität einzuhalten sind. [ja / nein; Berücksichtigung spezieller Vorgaben]
	45	Bahnübergang	Befindet sich im nahen Umfeld oder direkt im Knotenbereich ein Bahnübergang gelten spezielle Sicherheitsanforderungen an den Verkehrsfluss. [ja / nein; Berücksichtigung spezieller Vorgaben]

■ Projektvorgabe

**(3) Sicherheit****Tab. 10 Sicherheit**

Überbegriff	ID-Nr.	Parameter	Beschreibung
Grundlagen Grünzeit- bemessung	32	Minimale Grünzeiten	Die minimale Grünzeit entspricht der kleinsten Freigabezeit. [s]
	33	Schutzzeiten	Bei den Schutzzeiten handelt es sich um die minimalen Zwischenzeiten, die das sichere Räumen bei Grünende und das sichere Einfahren bei Grünbeginn gewährleisten. [s]
	34	Konfliktgrünschalungen	Teilweise werden Verkehrsströme gemeinsam geführt, die zu einander im Konflikt stehen, beispielsweise gemeinsame Grünschalung (bzw. mit Vorgrünschalung) für rechtsabbiegende Fahrzeuge mit querendem Fußgängerstreifen. [ja / nein]
Knoten- geometrie	35	Längsneigung	Anhand der Längsneigung wird das Gefälle oder die Steigung einer Strasse oder Fläche beschreiben. [%]
	36	Räum- und Einfahrweg	Der Räum- und Einfahrweg beschreibt den Weg eines räumenden Verkehrsstroms zwischen der Haltelinie und der Konfliktstelle mit einem einfahrenden Verkehrsstrom. [m]
	37	Abbiegeradien	Der Abbiegeradius bestimmt die Einfahr-, bzw. die Ausfahrgeschwindigkeit der Fahrzeuge. [°]
	38	Signalisierte Höchstgeschwindigkeit	Die Signalisierte Höchstgeschwindigkeit bestimmt die Geschwindigkeit der Knotenzufahrt, bzw. Knotenüberfahrt sowie -wegfahrt der Fahrzeuge. [km/h]
■ Projektvorgabe			

**(4) Steuerungsvorgaben****Tab. 11 Steuerungsvorgaben**

Überbegriff	ID-Nr.	Parameter	Beschreibung
Steuerungs- strategie	46	Allgemeine Grundsätze zur Steuerung	Vorgaben zu allgemeinen Steuerungsgrundsätzen [Beschreibung]
	47	Übergeordnete Festlegung Umlaufzeit und Phasenablauf	Übergeordnete Vorgaben zu Umlaufzeiten, bzw. Vorgaben zu Wartezeiten und zum Phasenablauf [Beschreibung Steuerung bzgl. Fest-/Teil-/ Vollverkehrsabhängigkeit]
	48	Knotenspezifische Festlegung Umlaufzeit und Phasenablauf (fest, teil- und vollverkehrsabhängig)	Angabe von speziellen Umlaufzeiten und Phasenabläufen aufgrund von lokalen, städtischen Vorgaben und Gegebenheiten. Aufgrund der Lage kann die Umlaufzeit aus einer Koordination vorgegeben werden. [Beschreibung]
	49	Art der Koordination	Die Koordination ist das zeitliche Abstimmen von Grünzeiten benachbarter lichtsignalgesteuerter Knoten. Zweck der Koordination ist das Optimieren der Strassennutzung. [welche Knoten werden koordiniert, mit / ohne ÖV-Koordination]
Störungs-	50	Spezielle regionale/ städtische Steuerungsgrundsätze	Trotz Fußgängerschutzinsel ist ein etappenweises Querung für Fußgänger nicht erwünscht (Auslöser Unfall) [Beschreibung]
	51	Stauraum im	Je nach Abstand zum nächsten Knoten kann

management	Siedlungsgebiet	bei Notwendigkeit Stauraum im Siedlungsgebiet ausgeschieden werden oder es wird speziell Raum ausgeschieden, wo Stau zu vermeiden ist. [m]
52	Stauraum bei kritischen Knoten	Stauraum kann nicht nur durch den Abstand zwischen zwei Knoten gegeben sein, sondern auch durch eine Knotenfolge, evtl. liegt eine übergeordnete Zielsetzung vor oder es ist nicht genügend Stauraum vorhanden. [m]
53	Zu berücksichtigende planbare ausserordentliche Ereignisse	Dies bezeichnet die spezielle Regelung von Lichtsignalanlage nach planbaren ausserordentlichen Ereignissen, z.B. Parkhaus Ausfahrt nach Konzert oder Fussballmatch [Beschreibung Ereignis und Berücksichtigung spezieller Vorgaben]
54	Zu berücksichtigende nicht planbare ausserordentliche Ereignisse	Dies bezeichnet die spezielle Regelung von Lichtsignalanlage nach unplanbaren ausserordentlichen Ereignissen, z.B. Unfall, Stauphasen auf Autobahnen mit Auswirkungen auf das umliegende Strassennetz. [Beschreibung Ereignis und Berücksichtigung spezieller Vorgaben]
55	Zu berücksichtigende Rettungsachsen	Rettungsachsen und die entsprechenden Notfallphasen werden für die Rettungsfahrzeuge definiert, so dass ein schnelles Vorankommen gewährleistet werden kann. [Beschreibung und Berücksichtigung spezieller Vorgaben]

■ Projektvorgabe

## (5) Verkehrsmittel: Öffentlicher Verkehr

**Tab. 12 Verkehrsmittel – Öffentlicher Verkehr**

Überbegriff	ID-Nr.	Parameter	Beschreibung
Besondere Grünzeiten ÖV	56	Grünzeitenverlängerung	Die für den öffentlichen Verkehr freundliche Grünzeit kann verlängert, bzw. vorgezogen oder in den Grundablauf eingeschoben werden (Nachlauf / Vorlauf / Zwischenphase). [Art der Verlängerung]
	57	Priorisierung nach Fahrplanlage	Die Fahrzeuge mit definierterer Bevorzugung (z.B. Verspätung), werden entsprechend privilegiert an der Lichtsignalanlage. [Art der Priorisierung]
	58	Linienspezifische Priorisierung	Die Fahrzeuge mit definierterer Bevorzugung (z.B. Lastrichtung in der Abendspitzenstunde, Wichtigkeit der ÖV-Linie), werden entsprechend privilegiert an der Lichtsignalanlage. [Art der Priorisierung]
Wartezeiten ÖV	59	ÖV auf Anmeldung	Das Fahrzeug des ÖV meldet sich linienspezifisch, rechtzeitig bei der Steuerung der Lichtsignalanlage an, auf dessen Knoten es zufährt. [ja / nein]
	60	ÖV Meldepunkte	Mit den Meldepunkten und deren Lage wird definiert, ob und wann ein ÖV-Fahrzeug von der LSA erkannt wird. Die Meldepunkte werden je nach Lichtsignalanlage und möglicher Verkehrssituation (z.B. Wegbestimmt) eingesetzt. [Lage / Art]

■ Projektvorgabe

**(6) Verkehrsmittel: Motorisierter Individualverkehr****Tab. 13 Verkehrsmittel – Motorisierten Individualverkehr**

Überbegriff	ID-Nr.	Parameter	Beschreibung
Besondere Grünzeiten MIV	61	Strombezogene Priorisierung	Aufgrund des definierten Verkehrsstroms kann ein MIV-Strom bevorzugt werden. Hauptverkehrsrichtungen werden meist priorisiert. [Art der Verlängerung bzgl. Last-/Hauptverkehrsrichtung / Tageszeit]
	62	Mengenbezogene Priorisierung	Aufgrund der zu verarbeitenden Verkehrsmengen kann ein MIV-Strom bevorzugt werden. [Art der Priorisierung bzgl. minimaler Verkehrsmenge / LOS]
	63	MIV auf Anmeldung	Ein Fahrzeug meldet sich pro Strom bei der Steuerung der Lichtsignalanlage an, auf dessen Knoten es zufährt. Ist bei verkehrabhängigen Steuerungen relevant, beispielsweise bei Fahrzeug auf wenig befahrenen Nebenästen oder zu Randzeiten. [ja / nein]
Wartezeiten MIV	586	MIV Meldepunkte	Mit den Meldepunkten und deren Lage wird definiert, ob und wann ein Fahrzeug von der LSA erkannt wird. Die Meldepunkte werden je nach Lichtsignalanlage und möglicher Verkehrssituation (z.B. Wegbestimmt) eingesetzt. [Lage / Art]
	4		

■ Projektvorgabe

**(7) Verkehrsmittel: Fussverkehr****Tab. 14 Verkehrsmittel – Fussverkehr**

Überbegriff	ID-Nr.	Parameter	Beschreibung
Besondere Grünzeiten Fussgänger	61	Längere Grünzeiten	Die Grünzeit kann auf die Umfeldnutzung entsprechend angepasst werden. Auf Schulwegrouten zu Schulanfangs- oder -endzeiten oder in der Nähe von Altersheimen, etc. [Art der Verlängerung und Auslöser]
	62	Vorlaufgrün	Bei Konfliktschaltungen wird darauf geachtet, dass Fussgänger bereits Grün erhalten, bevor der Verkehrsstrom Grün erhält. [ja / nein]
	63	Rundumgrün	Bei Rundumgrün erhalten alle Fussgängerquerungen an einem Knoten grün. [ja / nein]
Wartezeiten Fussgänger	64	Fussgänger auf Anmeldung	Mit der Anmeldung des FG an der LSA kann bei Bedarf eine Fussgängerphase geschaltet werden. Evtl. kann auch ein ÖV Anmeldung in Kombination mit einer Haltestelle die FG-Phase schalten. [ja / nein]

■ Projektvorgabe

**(8) Verkehrsmittel: Veloverkehr****Tab. 15 Verkehrsmittel – Veloverkehr**

Überbegriff	ID-Nr.	Parameter	Beschreibung
Besondere Grünzeiten Velo	68	Längere Grünzeiten	Die Grünzeit kann auf die Umfeldnutzung entsprechend angepasst werden. [Art der Verlängerung und Auslöser]
	69	Vorlaufgrün	Bei vorgelagerten Velo-Aufstellmöglichkeiten an der LSA, wird den Velofahrenden vorgängig Grün geschaltet, damit diese sicher losfahren können. [ja / nein]
Wartezeiten Velo	70	Velofahrer auf Anmeldung	Mit dem Meldepunkt und dessen Lage wird definiert, ob und wann ein Velo von der LSA erkannt wird. Der Meldepunkt wird je nach Lichtsignalanlage und möglicher Verkehrssituation (z.B. Wegbestimmt) eingesetzt. [ja / nein]

■ Projektvorgabe



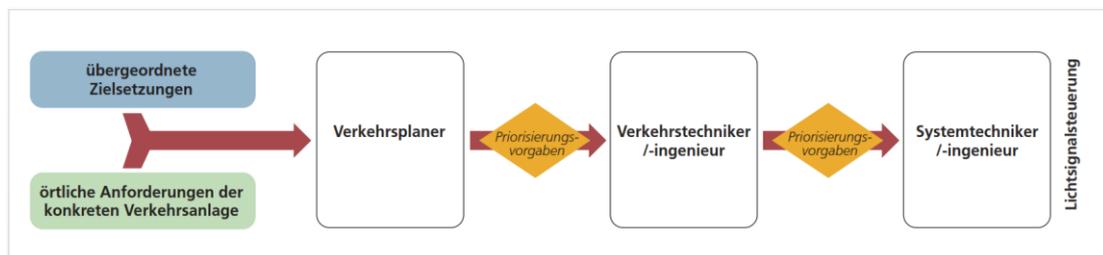
## IV Entwurf Merkblatt

Die Steuerung eines Knotens über eine Lichtsignalanlage (LSA) ermöglicht, ausgewählte und differenziert erfassbare Verkehrsströme intra- und intermodal gezielt zu priorisieren. Aufgrund der komplexen Zusammenhänge zwischen übergeordneten verkehrsstrategischen Anforderungen bis zu steuerungstechnischen Vorgaben und örtlichen Randbedingungen handelt es sich dabei um eine vielschichtige und interdisziplinäre Aufgabe.

### Absicht und Anwendungsbereich

Das vorliegende Merkblatt dient dazu die Gestaltungsspielräume beim Entwurf eines Knotens systematisch für die Umsetzung von Priorisierungsvorgaben zu nutzen. Zentrales Instrument ist dabei die umfassende *Parameterliste*. Das Merkblatt soll dabei helfen, sich zwischen der strategischen Planungsebene, der infrastrukturellen Projektierung und der Ebene der betrieblichen Steuerungsoptimierung zielführend zu bewegen. Das Merkblatt dient dabei als Organisations- und Vorgehenshilfe.

In allen Projektentwicklungsphasen eines lichtsignalgesteuerten Knotens, von den ersten Konzept-überlegungen bis hin zum Betrieb der Anlage, sollen die projektspezifischen Festlegungen der Parameter dokumentiert werden. Dies erfolgt im *Projektdatenblatt*, das die Struktur der Parameterliste übernimmt. Es bietet eine Übersicht und dient der Nachvollziehbarkeit der Festlegungen.



**Abb. 7 Der Prozess bei der Erstellung der Lichtsignalsteuerung ist ein Zusammenspiel von Verkehrsplaner, Verkehrstechniker/ -ingenieur und Systemtechniker/ -ingenieur.**

Die Priorisierungsvorgaben ergeben sich aus den übergeordneten Zielsetzungen und örtlichen Anforderungen der konkreten Verkehrsanlage. Die Projektvorgaben werden je nach Projektstufe entsprechend konkretisiert.

Der Anwendungsbereich umfasst insbesondere die Verkehrsbeeinflussung an HVS-Knoten, Knoten im nachgeordneten Netz sowie an den ersten untergeordneten Knoten der HLS resp. der Nationalstrassen, nicht aber die Verkehrsbeeinflussung auf HLS-Strecken.

### Grundlagen

Basis für dieses Merkblatt und das Projektdatenblatt bildet der Forschungsbericht „Methodik zum Umgang mit Priorisierungsvorgaben für die Verkehrssteuerung auf HVS“<sup>1</sup>. Aus diesem Bericht kann die *Parameterliste* resp. das *Projektdatenblatt* entnommen werden

*Parameterliste*: strukturierte Liste der Parameter, welche das Umsetzen von Priorisierungsvorgaben ermöglichen (siehe Anhang 2)

<sup>1</sup> Bundesamt für Strassen: Forschungsauftrag auf Antrag der SVI 2011/004: Methodik zum Umgang mit Priorisierungsvorgaben für die Verkehrssteuerung auf HVS. 2015, Forschungsbericht Nr. 1xxx

*Projektdatenblatt:* Das Projektdatenblatt dient als Excel-Datei zur Dokumentation aller relevanten Grundlagen und Festlegungen von Priorisierungsparametern.

Für das Erfassen von Priorisierungen sind insbesondere die ortsspezifisch gültigen Grundlagen zu berücksichtigen:

- Nationale Gesetze, Strategien, Fachkonzepte; Verordnungen und Handlungsgrundsätze
- Kantonale Gesetzesgrundlagen, Verkehrsstrategische Vorgaben und Handlungsgrundsätze
- Kommunale Gesetze, Mobilitätstrategien, Fachkonzepte und Erlasse

Zusätzlich liefern zahlreiche Normen, Standards und Richtlinien zur Strassenprojektierung, zur Signalsteuerung und zum Verkehrsmanagement die Grundlage für die Projektgestaltung und die Erarbeitung von Signalsteuerungen. Eine Liste der wichtigsten Grundlagen befindet sich im Anhang des Merkblatts, ein erweitertes Literaturverzeichnis ist im Anhang des Forschungsberichts verfügbar.

### Organisatorische Vorbereitungsaufgaben

Bestmögliche Voraussetzungen für eine zielgerichtete Umsetzung von Priorisierungsvorgaben ergeben sich durch folgendes Vorgehen:

- (1) *Projektorganisation:* sollte interdisziplinär und langfristig, möglichst über alle Projektentwicklungsphasen hinweg, ausgerichtet sein. Das gute Zusammenspiel zwischen Verkehrsplaner, Infrastrukturentwickler, Verkehrsingenieur und Systemtechniker ist notwendig, um ein optimales Resultat zu erzielen.
- (2) *Aufgabenanalyse:* Projektentwicklungsphase klarstellen. Der Gestaltungsspielraum für die Umsetzung der Priorisierung ist in den SIA-Phasen 21, 31 und 32 am grössten
- (3) *Klären des Projektperimeters,* bzw. sicherstellen, dass diesbezüglich noch Spielraum besteht
- (4) *Betrachtungs- bzw. Beeinflussungssperimeter* weit genug fassen, im Hinblick auf allfälligen Änderungsbedarf beim Verkehrsregime, bei der Pfortnerung und der Verkehrslenkung im erweiterten Gebiet ausserhalb des Projektperimeters
- (5) *Beteiligte Akteure* identifizieren und Partizipation in der Ablaufplanung sicherstellen. Insbesondere bei gesättigten Netzen und entsprechenden Interessenkonflikten sind bei der Gestaltung der Knoten die Betroffenen in geeigneten Partizipationsprozessen einzubeziehen
- (6) Allenfalls ist bei allen Beteiligten *Verständnis zu schaffen:*
  - (a) für die Grenzen der Leistungsfähigkeit kritischer Knoten und die sicherheitstechnischen Anforderungen der Steuerungen
  - (b) dafür, dass mit der Geometrie der Knoten der Gestaltungsspielraum für die Umsetzung der Priorisierungsvorgaben geschaffen werden kann resp. muss

### Iterative Arbeitsschritte konsequent pflegen

*Iterative Arbeitsschritte* gemäss Abbildung 2 (vgl. dazu auch die Hinweise im nachstehender Abschnitt: Dokumentation der Festlegung von Priorisierungsparametern im Projektdatenblatt):

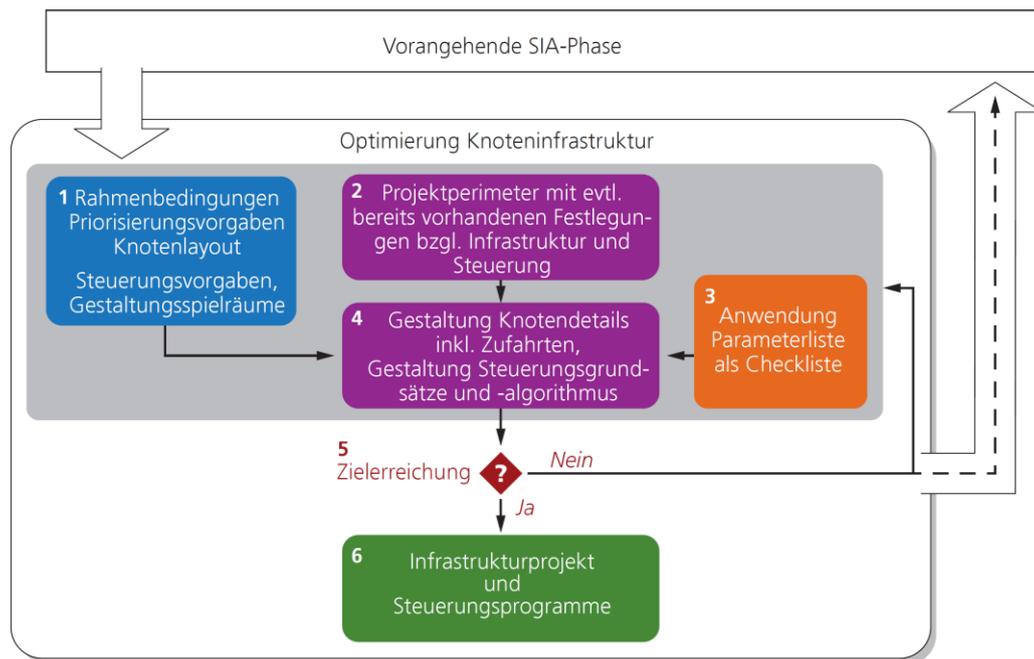
**Schritt 1:** Zu Beginn sind die **Vorgaben** vollständig zusammenzutragen und zu dokumentieren, sowie hinsichtlich der Priorisierungsaufgabe zu beurteilen; die relevanten Nachfragegruppen (Verkehrsteilnehmersegmente, resp. einzelne Verkehrsströme, welche in den verschiedenen Signalphasen mit allenfalls unterschiedlichen Prioritäten zu

berücksichtigen sind) sind zu definieren. Die Vorgaben werden im Projektdatenblatt festgehalten.

**Schritt 2:** Die geometrischen und konzeptionellen **Planungsgrundlagen** werden ebenfalls im Projektdatenblatt erfasst. Dazu gehören der Projektperimeter, die Lage im Strassennetz (Netzkontext), gegebenenfalls die vorhandene Steuerungsinfrastruktur, und auch die Lage bezüglich des Siedlungsgebiets (Siedlungskontext mit der Art der anliegenden Gebäudenutzungen und Nutzungsansprüche an den öffentlichen Raum).

**Schritt 3:** Anwendung der **Parameterliste** gemäss der entsprechenden Projektentwicklungsstufe als Checkliste.

**Schritt 4:** Die konkreten **Aufgaben** der Priorisierung und/oder des Verkehrsmanagements sind zu lösen. Die Priorisierung ist der Aufgabenstellung entsprechend zu optimieren. Projektspezifische Festlegungen von einzelnen Parametern des Knotens, bzw. der Knotenfolge, werden im Projektdatenblatt protokolliert.



**Abb. 8 Vorgehen in iterativen Arbeitsschritten im Rahmen der Projektentwicklung, mit betrieblicher Optimierung einer Knotensteuerung, zur Umsetzung von Priorisierungsvorgaben.**

Der gestrichelt eingezeichnete Weg zurück in die vorgelagerte Projektphase ist in der Praxis für die Zielerreichung oft hilfreich. Für die Arbeitsschritte 1 bis 6 vergleiche Beschrieb im Text.

**Schritt 5:** Am Ende jedes Gestaltungs- bzw. Iterationsschrittes ist die **Zielerreichung** zu prüfen:

- verkehrstechnische Sicherheit für alle Verkehrsteilnehmenden
- Erfüllung der geforderten Priorisierungsvorgaben
- Leistungsfähigkeit des Knotens, bzw. des Gesamtsystems

Werden die Bedingungen erfüllt so kann das Projekt als definiert betrachtet und können die Parameterfestlegungen als definitiv festgelegt werden (siehe Schritt 6).

Werden die Bedingungen nicht zufriedenstellend erfüllt, so ist eine weitere Iteration zu Schritt 3 angezeigt. Die Eintragungen im Projektdatenblatt sind wenn notwendig anzupassen.

Sollten die Iterationsschritte innerhalb des im jeweiligen Projektentwicklungsschritt gegebenen Spielraums (über Ziffer 3) nicht zu einem befriedigenden Ergebnis führen, so ist ein erweiterter Iterationsschritt mit Bearbeitung auf der vorangehenden Projektentwicklungsstufe anzugehen (siehe gestrichelten Weg in Abb. 2)

**Schritt 6:** Die Ergebnisse werden abschliessend dokumentiert (vgl. nachfolgender Abschnitt).

### **Dokumentation der Festlegungen von Priorisierungsparametern im Projektdatenblatt**

Das Projektdatenblatt dient zur Dokumentation aller relevanten Grundlagen und Festlegungen. Die Nachführung liegt in der Verantwortung des Projektleiters. Die folgenden Inhalte sind relevant und werden nachgeführt:

- Projektbeteiligte und Projektorganisation.
- Projektperimeter sowie Betrachtungsperimeter
- Grundlagen mit relevantem Bezug zu Priorisierungsvorgaben
- Erfassen der projektspezifischen Priorisierungsvorgaben
- Festlegungen zu den Projektparametern, sowie Veränderungen von festgelegten Projektparametern infolge von Iterationsschritten, mit Datum und Begründung, insbesondere bei Interessen-abwägungen
- Projektanpassungen infolge einer Mitwirkung oder der öffentlichen Projektauflage
- Visum Projektleiter nach Abschluss SIA Phase, bzw. bei Übergabe in nächste Bearbeitungsschritte oder Projektleiterwechsel
- klären, ob zusätzliche Unterschriften sinnvoll oder notwendig sind

Bei Bedarf können weitere Projektdokumente dem Projektdatenblatt beigelegt werden (bspw. Pläne).

Ziel der laufenden Nachführung des Projektdatenblattes ist eine vollständige Nachvollziehbarkeit.

### **Anhänge:**

- (1) Grundlagen- und Literaturverzeichnis
- (2) Parameterliste (siehe Forschungsbericht Kapitel 4.5.3)

### **Beilage:**

- (3) Projektdatenblatt (siehe Kapitel 4.5.4)

## Anhang 1: Grundlagen und Literaturverzeichnis

In erster Linie sind für die Wahrnehmung von Priorisierungsvorgaben, je nach Lage des Projektes, unterschiedliche ortsspezifisch gültige Grundlagen zu berücksichtigen:

- Nationale Gesetze, Strategien und Fachkonzepte; Verordnungen, Richtlinien
- Kantonale Gesetzesgrundlagen, Verkehrsstrategische Vorgaben
- Kommunale Gesetze, Fachkonzepte und Erlasse

Zusätzlich sind für die technische Bearbeitung in der Projektentwicklung insbesondere folgende SN zu beachten (es ist die jeweils gültige Version zu beachten):

- [1] SN 640 023a Leitungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Knoten mit Lichtsignalanlagen, VSS
- [2] SN 640 781 Verkehrsmanagement, VSS
- [3] SN 640 834 Lichtsignalanlagen; Phasentrennung, VSS
- [4] SN 640 835 Lichtsignalanlagen; Abschätzung der Leistungsfähigkeit, VSS
- [5] SN 640 837 Lichtsignalanlagen; Übergangszeiten und Mindestzeiten, VSS
- [6] SN 640 838 Lichtsignalanlagen; Zwischenzeiten, VSS
- [7] SN 640 839 Lichtsignalanlagen; Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs an Lichtsignalanlagen, VSS
- [8] SN 640 840 Lichtsignalanlagen; Koordination in Strassenzügen mit der Methode der Teilpunkt-reserven, VSS
- [9] Forschungsgesellschaft für das Strassen- und Verkehrswesen (FGSV), Hinweise zur Strategie-entwicklung im dynamischen Verkehrsmanagement, FGSV Verlag GmbH, 2003
- [10] Forschungsgesellschaft für das Strassen- und Verkehrswesen (FGSV), Richtlinien für Lichtsignalanlagen RiLSA, FGSV Verlag GmbH, 2010
- [11] Forschungsgesellschaft für das Strassen- und Verkehrswesen (FGSV), Hinweise zum Qualitäts-management an Lichtsignalanlagen; H QML, FGSV Verlag GmbH, 2014
- [12] Technische Anforderungen LSA-NS, Mindestausrüstungen und Steuerungsprinzipien von LSA an Sekundärknoten im NS-Netz, ASTRA, 20. März 2014
- [13] Bundesamt für Strassen: Forschungsauftrag auf Antrag der SVI 2011/004: Herleitung von Priorisierungsvorgaben für die Verkehrssteuerung. 2015, Forschungsbericht Nr. 1xxx; mit Anhängen (Parameterlisten)

Nebst Schweizer Normen (SN) liegen seitens des Bundesamts für Strassen ASTRA technische Anforderungen an die Mindestausrüstungen und Steuerungsprinzipien von LSA an Sekundärknoten im Nationalstrassennetz vor. Zudem sind auch verschiedene Richtlinien der deutschen Forschungsgesellschaft für das Strassen- und Verkehrswesen (FGSV) hilfreich. Sie geben Hinweise oder Vorgaben für die Projektierung der Knoten, die Programmierung und für den Betrieb der Lichtsignalsteuerung.



## Abkürzungen und Glossar

<i>AS</i>	Arbeitsschritte
<i>ASTRA</i>	Bundesamt für Strassen
<i>BGS</i>	Betriebs- und Gestaltungsstudie
<i>BSA</i>	Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen
<i>BK</i>	Begleitkommission
<i>BK</i>	Betriebskonzept (verkehrliches) ; siehe bspw. BGS, GBK ; VM-Konzept. Definition: Strassenabschnitt- oder strassennetzspezifisches betriebliches Verkehrsmanagement-Konzept; im Speziellen: - Betriebs- und Gestaltungsstudie (BGS) - Gestaltungs- und Betriebskonzept (GBK)
<i>BZ</i>	Betriebszustand
<i>CEN</i>	Europäisches Komitee für Normung
<i>FH BSA</i>	Fachhandbuch Betriebs- und Sicherheitsausrüstung
<i>FG</i>	Fussgänger
<i>FGSV</i>	Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen
<i>BGK</i>	Betriebs- und Gestaltungskonzept
<i>HBS</i>	Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen
<i>HLS</i>	Hochleistungsstrasse
<i>HVS</i>	Hauptverkehrsstrassen
<i>IEEE</i>	Institute of Electrical and Electronics Engineers (professional association with its corporate office in New York City and its operations center in Piscataway, New Jersey; formed in 1963)
<i>KLZ</i>	Kantonale Leitzentrale
<i>LF</i>	Leistungsfähigkeit
<i>LOS</i>	Level of Service
<i>LSA</i>	Lichtsignalanlage
<i>LSA-NS</i>	Lichtsignalanlage Nationalstrassen
<i>LV</i>	Langsamverkehr
<i>MIV</i>	Motorisierter Individualverkehr
<i>NFA</i>	Neugestaltung des Finanzausgleichs und der Aufgabenteilung zwischen Bund und Kantonen
<i>ÖV</i>	öffentlicher Verkehr
<i>RDS-TMC</i>	Radio Data System – Traffic Message Channel
<i>RiLSA</i>	Richtlinien für Lichtsignalanlagen
<i>RLZ</i>	Regionale Leitzentrale
<i>SIA</i>	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
<i>SN</i>	Schweizer Norm
<i>SSV</i>	Signalisationsverordnung
<i>UVEK</i>	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
<i>VIAP</i>	Verkehringenieurarbeitsplatz : Am Verkehringenieurarbeitsplatz (VIAP) kann der Verkehringenieur mit dem entsprechenden Planungswerkzeug und der entsprechenden Software Steuerungen für Lichtsignalanlagen projektieren, testen und qualitätsgesichert versorgen
<i>VM</i>	Verkehrsmanagement

---

<i>VM-CH</i>	Verkehrsmanagement in der Schweiz
<i>VMP</i>	Verkehrsmanagementplan
<i>VSS</i>	Schweizerischer Vereinigung der Strassen- und Verkehrsfachleute

---

# Literaturverzeichnis

## Bundesgesetze

- |     |   |
|-----|---|
| [1] | Strassenverkehrsgesetz vom 19. Dezember 1958 (SVG), (Stand 1. Juli 2014) 741.01 |
|-----|---|

## Verordnungen

- |     |   |
|-----|---|
| [2] | Signalisationsverordnung vom 5. September 1979 (SSV) (Stand am 1. Januar 2016) 741.21 |
| [3] | Verkehrsregelverordnung vom 13. November 1962 (VRV) (Stand am 3. Februar 2016) 741.11 |

## Bundesbeschlüsse

--	--

## Weisungen des ASTRA

--	--

## Normen

- |      |   |
|------|---|
| [4]  | Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA (2001), « <b>Leistungsmodell</b> », <i>Norm SIA 112</i> .  |
| [5]  | Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1998), « <b>Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit – Grundlagennorm</b> », <i>SN 640 017a</i> .               |
| [6]  | Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1999), « <b>Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit Knoten ohne Lichtsignalanlagen</b> », <i>SN 640 022</i> .  |
| [7]  | Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2008), « <b>Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit Knoten mit Lichtsignalanlagen</b> », <i>SN 640 023a</i> .  |
| [8]  | Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1992), « <b>Projektierung, Grundlagen Strassentypen</b> », <i>SN 640 040b</i> .  |
| [9]  | Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1998), « <b>Knoten – Grundlagennorm</b> », <i>SN 640 250</i> .   |
| [10] | Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1997), « <b>Knoten ; Knotenelemente</b> », <i>SN 640 251</i> .   |
| [11] | Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1999), « <b>Knoten : Knoten in einer Ebene (ohne Kreisverkehr)</b> », <i>SN 640 262</i> .                                  |
| [12] | Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2006), « <b>Verkehrsmanagement Begriffssystematik</b> », <i>SN 640 781</i> .   |
| [13] | Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2005), « <b>Verkehrsbeeinflussung auf Autobahnen und Autostrassen. Rampenbewirtschaftung</b> », <i>SN 640 807</i> .        |
| [14] | Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1992), « <b>Lichtsignalanlagen Kopfnorm</b> », <i>SN 640 832</i> .   |
| [15] | Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1996), « <b>Lichtsignalanlagen Nutzen</b> », <i>SN 640 833</i> .   |
| [16] | Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1996), « <b>Lichtsignalanlagen Phasentrennung</b> », <i>SN 640 834</i> .   |
| [17] | Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1997), « <b>Lichtsignalanlagen Abschätzung der Leistungsfähigkeit</b> », <i>SN 640 835</i> .                               |
| [18] | Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1992), « <b>Lichtsignalanlagen Übergangszeiten und Mindestzeiten</b> », <i>SN 640 837</i> .                                |
| [19] | Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1992), « <b>Lichtsignalanlagen Zwischenzeiten</b> », <i>SN 640 838</i> .   |
| [20] | Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2003), « <b>Lichtsignalanlagen Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs an Lichtsignalanlagen</b> », <i>SN 640 839</i> . |
| [21] | Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2003), « <b>Lichtsignalanlagen</b> ».  |

	<b>Koordination in Strassenzügen mit der Methode der Teilpunktreserven</b> », <i>SN 640 840</i> .
[22]	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2001), « <b>Höhengleiche Kreuzung Schiene - Strasse Signalisation und Betrieb</b> », <i>SN 671 510</i> .

#### Fachhandbuch des ASTRA

[23]	Bundesamt für Strassen ASTRA (2012), « <b>Fachhandbuch Betriebs- und Sicherheitsausrüstung (FHB BSA)</b> », Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bern
------	---

#### Dokumentation

[24]	D. Alrutz et al. (2012), « <b>Verbesserung der Bedingungen für Fussgänger an Lichtsignalanlagen</b> », Planungsgemeinschaft Verkehr GbR, Hannover.
[25]	Bundesamt für Strassen ASTRA (2007), « <b>Glossar Verkehrsmanagement Schweiz</b> », Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bern.
[26]	Bundesamt für Strassen ASTRA (2008), « <b>Verkehrsmanagement in der Schweiz (VM-CH)</b> », Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bern.
[27]	Bundesamt für Strassen ASTRA (2014), « <b>Technische Anforderungen LSA-NS</b> », Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bern.
[28]	W. Berg (2004), « <b>Verkehrsdosierungsanlagen : Strategien und Dimensionierungsgrundsätze</b> », Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bern.
[29]	M. Boltze (1988), « <b>Optimierung von Umlaufzeiten in der Lichtsignalsteuerung für Strassennetze</b> », Dissertation, Technische Hochschule Darmstadt, Darmstadt.
[30]	M. Boltze (2005), « <b>Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen: Sicherheitsüberprüfung vorhandener Lichtsignalanlagen und Anpassung der Steuerung an die heutige Verkehrssituation</b> », Schriftenreihe der Bundesanstalt für Strassenwesen, Heft V 128.
[31]	M. Boltze (2006), « <b>Analyse und Bewertung neuer Forschungserkenntnisse zur Lichtsignalsteuerung</b> », Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen, Heft V 149, November.
[32]	W. Brilon, S. Hohmann und S. Giuliani (2013) « <b>Potential adaptiver Steuerungen</b> », Strassenverkehrstechnik, September, pp. 557-565.
[33]	W. Brilon, T. Wietholt und N. Wu (2007), « <b>Kriterien für die Einsatzbereiche von Grünen Wellen und verkehrsabhängigen Steuerungen : Abgrenzung von Einsatzbereichen von Grünen Wellen einerseits und verkehrsabhängiger Steuerung andererseits sowie Ableitung der zweckmässigen Einsatzkriterien</b> », Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen, Reihe V: Verkehrstechnik.
[34]	Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-Stadt (2013), « <b>LSA-Richtlinien 2013</b> », , Mobilität, Basel.
[35]	DAV Zürich (2012), « <b>Das Zürcher Modell</b> », Dienstabteilung Verkehr Stadt Zürich, Zürich.
[36]	DAV Zürich (2013), « <b>Die adaptive Verkehrsnetzsteuerung</b> », Dienstabteilung Verkehr Stadt Zürich, Zürich.
[37]	V. Diegmann (2014), « <b>Einsatz von Verkehrsmanagement zur Verbesserung der Umweltsituation</b> », FGSV 002/106
[38]	K. Dietrich, M. C. Rotach und E. Boppart (1986), « <b>Strassenprojektierung</b> », Institut für Verkehrsplanung und Transporttechnik, ETH Zürich, Zürich.
[39]	Stadt Zürich « <b>Konzept Verkehrsmanagement. Arbeitsgruppe Integriertes Verkehrsmanagement</b> », Stand 21.12.2015
[40]	K. Everts und M. Richter (1988) « <b>Untersuchung und Wertung von Zielkonflikten bei der Lichtsignalsteuerung</b> », FGSV Verlag GmbH, Köln.
[41]	EWP AG (2014), « <b>LSA-Strategie Basel Stadt</b> », Amt für Mobilität, Verkehrssteuerung, Basel-Stadt.
[42]	M. F. Felda, G. Brugnoli und S. Grahl (2010) « <b>Verkehrsregelungssysteme - Behinderte und ältere Menschen an Lichtsignalanlagen</b> », Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute, Zürich.
[43]	FGSV (2003), « <b>Hinweise zur Strategieentwicklung im dynamischen Verkehrsmanagement</b> », FGSV Verlag GmbH, Köln.
[44]	FGSV (2009), « <b>HBS Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen</b> », FGSV Verlag GmbH, Köln.
[45]	FGSV (2010), « <b>Richtlinien für Lichtsignalanlagen RILSA</b> », FGSV Verlag GmbH, Köln.

[46]	FGSV (2011), « <b>Hinweise zur Strategieanwendung im dynamischen Verkehrsmanagement</b> », FGSV Verlag GmbH, Köln.
[47]	B. Friedrich und C. Priemer (2008), « <b>Auswirkungen von Überlastungen an Einzelanlagen des Strassenverkehrs auf die Verbindungsqualität in Strassennetzen</b> », Wirtschaftsverlag N. W. Verlag für neue Wissenschaft, Hannover.
[48]	M. Friedrich (2009), « <b>Modellbasierte LSA-Netzsteuerungsverfahren</b> », CD-ROM, Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft, Berlin.
[49]	S. Grahl, R. Huber und L. Raymann (2012), « <b>Dynamische Signalisierungen auf Hauptverkehrsstrassen</b> », Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bern.
[50]	S. Grahl und H. Jentsch (2012), « <b>Strategieanwendung im dynamischen Verkehrsmanagement - Grundlagen und Erfahrung</b> », Strassenverkehrstechnik, März, pp. 137-144.
[51]	S. Gubernić, G. Šenborn und B. Lazić (2008), « <b>Optimal traffic control: Urban intersections</b> », CRC Press, Boca Raton.
[52]	F. Harder et al. (2012), « <b>Möglichkeiten und Grenzen von elektronischen Busspuren</b> », s.l.:s.n.
[53]	Kanton Basel Stadt (2014), « <b>LSA-Richtlinien 2014</b> », Bau- und Verkehrsdepartement Kanton Basel, Basel.
[54]	Kanton Basel Stadt (2015), « <b>Verfassung des Kantons Basel-Stadt</b> », Kanton Basel-Stadt, Basel.
[55]	Kanton Luzern (2008), « <b>Verfassung des Kantons Luzern</b> », Kanton Luzern, Luzern.
[56]	Kanton Luzern (2009), « <b>Verkehrsmanagement Agglomeration Luzern (VM-LU)</b> », Kanton Luzern, Luzern.
[57]	Kanton Luzern (2012), « <b>Verkehrstechnische Einrichtungen, Prüfung Leistungsfähigkeit</b> », Verkehr und Infrastruktur (vif), Kriens
[58]	Kanton Luzern (2013), « <b>Umgestaltung Strassenraum mit Busbeschleunigung Richtung Luzern, Kreisel Schachenweid und Lärmschutzwand Innerschachen, Markierung und Signalisation, Situation 1:500</b> », Genehmigungsprojekt Mai 2013, Verkehr und Infrastruktur (vif), Kriens
[59]	Kanton Luzern (2015), « <b>Verkehrstechnische Einrichtungen, Busbevorzugung Kreisel Schachenweid</b> », Verkehr und Infrastruktur (vif), Kriens.
[60]	Kanton St. Gallen (2009), « <b>Verfassung des Kantons St. Gallen</b> », Kanton St. Gallen, St. Gallen.
[61]	Kanton Zürich (2001), « <b>Integriertes Verkehrsmanagement (IVM) Kanton Zürich</b> », Direktion für Soziales und Sicherheit Kanton Zürich, Zürich.
[62]	Verfassung Kanton Zürich (2006), « <b>Verfassung des Kantons Zürich</b> », Kanton Zürich, Zürich.
[63]	Kanton Zürich (2015), « <b>Wegleitung für die Submission, Ausführung und Erstellung von Lichtsignalanlagen</b> », Baudirektion, Sicherheitsdirektion Kanton Zürich, Zürich.
[64]	Kantonspolizei Basel-Stadt (2005), « <b>Standardisierung LSA : Projektierungs- und Ausführungsrichtlinien, Übergangszeiten, Mindestzeiten, Zwischenzeiten</b> », Kantonspolizei Basel-Stadt Verkehrsabteilung, Basel.
[65]	M. Koller et al. (2013), « <b>Wahrscheinlichkeit des Verkehrszusammenbruchs an Lichtsignalanlagen. Strassenverkehrstechnik</b> », November, pp. 699-706.
[66]	S. Lämmer (2010), « <b>Stabilitätsprobleme voll-verkehrsabhängiger Lichtsignalsteuerungen</b> », Technische Universität Dresden, Dresden.
[67]	S. Lämmer und D. Helbing (2010), « <b>Self-Stabilizing Decentralized Signal Control of Realistic, Saturated Network Traffic</b> », Santa Fe Institute, Santa Fe.
[68]	S. Lämmer, J. Krimmling und A. Hoppe (2009), « <b>Selbst-Steuerung von Lichtsignalanlagen : Regelungstechnischer Ansatz und Simulation</b> », Strassenverkehrstechnik, November, pp. 714-721.
[69]	K. Mensik und F. Beyer (2013), « <b>Koordinierung von Lichtsignalanlagen für den Radverkehr</b> », Strassenverkehrstechnik, Oktober, pp. 621-627.
[70]	M. Papageorgiou (2003), « <b>Review of road traffic control strategies</b> », IEEE, New York.
[71]	L. Raymann, R. Huber, U. Rau und S. Brendel (2012), « <b>Grundlagen Betriebskonzepte</b> », Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bern.
[72]	H.-G. Retzko und R. Forst-Lürken (1983), « <b>Berücksichtigung von Qualitätskriterien des Verkehrsablaufs bei der Lichtsignalsteuerung</b> », Dissertation, Technische Hochschule Darmstadt, Darmstadt.
[73]	N. Roth (2009), « <b>Wirkung des Mobility Pricing</b> », Technische Universität Darmstadt, Darmstadt.
[74]	W. Schaufelberger und R. Schwarz (2012), « <b>Vernetzung von HLS- und HVS-Steuerungen</b> », Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bern.

[75]	M. Schenk (1993), « <b>Zusammenhang zwischen Verkehrsablauf und Optimierung der Lichtsignalsteuerung in Strassennetzen</b> », Technische Hochschule Darmstadt, Darmstadt.
[76]	K. Schlabach (1993), « <b>Verkehrsbeeinflussung innerorts. Grundlagen und Problemlösungen</b> », Expert Verlag, Böblingen.
[77]	W. Schnabel und D. Lohse (2011), « <b>Grundlagen der Strassenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung</b> », Beuth Verlag GmbH, Berlin.
[78]	M. J. Simon (2006), « <b>Verkehrstechnische Beurteilung multimodaler Betriebskonzerte auf Strassen innerorts</b> », Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bern.
[79]	P. Spacek und H. Lindenmann (2005), « <b>Verkehrsbeeinflussungssysteme</b> », Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, Zürich.
[80]	Stadt Zürich (2013), « <b>Gesamtsanierung des Knotens Schaffhauser-/Glattalstrasse</b> », Medienmitteilung, Tiefbau- und Entsorgungsdepartement Stadt Zürich, Zürich.
[81]	Stadt Zürich (2014), « <b>Badener-/Stauffacherstrasse, Tramhaltestelle Stauffacher, Situation 1:200</b> », Bauprojekt, Auflageplan, Tiefbauamt Stadt Zürich, Zürich.
[82]	Stadt Zürich (2016), « <b>ZüriPlan</b> », <a href="http://www.stadtplan.stadt-zuerich.ch/zueriplan">www.stadtplan.stadt-zuerich.ch/zueriplan</a> [Besucht am 02.02.2016].
[83]	B. Steinauer, W. Schuckließ und T. Becher (2008), « <b>Übergreifende Bewertung von Streckenabschnitten und Knotenpunkten auf Landstrassen</b> », Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Berlin.
[84]	W. Steiner et al. (2010), « <b>Entwurfsgrundlagen für Lichtsignalanlagen und Leitfaden</b> », Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Bern.
[85]	A. Stevanovic (2010), « <b>Adaptive Traffic Control Systems: Domestic and Foreign State of Practice</b> », Transportation Research Board, Washington.
[86]	Tiefbauamt Bern (2011), « <b>Handbuch Lichtsignalanlagen</b> », Tiefbauamt Stadt Bern, Bern.
[87]	Tiefbauamt Stadt Luzern (2011), « <b>LSA Richtlinien</b> », Tiefbauamt Stadt Luzern, Luzern.
[88]	Tiefbauamt Stadt und Kanton St. Gallen (2011), « <b>Verkehrssteuerung, Steuerungskonzept 2015/2020</b> », Tiefbauamt Stadt St. Gallen, St. Gallen.
[89]	Tiefbauamt Stadt Zürich (2012), « <b>Vorerhebung Wirkungsanalyse, Umgestaltung Knoten Schaffhauser- / Glattalstrasse</b> », Tiefbauamt Stadt Zürich, Zürich.
[90]	Tiefbauamt Stadt Zürich (2014), « <b>Stadtverkehr 2025</b> », Tiefbauamt Stadt Zürich, Zürich.
[91]	M. Tlig und N. Bhourri (2011), « <b>A Multi-Agent System for Urban Traffic and Buses Regularity Control</b> », Philadelphia: Procedia Social and Behavioral Sciences.
[92]	Transportation Research Board (2010), « <b>Highway Capacity Manual</b> », National Academies of Science, Washington.
[93]	Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG (2012), « <b>LSA 215 Fasanenstrasse / Schwarzwaldallee, Verkehrstechnische Bearbeitung und Parametrierung</b> », Amt für Mobilität, Verkehrssteuerung, Basel-Stadt.

### Interviews

[94]	Th. Schmid, Verkehrstechnische Abteilung, Verkehrssysteme Kantonspolizei Zürich (2014), Interview geführt vom Verfasser, Zürich, 10.07.2014.
[95]	K. Gruber, M. Stange, Verkehrsprojekte DAV, Zürich (2014), Interview geführt vom Verfasser, Zürich, 09.09.2014.
[96]	K. W. Lendenmann, Leiter Verkehrstechnik TBA, St. Gallen (2014), Interview geführt vom Verfasser, St. Gallen, 18.08.2014.
[97]	F. Seiler, Stv. Leiter Verkehrstechnik, Bau- und Verkehrsdepartement, Basel (2014), Interview geführt vom Verfasser, Basel, 15.09.2014.
[98]	,R. Stähl und B. Burger, TAZ, A. Grande, DAV Zürich (2015), Interview geführt vom Verfasser, Zürich, 25.08.2015.
[99]	K. Gruber und M. Stange, DAV, Zürich (2015), Interview geführt vom Verfasser, Zürich, 24.11.2015.
[100]	D. Ender, E. Di Mattia und A. Heller VIF, Luzern (2015), Interview geführt vom Verfasser, Kriens, 18.12.2015.

# 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: 20.04.2016

#### Grunddaten

Projekt-Nr.: SVI 2011/004  
 Projekttitel: Methodik zur Herleitung von Priorisierungsvorgaben für die Verkehrssteuerung  
 Enddatum: 30.06.2016

#### Texte

##### Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Erste Priorität bei der Gestaltung lichtsignalgesteuerter Knoten geniesst die Einhaltung der Verkehrssicherheit. Die Phasengestaltung und die Zwischenzeitenberechnung gewährleisten sichere Abläufe für alle Verkehrsteilnehmenden und bestimmen die Leistungsfähigkeit der Lichtsignalregelung. Die entsprechenden Gestaltungsvorgaben sind in Normen und Richtlinien festgehalten und bilden unabdingbare Voraussetzungen. Aber auch bauliche Vorkehrungen wie die Fussgänger-Schutzinseln (Mittelinseln) unterliegen „Vorschriften“ die als „state-of-the-art“ zu respektieren sind.

Über die Verkehrssicherheit hinaus konkurrenzieren sich zahlreiche weitere Anforderungen an die Knotengestaltung und Steuerungsprogramme. Zeitliche Bevorzugungen einzelner Verkehrsmodi oder -ströme und das Bereitstellen von Kapazitäten für die gegebene Nachfrage führen in überlasteten Netzen zu mehrfachen Wettbewerbssituationen. Wichtige Priorisierungsvorgaben sind dabei oft in ortspezifisch gültigen Gesetzen, Strategien, Fachkonzepten, Verordnungen und Richtlinien gegeben. Je nach Lage im Strassennetz überlagern sich dabei kommunale, kantonale und nationale Vorgaben.

Um in solchen Situationen das vorhandene Strassennetz optimal bewirtschaften zu können greift eine fachliche Konkretisierung der steuerungstechnischen Umsetzung der situationsbezogenen Priorisierungen zu kurz. Die für die Praxis wertvollen Erkenntnisse aus der Forschungsarbeit werden deshalb in einem Merkblatt-Entwurf zusammengefasst. Dieses erlaubt eine situationsbezogene Priorisierung von konkurrenzierenden Verkehrsströmen und -modi in HVS-Netzen. Es zeigt sich, dass der grösste Spielraum für die Handhabung von Priorisierungsvorgaben in der Gestaltung der strassenbaulichen Infrastruktur liegt. Deshalb sind bereits in der Konzeption (bspw. im Rahmen eines Betriebs- und Gestaltungskonzeptes, SiA-Phase 21) und im Vorprojekt (SiA-Phase 31) die Priorisierungsvorgaben so umfassend wie möglich zu berücksichtigen. Im Merkblatt wird ein entsprechendes praxisorientiertes methodisches Vorgehen aufgezeigt. Wertvoll sind dabei die zahlreichen möglichen Gestaltungsparameter. Diese sind in den verschiedenen Entwicklungsphasen eines Projektes von zentraler Bedeutung. Zahlreiche davon beeinflussen die Priorisierung der einzelnen Verkehrsströme und -modi. Es konnte eine umfassende Systematik solcher Priorisierungsparameter erstellt werden. Die Parameter lassen sich aus einem System übergeordneter, allgemein gültiger verkehrlicher Zielsetzungen und örtlichen Rahmenbedingungen herleiten. Die strukturierte Parameterliste gibt Auskunft über deren Wirkungsrichtungen und möglichen Ausprägungen, und gibt Hinweise darauf, in welchen Projektentwicklungsschritten sie zur Anwendung kommen. Sie kann in der Praxis als Checkliste verwendet werden. Weitere Erkenntnisse für die Praxis betreffen organisatorische Aspekte wie die Pflege iterativer Arbeitsschritte in interdisziplinären Projektteams oder die Bedeutung der Partizipation. Der Merkblatt-Entwurf umfasst zusätzlich zur Parameterliste ein Projektdatenblatt, in welchem die gewählte Ausprägung der einzelnen Parameter festgehalten und nachvollziehbar begründet wird.

Die Forschungsarbeit zeigt weiter, dass die multimodale Kapazität des Verkehrsträgers Strasse, insbesondere auch an den Netzübergängen, durch die systematische Anwendung der Parameter je nach Vorgaben optimiert oder im Extremfall maximiert werden kann. Auch hierzu gilt es, die Gestaltungsspielräume für einen Strassenknoten in der Konzeptions- und Vorprojektphase zu öffnen. Das Ergebnis der Projektierung führt dann mit der Festlegung der Parameter zu einer bestimmten Verkehrsqualität. Deshalb wird zur Verkehrsqualität kein separater Parameter definiert.

Betroffene Interessengruppen formulieren ihre Erwartungen an die Verkehrsinfrastruktur. Diese stossen im Prozess der Umsetzung an Grenzen der technischen Machbarkeit. Im Rahmen des Projektentwicklungsprozesses gilt es, diese Spannungsfelder durch geeignete Vorkehrungen aufzulösen. Dazu werden fallweise bis zu sechs Handlungsfelder in der Schnittstelle zwischen politisch Verantwortlichen und den Fachspezialisten identifiziert. Der Handlungsbedarf stellt sich je nach Projektkontext, Organisationsstruktur und Erfahrungen der Beteiligten unterschiedlich.

Zwischen den Analyse-Fallbeispielen werden unterschiedliche Steuerungsphilosophien festgestellt. Diese unterscheiden sich beispielsweise durch die Vorgaben betreffend die Verteilung der Grünzeiten sowie der Umlaufzeiten. Verbreitet sind weiter Steuerungskonzepte mit Pflöchnerung und Dosierung, um Netze und insbesondere leistungskritische Knoten funktionsfähig und Priorisierungsspielräume offen zu halten.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

#### Zielerreichung:

Das gewählte Vorgehen war zielführend. Die gestellten Forschungsfragen konnten beantwortet werden. Einerseits liegt ein Entwurf für ein praxisorientiertes Merkblatt vor, das eine Methodik zur Erfassung und den systematischen Umgang mit Priorisierungsvorgaben für die Verkehrssteuerung auf Hauptverkehrsstrassen aufzeigt. Die Praxisorientierung wird verstärkt durch dem Merkblatt beiliegende Arbeitshilfen, wie eine Checkliste und ein Projektdatenblatt.

Andrerseits konnten weitere wissenschaftliche Fragestellungen beantwortet werden wie jene nach der Optimierung resp. Maximierung der multimodalen Kapazität des Verkehrsträgers Strasse, insbesondere an den Netzübergängen. Sich konkurrierende Verkehrsströme und -modi werden in der Arbeit systematisch behandelt und haben auch in den Praxishilfen ihren Stellenwert.

#### Folgerungen und Empfehlungen:

Es wird empfohlen, den Entwurf des Merkblattes mit den Arbeitshilfen Checkliste und Projektdatenblatt zuhanden der Praxis formal zu bereinigen und auf der Mobilitätsplattform online verfügbar zu machen.

Das Merkblatt fasst die Erkenntnisse und die Folgerungen aus der Forschungsarbeit für die Praxis zusammen. Die Empfehlungen im Merkblatt für die Praxis umfassen organisatorische Aspekte wie die Pflege iterativer Arbeitsschritte in interdisziplinären Projektteams oder Hinweise für die notwendige Partizipation; es zeigt die Vorgehensschritte bei der Gestaltung von signalgesteuerten Knoten unter spezieller Berücksichtigung von Priorisierungsvorgaben. Mit dem Merkblatt-Entwurf wird auch auf den Wert der systematischen Dokumentation der Festlegungen von Priorisierungsparametern für die Transparenz und Nachvollziehbarkeit hingewiesen, und deren Anwendung empfohlen.

#### Publikationen:

Zusätzlich zum Forschungsbericht ist von den SVI vorgesehen, die für die Praxis hilfreichen Ergebnisse in einem praxisorientierten Merkblatt herauszugeben. Ein entsprechender vollständiger, inhaltlich ausgereifter Entwurf liegt vor.

Bestandteile des Merkblattes sind einerseits eine umfassende Parameterliste, die in Projekten als Checkliste verwendet werden kann, sowie ein Projektdatenblatt, welches in der Praxis die systematische Arbeit erleichtert und Transparenz und Nachvollziehbarkeit gewährleisten hilft. Das Projektdatenblatt wird als separates Excel-File auf der Mobilitätsplattform zur Verfügung stehen.

#### Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Schmid-Mohni

Vorname: Chantal

Amt, Firma, Institut: Ernst Basler + Partner

#### Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:



## FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

### Formular Nr. 3: Projektabschluss

#### Beurteilung der Begleitkommission:

##### Beurteilung:

Die Forschungsstelle hat die Begleitkommission mit Zwischenergebnissen aus der Forschungsarbeit zu intensiven Diskussionen herausgefordert und daraus ihren eigenen Input vertieft und präzisiert. Das von der Forschungsstelle gewählte Vorgehen war zielführend. Damit konnten die ursprünglichen Forschungsziele erreicht werden.

---

##### Umsetzung:

Aus der Forschung resultiert eine Systematik verschiedenster Parameter, welche bei der Ausgestaltung lichtsignalgesteuerter Knoten bedeutsam sein können und in denen sich die Priorisierungsvorgaben äussern. Des Weiteren wird eine Vorgehensweise gezeigt, wie man mit den vielfältigen und z.T. in sich widersprüchlichen Vorgaben an eine Verkehrssteuerung umgehen sollte. Es ist eine wertvolle Unterstützung der mit solchen Aufgaben betrauten Fachleute, insbesondere weil auch aufgezeigt wird, wie man die Schnittstellen, welche sich bei der Entwicklung des Projekts von der Konzeption bis zur konkreten Programmierung zwangsläufig ergeben, überwinden und die grundlegenden Festlegungen der Konzeptstufe bis zur Programmierung bewahren kann.

##### weitergehender Forschungsbedarf:

Weiterer Forschungsbedarf kann sich ergeben, wenn die Art der Umsetzung neuer IT-Technologien wie Car-to Car Kommunikation oder automatisches Fahren klarer ist. Derzeit ist solcher noch nicht auszumachen.

##### Einfluss auf Normenwerk:

Die Forschungsergebnisse haben keinen Einfluss auf das Normenwerk: Es sind keine Normen vorgesehen und auch keine vorhandenen Normen anzupassen.

#### Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: Dr. Bischofberger

Vorname: Niklaus

Amt, Firma, Institut: Amt für Verkehr Kanton Zürich

#### Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission:



## Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

Das Verzeichnis der in der letzten Zeit publizierten Schlussberichte kann unter [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch) (*Forschung im Strassenwesen --> Downloads --> Formulare*) heruntergeladen werden.



## SVI Publikationsverzeichnis

Das Publikationsverzeichnis der SVI kann unter [www.svi.ch](http://www.svi.ch) ([Publikationen --> Forschungsberichte](#)) heruntergeladen werden.