

**Verkehrstechnische Beurteilung
multimodaler Betriebskonzepte
auf Strassen innerorts**

Forschungsstelle

S-ce Simon consulting experts

Hönggerstrasse 117, CH – 8037 Zürich

Michel J. Simon, dipl. Ing. ETH/SIA/SVI

Begleitkommission

Ernst Berger, Verkehrsbetriebe Zürich

Adrian Gugger, Tiefbauamt des Kantons Bern

Roland Koch, Tiefbauamt der Stadt Luzern (Präsident)

Rudolf Keller, Rudolf Keller & Partner AG, Muttenz

Sandro Turcati, Emch + Berger AG, Zürich

Klaus Zweibrücken, Hochschule für Technik, Rapperswil

**Forschungsauftrag 2003/003 auf Antrag der
Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI)**

Zürich, April 2006

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	III
Zusammenfassung	V
Résumé	VII
Summary	IX
1. Einleitung	1
1.1 Generelle Fragestellung	1
1.2 Auftrag und Ziel	1
1.3 Vorgehen	1
2. Analyse und Abgrenzung der Problemstellung	2
2.1 Definition der wesensgerechten Betriebsabwicklung	2
2.2 Abgrenzung	3
2.3 Anforderungen aus Sicht der einzelnen Verkehrsarten	3
2.3.1 Anforderungen des öffentlichen Verkehrs.....	3
2.3.2 Anforderungen des Motorisierten Individualverkehrs	5
2.3.3 Anforderungen des Fussverkehrs	5
2.3.4 Anforderungen des Leichten Zweiradverkehrs.....	5
3. Literaturoswertung	7
3.1 Vorgehen und Gliederung	7
3.2 Öffentlicher Verkehr	7
3.3 Motorisierter Individualverkehr	10
3.4 Fussverkehr	12
3.5 Leichter Zweiradverkehr	13
3.6 Bimodale Betrachtung ÖV und MIV	14
3.7 Multimodale Gesamtbewertung	15
3.8 Schlussfolgerungen für die Forschungsarbeit.....	18
4. Herleitung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufen	19
4.1 Verkehrsqualitätsstufen ÖV	19
4.1.1 Grundsätzliches	19
4.1.2 Abhängigkeit von der Taktfolgezeit	19
4.1.3 Kennwerte der Pünktlichkeit.....	20

4.1.4	<i>Berücksichtigung der Störungsaufschaukelung</i>	21
4.1.5	<i>Kennwerte für die Anschlusssicherheit</i>	24
4.1.6	<i>Ableitung der Verkehrsqualitätsstufen ÖV</i>	25
4.2	Verkehrsqualitätsstufen MIV	29
4.2.1	<i>VQS an Knotenpunkten</i>	29
4.2.2	<i>Empfehlungen für streckenbezogene VQS</i>	31
4.3	Verkehrsqualitätsstufen Fussverkehr	32
4.4	Verkehrsqualitätsstufen Leichter Zweiradverkehr	35
5.	Beurteilung der multimodalen Verkehrsqualität	37
5.1	Fragestellung	37
5.2	Vergleichbarkeit der VQS _{MM} für verschiedene Verkehrsarten	37
5.3	Gesamtbewertung aufgrund der multimodalen VQS	37
5.3.1	<i>Grundsätze</i>	37
5.3.2	<i>Qualitätsziel nach Verkehrsarten</i>	38
5.3.3	<i>Multimodales Qualitätsdiagramm</i>	40
5.4	Ergänzender Einsatz quantitativer Beurteilungsmethoden	42
5.4.1	<i>Optimierungsverfahren</i>	42
5.4.2	<i>Mikrosimulation</i>	42
6.	Erarbeitung multimodaler Betriebskonzepte	43
6.1	Definition des multimodalen Betriebskonzepts	43
6.2	Bearbeitungsablauf	45
6.3	Interdisziplinäre Projektorganisation	47
6.4	Hinweise zur Massnahmenplanung	47
7.	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	48
7.1	Leitfaden für die Praxis	48
7.2	Auswirkungen auf das Normenschaffen	49
7.3	Weiterer Forschungsbedarf	49

Anhang 1: Literaturverzeichnis

Anhang 2: Abkürzungsverzeichnis

Anhang 3: Glossar

Anhang 4: Verfahren zur Beschreibung des Fahrradverkehrs (IHT/DETR, Grossbritannien)

Anhang 5: Leitfaden für die Praxis

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Simplified Multimodal Arterial Flow Chart (Guttenplan, 2003).....	17
Abb. 2: Störungsaufschaukelung	21
Abb. 3: Streckenskizze ÖV	23
Abb. 4: Multimodales Qualitätsdiagramm, Beispiel	41
Abb. 5: Multimodale Verkehrsabwicklung auf Strassen innerorts, Systemdarstellung	44
Abb. 6: Vorgehen zur Erarbeitung multimodaler Betriebskonzepte	46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anforderungen im ÖV	3
Tabelle 2: Anforderungen im MIV	5
Tabelle 3: Anforderungen im FV	5
Tabelle 4: Anforderungen im LZV	6
Tabelle 5: Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV) aufgrund der ÖPNV- Beförderungsgeschwindigkeit auf städtischen Hauptverkehrsstrassen (HBS, 2001).....	8
Tabelle 6: Verhältnis Belastung zu Leistungsfähigkeit im MIV	10
Tabelle 7: Streckenbezogene VQS im MIV	11
Tabelle 8: Verhältnis V-Spitzenstunde zu V-Nebenverkehrszeit im MIV	11
Tabelle 9: Grenzwerte für die Qualitätsstufen des Fussverkehrs (HBS)	12
Tabelle 10: Kriterien des HCM (USA) für den Fussverkehr	13
Tabelle 11: Grenzwerte für die Qualitätsstufen des Fahrradverkehrs (HBS)	13
Tabelle 12: Kriterien des HCM (USA) für den Fahrradverkehr	14
Tabelle 13: Klassen der Taktfolgezeiten.....	19
Tabelle 14: Klassen für Taktfolgezeiten des VDV (D), Standard- und Mindestwerte.....	20
Tabelle 15: Kennwerte für Verspätung	20
Tabelle 16: Maximal zulässige Verlustzeit bei einer Einzelstörung.....	23
Tabelle 17: Berechnete Aufwertungsfaktoren α der Störungskumulation ÖV	24
Tabelle 18: Qualitätsziele der Anschlusssicherheit im ÖV.....	25
Tabelle 19: Zulässiger Grenzwert der Verspätung im ÖV	25
Tabelle 20: Anwendungswerte für den Aufwertungsfaktor α der Störungskumulation ÖV	26
Tabelle 21: Verkehrsqualitätsstufen ÖV für die Verspätung.....	27
Tabelle 22: Punktezuteilung in Abhängigkeit von der massgebenden Verspätung im ÖV	27

Tabelle 23: Punktbewertung der Beförderungsgeschwindigkeit im ÖV	28
Tabelle 24: Zuordnung der VQS _{MM} – ÖV aus der Punktezahl.....	28
Tabelle 25: Verkehrsqualitätsstufen der Anschlusssicherung im ÖV	29
Tabelle 26: Verkehrsqualitätsstufen für Fahrstreifen von LSA-Knoten	30
Tabelle 27: VQS für Knoten ohne LSA oder Kreisverkehr	30
Tabelle 28: Kriterien für die streckenbezogene VQS im MIV	31
Tabelle 29: Qualitätsstufen MIV aufgrund der Reisezeit	31
Tabelle 30: Punktbewertung für den MIV	32
Tabelle 31: Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den MIV.....	32
Tabelle 32: Punktezuteilung und multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Fussverkehr	34
Tabelle 33: Punktezuteilung und multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Leichten Zweiradverkehr.....	36
Tabelle 34: Kriterien zur Bestimmung der VQS _{MM} – ZIEL	39
Tabelle 35: Tableau der Ziele der multimodalen Verkehrsqualität.....	40

Zusammenfassung

Im vorliegenden Forschungsbericht wird die Frage der zweckmässigen Betriebsauslegung von Strassenstrecken mit multimodalem Verkehrsablauf im Innerorts-Bereich untersucht. Ziel der Arbeit ist, eine Methode zu entwickeln, um aufeinander abgestimmte Betriebskonzepte für die einzelnen Verkehrsarten unter Berücksichtigung der Priorität der wesensgerechten Betriebsauslegung des öffentlichen Verkehrs (ÖV) und unter Beachtung der Anforderungen der übrigen Verkehrsarten, des Motorisierten Individualverkehrs (MIV), des Fussverkehrs (FV) und des Leichten Zweiradverkehrs (LZV), zu beurteilen.

Die eingehende Literaturlauswertung und eine vertiefte Internet-Recherche haben aufgezeigt, dass das Forschungsthema sehr aktuell ist, aber weder im Inland noch im Ausland abschliessende Erkenntnisse bzgl. der multimodalen Betrachtung des Verkehrsablaufs auf Strassen vorliegen. Die bisherigen Forschungen haben sich weitgehend mit eigentlichen ÖV-Bevorzugungsmassnahmen oder mit bimodalen Optimierungsfragen von ÖV und MIV befasst.

In einem ersten Schritt werden für jede Verkehrsart die Anforderungen an die wesensgerechte Betriebsabwicklung beschrieben. Unter dem Begriff „wesensgerecht“ werden diejenigen Anforderungen verstanden, die erfüllt sein müssen, damit die Erwartungen der Verkehrsteilnehmenden aus der Optik ihrer Verkehrsart erfüllt werden. Die verbal beschriebenen Anforderungen werden in einem zweiten Schritt für jede Verkehrsart in messbare und qualitativ bewertbare Kriterien umgesetzt. Dabei wird als methodischer Grundsatz der Begriff der Verkehrsqualitätsstufen (VQS) für alle Verkehrsarten zur Beschreibung der Erfüllung der jeweiligen Anforderungen gewählt. Bisher finden VQS in der Schweiz nur Anwendung beim MIV. Neu werden VQS auch für den ÖV, den FV und den LZV definiert. Die hier verwendeten VQS sind streckenbezogen, d.h. neben den punkt- oder querschnittsbezogenen Kennwerten sind auch Kriterien zu definieren, die sich auf die Streckenlänge beziehen.

Beim ÖV muss die Betrachtung neben der Projektstrecke zusätzlich auf die Linienlänge ausgedehnt werden. Nur so können die wesensgerechten Anforderungen der Pünktlichkeit und der Anschlussicherheit unter Berücksichtigung von Störungsaufschaukelungen vollständig erfasst werden.

Für sämtliche Verkehrsarten werden Punktesysteme entwickelt, mit denen eine Punktbewertung der relevanten Kriterien erfolgt. Die Punkteskalen sind einheitlich von 0 bis 100 Punkte ausgelegt. Aufgrund der Punktesumme aus allen Kriterien wird dann die verkehrsartspezifische VQS bestimmt. Um die besondere Bedeutung dieser streckenbezogenen VQS hervorzuheben, werden sie als multimodale VQS (VQS_{MM}) bezeichnet.

Beim ÖV umfassen die Kriterien einerseits die Pünktlichkeit und andererseits die Beförderungsgeschwindigkeit. Als Besonderheit des ÖV sind die Kennwerte abhängig von der Taktfolgezeit. Beim MIV wird die VQS_{MM} aufgrund der Reisezeitkonstanz, des Geschwindigkeitsniveaus und der Wartezeiten an Knoten ermittelt. Für den FV und den LZV werden die relevanten Kriterien unterteilt nach strassenbegleitenden Elementen (Längsverkehr) und Querungen bzw. Knoten (Querverkehr). Um die praktische Handhabung mit vernünftigem Aufwand zu ermöglichen, wird für jedes Kriterium die Punktbewertung aufgrund einer fachlichen Einschätzung vorgenommen. Die Methode wurde an praktischen Beispielen getestet, die gezeigt haben, dass die Methode zu plausiblen Ergebnissen führt, wenn die notwendige Fachkompetenz und Erfahrung in der Anwendung vorliegen.

Eine weitere anspruchsvolle Aufgabe stellt die Beurteilung der multimodalen Betriebskonzepte dar. Da die VQS_{MM} keine absoluten Grössen darstellen, können sie nicht zu einem Gesamtindikator zusammengeführt werden. Es wird deshalb eine systematische Beurteilungsmethode vorgeschlagen, die verlangt, dass für jede multimodale Aufgabe die Qualitätsziele aufgrund von strategischen und planerischen Überlegungen erarbeitet werden. Die Beurteilung der Anlagen und des Verkehrsablaufs

ergibt andererseits Ist-Werte bzw. Projekt-Werte der VQS_{MM} . Sämtliche Werte sollen in einem multimodalen Verkehrsqualitätsdiagramm dargestellt werden, dessen fachliche Beurteilung und Interpretation zur endgültigen Empfehlung führt.

Der Forschungsbericht schliesslich enthält Empfehlungen zur Bestimmung der Qualitätsziele und zum Bearbeitungsablauf sowie Hinweise zur Massnahmenplanung und zu den Beurteilungsmethoden.

Im Anhang des Forschungsberichts ist ein Leitfaden für die Praxis zusammengestellt, der die verkehrstechnischen Grundlagen für die Projektarbeit umfasst. Für die Punktebewertungen wurden Formulare erarbeitet, die direkt für die Bearbeitung verwendet werden können. Im Leitfaden sind drei konkrete Beispiele dargestellt, aus denen die benötigten Datengrundlagen und die konkrete Anwendung des Leitfadens hervorgehen.

Die Schlussfolgerungen der vorliegenden Arbeit befassen sich mit dem weiteren Handlungsbedarf. Einerseits ergeben sich aus den erweiterten Definitionen der VQS einige Auswirkungen auf das Normenschaftern, wobei insbesondere die Frage, ob Normen für den öffentlichen Verkehr zu erarbeiten sind, weitreichende Folgen haben kann. Andererseits zeichnet sich ab, dass die konsequente Anwendung der Verkehrsqualitätsstufen für alle Verkehrsarten zu weiterem Forschungsbedarf führt, wobei insbesondere die Frage relevant ist, wie die Vergleichbarkeit der VQS_{MM} für die einzelnen Verkehrsarten sichergestellt werden kann.

Résumé

Le rapport de recherche étudie la question d'une approche multimodale pour l'évaluation de concepts d'exploitation de tronçons de route à l'intérieur de localités. L'objectif consiste à développer une méthode qui permet d'évaluer des concepts d'exploitation accordés pour les différents modes de transports. Accordé veut dire que la priorité appropriée des transports en commun (TC) c.à.d. celle nécessaire à répondre aux exigences spécifiques soit en accord avec les exigences particulières du transport individuel motorisé (TI), des piétons et des deux-roues légers (DRL).

L'analyse de la littérature et une recherche approfondie sur le réseau Internet ont confirmé l'actualité du sujet et mené à la conclusion qu'il n'existe pas encore de méthode complète permettant l'élaboration et l'évaluation d'un concept multimodal d'exploitation pour les projets routiers urbains.

D'abord les conditions requises pour garantir une exploitation conforme au caractère typique d'un mode de transport sont définies pour chaque mode. Ensuite les exigences sont décrites par des critères quantifiables ou descriptifs. La méthode proposée consiste à utiliser la notion de niveau de service (NDS) pour décrire à quel point les conditions requises pour les différents modes de transport sont remplies. Ceci mène à l'introduction – nouvelle pour la Suisse – de NDS pour le TC, les piétons et les DRL.

Pour tous les modes ces NDS multimodaux (NDS_{MM}) dépendent de l'aménagement et de l'exploitation du tronçon de route étudié. Les niveaux sont déterminés par des systèmes à points utilisant une échelle de 0 à 100 points.

Pour le TC l'étude devra s'étendre sur la longueur de la ligne de TC (et non seulement le tronçon étudié), ceci pour valoriser à juste titre l'accumulation de retards suite à une perturbation initiale. Les critères spécifiques définis sont la ponctualité et la vitesse de croisière, les deux en fonction de la fréquence de service de la ligne.

Pour le TI les NDS_{MM} sont déterminés en fonction de la fluctuation du temps de voyage, du niveau de vitesse et des temps d'attente dans les carrefours. Pour les piétons et les DRL les critères déterminants incluent des éléments de l'infrastructure routière pour le trafic longitudinal et pour le trafic transversal c. à. d. pour les croisements et les carrefours. La méthode proposée a été appliquée dans plusieurs projets-tests qui ont révélé la plausibilité du procédé pour autant que les utilisateurs disposent de la compétence et de l'expérience spécifique dans le domaine.

Les NDS_{MM} sont des grandeurs relatives qui ne peuvent pas être additionnées pour déterminer une valeur unique de la qualité multimodale. Par contre le rapport propose une méthode systématique pour l'évaluation des concepts d'exploitation qui consiste à déterminer d'abord les objectifs stratégiques et les principes de planification spécifiques. La comparaison des objectifs avec les NDS_{MM} effectifs – actuels ou pour les projets – se fera dans un diagramme multimodal de la qualité de service. Le jugement professionnel et l'interprétation détaillée de ce diagramme multimodal permettront le choix définitif du concept d'exploitation multimodal.

La démarche pour le développement des projets ainsi que des formulaires facilitant le travail pratique sont regroupés dans un manuel pour la pratique figurant dans l'annexe du rapport de recherche. En guise de conclusion le rapport énonce les répercussions des résultats du mandat de recherche sur les normes suisses ainsi que les thèmes de recherche complémentaires qui en découlent. Sur le plan de la normalisation il faudra réfléchir à l'élaboration des normes spécifiques pour les niveaux de service notamment pour le TC. La définition généralisée des NDS pour tous les modes de transports devra être approfondie pour étudier à quel point la notion de qualité exprimée par les NDS mène à des résultats comparables pour les différents modes de transports.

Summary

This research project focuses on a multimodal approach for the assessment of service guidelines for urban streets. The objective is to develop a methodology for appreciating multimodal service conditions for transit, motorized vehicles, pedestrians and bicycles on urban streets where a specific priority for transit is required without neglecting the typical requirements of the other modes.

A thorough review of international literature and an extended internet research have confirmed that there are no validated methodologies for elaborating service guidelines for multimodal traffic on urban streets available today.

First the factors affecting the quality of service for each mode with regard to its specific characteristics and expectations are described, followed by the elaboration of criteria and values for quantification. As a basic intention of the project a level of service concept (LOS) is chosen to express the achievement of the specific targets for all modes, thus defining LOS for transit, pedestrians and bicycles for the first time in Switzerland. These multimodal LOS (LOS_{MM}) are related to the length of the road (segment) and will be assessed by awarding scores in proportion to specific values of the criteria with a range from 0 to 100.

For the transit mode the analysis must be extended to the length of the route (not only the project segment) in order to take into account the accumulation of delay depending on the point of the route where an initial disturbance happens. The criteria for characterizing the LOS_{MM} of transit are punctuality and travel speed. Both are depending on the frequency of service.

For motorized traffic the specific criteria are the variance of travel time, the speed level and the delay at intersections. For pedestrians and bicycles the criteria include elements of the road stretch design (longitudinal traffic) and of intersections and crossings (transversal traffic). They are enumerated in a form with scores defined for the quality of each element. The method was tested in several projects in order to validate the different criteria. These tests confirmed the viability of the concept, although a sound know-how and specific experience will be required by the practitioner.

The LOS_{MM} for the specific modes cannot be aggregated to an overall indicator because they are not of absolute size. So a systematic estimation tool is implemented to elaborate objectives of quality for every mode by considering transport strategies and planning principles. In a multimodal diagram illustrating the quality of service these objectives are compared to the actual values of the LOS_{MM} . The professional rating and interpretation of this diagram eventually lead to the final recommendation.

The final report also includes recommendations for determining the objectives (LOS_{MM}), for the planning and design procedures as well as for quantification methods and micro simulation. The results are compiled in a manual for planning and assessment of multimodal services guidelines for urban streets. The manual, included as an appendix in the final report, also shows three examples of projects for which the new methodology was used.

As a conclusion the final report shows the necessity of further research due to the generalized definition of LOS. A key issue is to know whether the definition of LOS_{MM} is consistent across all modes. The results of the research will also affect the Swiss codes for road design and raise the question of the necessity of special codes for transit on urban streets.

1. Einleitung

1.1 Generelle Fragestellung

Im vorliegenden Forschungsbericht wird die Frage der zweckmässigen Betriebsauslegung von Strassenstrecken mit multimodalem Verkehrsablauf untersucht, mit dem Ziel, eine wesensgerechte Abwicklung des öffentlichen Verkehrs (ÖV) bei gleichzeitig minimaler Beeinträchtigung der übrigen Verkehrsarten zu erreichen.

Die Problematik der Bevorzugung des ÖV an Einzelknoten ist verkehrstechnisch weitgehend gelöst. Allerdings fehlt eine Betrachtung der gesamten Strecke bzw. ÖV-Linie, so dass häufig keine befriedigende Betriebsabwicklung des ÖV erreicht wird. Zudem erfolgt in der Regel eine unimodale Optimierung: entweder wird eine absolute Bevorzugung des ÖV angestrebt, der die Anforderungen des motorisierten Individualverkehrs (MIV) untergeordnet werden, oder es wird ein optimaler Ablauf für den MIV angestrebt, bei dem für den ÖV nur untergeordnete Eingriffe zugelassen werden. Bei diesen Optimierungen werden meist die nicht motorisierten Verkehrsarten (NMV) ausser Acht gelassen.

Der Grund, weshalb bisher vor allem eine unimodale Betrachtung am Einzelknoten erfolgte, liegt darin, dass einerseits eine Streckenbetrachtung wesentlich aufwändiger ist und andererseits die multimodale Auslegung des Strassennetzes eine komplexe Optimierungsaufgabe darstellt, welche in der Regel anspruchsvolle Datengrundlagen und Berechnungsverfahren erfordert. Eine solche Gesamtbetrachtung, eine Systemanalyse des multimodalen Verkehrs auf der Strasse, wird in der vorliegenden Forschungsarbeit vorgenommen.

1.2 Auftrag und Ziel

Ziel der Arbeit ist, eine Methode zu entwickeln, um aufeinander abgestimmte Betriebskonzepte für die einzelnen Verkehrsarten unter Berücksichtigung der Priorität der wesensgerechten Betriebsabwicklung des ÖV und unter Beachtung der Anforderungen der übrigen Verkehrsarten zu beurteilen. Dazu sollen Grundlagen und Merkmale der wesensgerechten Betriebsabwicklung je für den ÖV, den MIV und den NMV erarbeitet werden. Der Streckenbetrachtung ist dabei besonderes Gewicht beizumessen. Es sollen daraus praxistaugliche Verfahren zur Beurteilung von multimodalen Betriebskonzepten für Strassenstrecken entwickelt werden.

Die Ergebnisse der Forschungsarbeit fliessen in einen Leitfaden ein, der neben den verkehrstechnischen Verfahren auch Empfehlungen für die Erarbeitung der multimodalen Betriebskonzepte beinhaltet.

1.3 Vorgehen

Nach einer eingehenden Internet- und Literaturrecherche werden die relevanten Aufgaben beschrieben und konkrete Vorgehensweisen erarbeitet. Im Vordergrund stehen dabei die Entwicklung von Verkehrsqualitätsstufen, das Definieren von Zielsetzungen für die Betriebskonzepte und ihre Typisierung in Abhängigkeit dieser Zielsetzungen. Daraus wird eine multimodale Beurteilungsmethode auf der Grundlage der wesensgerechten Behandlung des ÖV geschaffen.

Das Vorgehen und die einzelnen Arbeitsschritte samt Beurteilungskenngrössen werden im Leitfaden für die Praxis zusammengefasst.

2. Analyse und Abgrenzung der Problemstellung

2.1 Definition der wesensgerechten Betriebsabwicklung

Ziel eines multimodalen Betriebskonzepts für Strassen ist, für alle Verkehrsarten eine möglichst wesensgerechte Betriebsabwicklung zu gewährleisten. In dieser Zielbeschreibung werden die folgenden Begriffsdefinitionen verwendet:

Wesensgerechte Betriebsabwicklung: Die Wesensgerechte Betriebsabwicklung für eine Verkehrsart ist gewährleistet, wenn die wesentlichen Anforderungen der Benutzer¹ an die Qualität der Fortbewegung mit dieser Verkehrsart erfüllt sind. Beim öffentlichen Verkehr sind zusätzlich die Anforderungen des Betreibers zu berücksichtigen.

Verkehrsart: Als Verkehrsart werden die Fortbewegungsarten verstanden, wobei unterschieden wird nach Fussverkehr (ohne Verkehrsmittel) und nach den klassischen Strassenverkehrsmitteln.

Die Anforderungen an eine wesensgerechte Behandlung sind somit verkehrsartenspezifisch zu definieren. Im Folgenden werden die Anforderungen verbal umschrieben. Die Quantifizierung erfolgt in Kapitel 4. Dabei werden die Begriffe der Verkehrsqualität und der Verkehrsqualitätsstufe in verallgemeinerter Form verwendet. In der Norm SN 640 017a wird die Verkehrsqualität als Grad der gegenseitigen Behinderungen der Verkehrsteilnehmer (einer Verkehrsart) verstanden. Das Mass an Behinderung wird mit Hilfe von Grenzwerten in Verkehrsqualitätsstufen (VQS) von A-F ausgedrückt.

In der vorliegenden Forschungsarbeit wird die Verkehrsqualität im Sinne der Anforderungen der jeweiligen Verkehrsart verstanden und wie folgt definiert:

Multimodale Verkehrsqualität: Die multimodale Verkehrsqualität einer Verkehrsart bezeichnet den Grad der Erfüllung der spezifischen Anforderungen dieser Verkehrsart an die wesensgerechte Betriebsabwicklung in einem multimodalen Betriebskonzept auf einer Strassenstrecke.

Multimodale Verkehrsqualitätsstufe: Die multimodale Verkehrsqualitätsstufe wird mit Hilfe von Grenzwerten für die relevanten Kriterien in Verkehrsqualitätsstufen A-F ausgedrückt und als VQS_{MM} bezeichnet.

Bei der Beurteilung multimodaler Betriebskonzepte werden die folgenden Verkehrsarten und Bezeichnungen verwendet:

ÖV	Öffentlicher Verkehr
MIV	Motorisierter Individualverkehr
FV	Fussverkehr
LZV	Leichter Zweiradverkehr (Radfahrer und Motorfahrräder gemäss Definition in der Norm SN 640 060)

Im Forschungsbericht werden die vier Verkehrsarten immer in der Reihenfolge ÖV, MIV, FV, LZV aufgeführt. Diese Reihenfolge ist **nicht** wertend, sondern orientiert sich daran, dass der ÖV häufig Projektauslöser ist, und gruppiert dann den motorisierten Verkehr vor den übrigen Verkehrsarten.

¹ Im vorliegenden Bericht wird bei personengebundenen Begriffen nur die männliche Form verwendet, um den Text lesbar zu halten. Die weiblichen Personen/Personengruppen sind entsprechend mit eingeschlossen.

2.2 Abgrenzung

Die nachfolgenden Qualitätsanforderungen beschränken sich auf die Aspekte der Betriebsabwicklung im **Innerorts-Bereich**, da hier die Optimierungsprobleme in der Praxis aufgrund der beschränkten Platzprobleme klar zum Ausdruck kommen. Das bedeutet auch, dass die Anforderungen an die Netzplanung und an die Angebotsqualität nicht beschrieben werden. Nicht Gegenstand der verkehrstechnischen Beurteilung sind ferner die Anforderungen des Umfelds bzw. von externen Betroffenen, sowie gesetzliche Anforderungen, die unabhängig vom Betriebskonzept erfüllt werden müssen (z.B. behindertengerechte Gestaltung von Wegen oder Haltestellen des ÖV). Diese Aspekte sind beim Vergleich der Projektvarianten zu beurteilen (s. Kapitel 6).

Für alle Verkehrsarten werden die Anforderungen unterteilt in Haupt- und Nebenanforderungen. Sie beziehen sich auf den Hauptanwendungsbereich von multimodalen Betriebskonzepten, d.h. auf Innerorts-Strecken mit dichtem multimodalen Verkehr in der Hauptverkehrszeit.

2.3 Anforderungen aus Sicht der einzelnen Verkehrsarten

2.3.1 Anforderungen des öffentlichen Verkehrs

Im Gegensatz zu den anderen Verkehrsmitteln ist der Fahrgast des öffentlichen Verkehrs (ÖV) passiver Benutzer. Neben seinen Anforderungen an den Betrieb sind deshalb auch die Anforderungen aus Sicht des (aktiven) Betreibers oder Transportunternehmers zu definieren. Nachfolgend werden die Anforderungen dieser beider Interessengruppen getrennt dargestellt.

Anforderungen an die wesensgerechte Betriebsabwicklung im ÖV

Anforderungen des Fahrgastes

Hauptanforderungen	- Pünktliche Fahrzeiten bei niedrigen Taktfolgezeiten - Regelmässige Kursfolgezeiten bei hohen Taktfolgezeiten - Gesicherte Anschlüsse (SOLL = IST)
Nebenanforderungen	- Kurze Reisezeiten - Kurze Wartezeiten (auf Linie oder Anschlusslinie) - Wenig unplanmässige Halte (Störungen) - Hohe Verfügbarkeit (möglichst kurze Taktfolge)

Anforderungen des Betreibers

Hauptanforderungen	- Planbare, stabile Fahrzeiten (=pünktlich) bei langen Taktfolgezeiten - Planbare, regelmässige Kursfolge bei kurzen Taktfolgezeiten (SOLL = IST)
Nebenanforderung	- Erfüllung der Anforderungen des Fahrgastes (s.o.) hinsichtlich der Betriebsabwicklung, z.B. kurze Reisezeiten, steigern die Attraktivität und in Folge die Produktivität.

Tabelle 1: Anforderungen im ÖV

Die Anforderungen sind im Allgemeinen anspruchsvoller als bei den anderen Verkehrsarten, weil beim ÖV eine gesetzliche **Liniengebundenheit** und **Fahrplangebundenheit** besteht, d.h. bei Störungen können in der Regel keine Ausweichrouten gewählt werden, und Verspätungen stellen eine Verletzung der Fahrplangebundenheit dar.

Der zentrale Begriff zur Definition von Pünktlichkeit oder Verspätung ist der Fahrplan. Diese Zuordnung von Ort und Zeit des Transportangebots wird wie bereits aufgezeigt vom Gesetzgeber verlangt und ist unabdingbare Voraussetzung sowohl für die innerbetriebliche Organisation der Leistungserbringung, wie auch für die Publikation des Transportangebots gegenüber potentiellen Fahrgästen.

Im Normalbetrieb (d.h. ohne aussergewöhnliche Ereignisse) setzt sich eine Initialverspätung d.h. eine Fahrplanabweichung aus einem bestimmten oder aus einer Summe kleiner überdurchschnittlicher Zeitbedarfe zusammen (vgl. WEIDMANN), sei es

- an Knoten (LSA, Kreisel, usw.),
- an Haltestellen (Fahrgastwechsel, Billettverkauf, Behinderte, usw.) oder
- auf der Strecke (Störungen durch andere Verkehrsteilnehmer, Baustellen oder Sonderveranstaltungen, Behinderungen durch andere ÖV-Kurse, Witterungsverhältnisse, usw.).

Die eigentliche Betriebsqualität ist das Ergebnis der tatsächlichen Umsetzung des geplanten Zustandes. Es sind somit zwei Wirkungskomponenten im ÖV zu unterscheiden:

- die optimale, kundenfreundliche (wirksame) und kostengünstige Auslegung des Sollzustandes (Planungsprozess)
- die laufende Realisierung des Sollzustandes (Betriebsprozess)

Beide Komponenten tragen zur effektiven Qualität bei bzw. beeinflussen die Hauptanforderungen an den ÖV **Zuverlässigkeit**, **Beförderungsgeschwindigkeit** und **Produktivität**.

Die **Zuverlässigkeit**, also die ständige Übereinstimmung von Soll- und Ist-Zustand (Ort – Zeit – Kurs), ergibt sich aus den Teilanforderungen Pünktlichkeit bzw. Regelmässigkeit und Anschlusssicherheit (garantierte Anschlüsse beim Umsteigen). Bezüglich der Teilanforderungen Pünktlichkeit und Regelmässigkeit können folgende weiterführende Definitionen getroffen werden:

- Pünktlichkeit bezeichnet die Einhaltung des vorgegebenen Fahrplanes im absoluten Zeitmassstab und wird bei langen Taktfolgezeiten (Taktfolge länger als 7,5 Minuten bzw. weniger als 8 Fahrzeuge/Stunde/Richtung) verwendet.
- Regelmässigkeit bezeichnet die Einhaltung der vorgegebenen Kurs- bzw. Taktfolgezeiten im relativen Zeitmassstab und wird bei kurzen Taktfolgezeiten verwendet (Taktfolge 7,5 Minuten oder kürzer bzw. 8 oder mehr Fz/Stunde/Richtung).

Die **Beförderungsgeschwindigkeit** beschreibt die Qualität des Verkehrsablaufs einer Strecke mit allen Störungen und Bevorrechtigungen (mittlere Geschwindigkeit eines ÖV).

Um in Folge eine hohe **Produktivität** zu erreichen ist es einerseits notwendig ein attraktives öffentliches Verkehrssystem anzubieten, da durch die Erfüllung der Anforderungen des Fahrgastes (z.B. garantierte Anschlüsse, kurze Reisezeiten) die Anzahl der Fahrgäste erhöht und als Folge ein Beitrag zu einem produktiveren System geleistet werden kann. Zum anderen umfasst die Produktivität auch betreiberspezifische Anforderungen, wie die Erreichung einer optimalen Auslastung mit minimalen Fahrzeug- und Personeneinsatz. Einen wichtigen Faktor in diesem System stellt für den Betreiber ein planbarer und stabiler Fahrplan dar.

Aus den hier dargestellten Anforderungen lassen sich Unterschiede in der Betrachtungsweise bzw. der Verhältnisse herleiten. Somit steht für eine Linie mit langen Taktfolgezeiten (z.B. im ländlichen Raum) die Pünktlichkeit und für Linien mit kurzen Taktfolgezeiten (z.B. im städtischen Raum) die Regelmässigkeit im Vordergrund.

2.3.2 Anforderungen des Motorisierten Individualverkehrs

Für den MIV steht in Städten und Agglomerationen die Planbarkeit der Reisezeit im Vordergrund. Diese umfasst auch die Parkplatzsuche, die jedoch für die vorliegende Aufgabenstellung ausgeklammert wird. Als Nebenanforderungen sind tiefe Betriebskosten, wenig Halte und hohe Verkehrssicherheit anzusehen. Die Anforderungen können wie folgt zusammengefasst werden:

Anforderungen an die wesensgerechte Betriebsabwicklung im MIV

Hauptanforderung	- Planbare Reisezeiten
Nebenanforderungen	- Minimale Reisezeit (zulässige Geschwindigkeiten ausnutzbar)
	- Tiefe Betriebskosten (flüssige Fahrt, wenig Verlustzeiten)
	- Wenig Halte (Komfort)
	- Hohe Verkehrssicherheit
	(- Parkplatzverfügbarkeit am Start- und am Zielpunkt)

Tabelle 2: Anforderungen im MIV

2.3.3 Anforderungen des Fussverkehrs

Der Fussverkehr wird überwiegend strassenbegleitend im öffentlichen Strassenraum abgewickelt. Üblicherweise stehen dem Fussgänger dabei eigene, von der Fahrbahn abgetrennte Bereiche zur Verfügung. In Zusammenhang mit den Qualitätsanforderungen der Fussgänger stehen aber vor allem die Konflikte mit den anderen Verkehrsteilnehmern (z.B. Fussgängerübergang) im Vordergrund. Die Anforderungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt und werden hauptsächlich bestimmt von der Sicherheit, der Umwegempfindlichkeit und dem Komfort.

Anforderungen an die wesensgerechte Betriebsabwicklung im FV

Hauptanforderungen	- Umwegfreie, direkte Verbindungen
	- Hohe Verkehrssicherheit
	- Leichte Fortbewegung mit hinreichender Bewegungsfreiheit
	- Kleine Verlustzeiten (wenig Umwege, wenig Halte, kurze Wartezeiten)
Nebenanforderungen	- Ansprechende Gestaltung für angenehme Fortbewegung und möglichst ebene Trassierung
	- Wenig Störungen durch andere Verkehrsteilnehmer
	- Hohe soziale Sicherheit
	- Gute Wegweisung (Übersichtlichkeit, Begreifbarkeit, Orientierung)

Tabelle 3: Anforderungen im FV

2.3.4 Anforderungen des Leichten Zweiradverkehrs

Der leichte Zweiradverkehr (Radfahrer und Motorfahräder) kann entweder im Mischverkehr oder getrennt davon geführt werden. Wie beim Fussverkehr stehen auch beim Leichten Zweiradverkehr die Anforderungen in Zusammenhang mit den Konflikten mit den anderen Verkehrsteilnehmern im Vordergrund. Sie sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Anforderungen an die wesensgerechte Betriebsabwicklung im LZV

Hauptanforderungen	<ul style="list-style-type: none">- Umwegfreie, direkte Verbindungen- Hohe Verkehrssicherheit- Leichte Fortbewegung mit ausreichender Bewegungsfreiheit- Kleine Verlustzeiten (wenig Umwege, wenig Halte, kurze Wartezeiten)
Nebenanforderungen	<ul style="list-style-type: none">- Wenig Störungen durch andere Verkehrsteilnehmer- Gute Wegweisung (Übersichtlichkeit, Begreifbarkeit und Orientierung)- Ansprechende Gestaltung für angenehme Fortbewegung und möglichst ebene Trassierung- Hohe soziale Sicherheit(- Abstellplatz am Start- und am Zielpunkt)

Tabelle 4: Anforderungen im LZV

Wie beim MIV ist der LZV auf die Verfügbarkeit von Abstellplätzen angewiesen. Für die vorliegende Aufgabenstellung wird dieser Aspekt jedoch ausgeklammert.

3. Literaturlauswertung

3.1 Vorgehen und Gliederung

Für den Forschungsauftrag wurde eine Auswertung der nationalen und internationalen Fachliteratur sowie eine Internetrecherche durchgeführt. Dazu wurde zunächst in der bekannten vorliegenden Fachliteratur zum Forschungsthema recherchiert. Anschließend erfolgte eine gezielte Internetrecherche in den nationalen und internationalen Forschungsdatenbanken sowie Instituts- und Bibliotheksdatenbanken (PIARC, ERTICO, EU-PORTAL, LEDA, MIRACLES, TELLUS, TRENDSETTER, VIVALDI, u.a.).

Aufgrund der Vielzahl an verfügbaren Projekten und Forschungsergebnissen zur Betriebsabwicklung des ÖV wurden zunächst internationale Vergleichsstudien von Projekten und Forschungsergebnissen betrachtet:

- PRISCILLA - Public Transport - State of the Art Review Studie (FRA, ITA, UK, 2002)
- Steuerung kommunaler Verkehrsnetze - Akademie für Technologiefolgenabschätzung (2003, D)
- Telematik im Verkehr - Entwicklungen und Erfolge Deutschland (2004, D)
- Stand der Verkehrstelematik in Deutschland im europäischen Vergleich (2004, D)
- VOYAGER - Public transport and use of IST - State of the art analysis (2002, ITA)

Als wesentliche Aussage der internationalen Vergleichsstudien konnte festgestellt werden, dass der derzeitige Forschungsbedarf zum Thema ÖV-Priorisierung vor allem die intermodalen Aspekte betrifft. Auch wird darauf hingewiesen, dass sowohl die spezifischen Kennwerte für den ÖV zu definieren als auch die bisherigen Definitionen der Verkehrsqualitätsstufen (VQS) für die übrigen Verkehrsarten zu erweitern sind. Die Literatur wurde deshalb gezielt nach den multimodalen bzw. we-sensgerechten Kennwerten für die vier Verkehrsarten ÖV, MIV, FV und LZV ausgewertet.

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der Literaturlauswertung getrennt nach den Verkehrsarten und nach den multimodalen Aspekten dargestellt.

3.2 Öffentlicher Verkehr

In den nachfolgend zusammengefassten Darstellungen werden zunächst Normen und Richtlinien und anschließend Forschungsprogramme und -projekte dargestellt. Es werden hier vor allem die konkret in Zusammenhang mit den VQS bzw. den dazu notwendigen quantitativen Kriterien erzielten Ergebnisse, welche auch von Relevanz für das vorliegende Forschungsprojekt sind, betrachtet.

Bei den Normen und Richtlinien sind folgende Dokumente von Bedeutung:

- Deutsches Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen (HBS, 2001): Im HBS werden Verkehrsqualitätsstufen für den Verkehrsablauf allgemein, aber auch für den ÖV definiert. Das primäre Mass der Qualität für den ÖV stellt dabei die Beförderungsgeschwindigkeit auf einer Strecke dar, für welche VQS von A bis F eingerichtet wurden. Weitere VQS für den ÖV wurden definiert für die Wahrscheinlichkeit der Bildung einer ÖV-Fahrzeugschlange vor der Haltestelle (Wahrscheinlichkeit von Störungen).

Weitere VQS werden im HBS bezüglich der zulässigen mittleren Wartezeiten an Lichtsignalanlagen für die einzelnen Verkehrsarten inklusive ÖV festgelegt.

Im HBS wird für die VQS der Begriff „Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV)“ verwendet. Die Einteilung in die Stufen A bis F auf der Strecke oder an Haltestellen sowie für die Beförderungsqualität innerhalb der Fahrzeuge erfolgt mit Hilfe von Grenzwerten für das jeweilige Qualitätskriterium.

Für die ÖPNV-Beförderungsgeschwindigkeit $V_{\text{öV}}$ gelten die folgenden Werte:

QSV	Beförderungsgeschwindigkeit $V_{\text{öV}}$ (km/h)
A	≥ 24
B	≥ 22
C	≥ 19
D	≥ 15
E	≥ 10
F	< 10

Tabelle 5: Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV) aufgrund der ÖPNV-Beförderungsgeschwindigkeit auf städtischen Hauptverkehrsstrassen (HBS, 2001)

- Traffic Commissioners' Practise Direction No.4 - Standards for local bus services UK (2004): Dieser Standard der Traffic Commission (UK), verbindlich seit Januar 2005, stellt quantitative Kriterien für die Zuverlässigkeit des ÖV auf. Demnach wird für die Pünktlichkeit unterschieden nach Linien mit kurzen und langen Taktfolgezeiten. Sowohl für den Startpunkt als auch für Punkte entlang der Linie wird jeweils ein unterschiedlicher Zeitrahmen bzw. Fahrzeitenverteilung von zu früh bis zu spät definiert. Für diesen Zeitrahmen wurden zusätzlich einzuhaltende unterschiedliche Schwankungsbreiten von 70% bzw. 95% formuliert. Für eine Nichteinhaltung dieser Zeitrahmen durch Transportunternehmen sind Konventionalstrafen vorgesehen.
- Transit Capacity and Quality of Service Manual USA (TCQSM) - 2nd Edition (2003): Aufbauend auf die im Sommer 2000 erschienene erste Version wurde in der zweiten Version versucht einige Defizite zu beheben. Wie bereits in der ersten Version wurde einzelnen quantitativen Kriterien des ÖV ein Level of Service (LOS) mit den Stufen A bis F zugeordnet.

Dabei wurden vor allem folgende Kriterien berücksichtigt: Taktfolge bzw. durchschnittliche Kursfolgezeit, Qualität der Verfügbarkeit von ÖV und Prozentsatz der Pünktlichkeit bei langen Taktfolgezeiten. Als erweiterter Aspekt der Pünktlichkeit wurde für kurze Taktfolgezeiten ein LOS für die Regelmässigkeit definiert. Hier wurde über einen Koeffizienten der Streuung der Abstände zwischen den ÖV-Fahrzeugen ein LOS zugeordnet, für welchen zusätzlich auch ein LOS der Wahrscheinlichkeit des 1,5-fachen Abstandes zwischen den ÖV-Fahrzeugen zugeteilt wird.

Generell sind die im TCQSM angegebenen Grenzwerte für schweizerische Verhältnisse nicht anwendbar, da das Angebotsniveau in den USA wesentlich tiefer liegt.

- Zürcher Verkehrsverbund ZVV, Arbeitsgruppen „Pünktlichkeit“ und „Anschluss“

In einer umfangreichen praktischen Arbeit wurden für alle Transportbeauftragten im ZVV umfassende Anforderungen an die Pünktlichkeit und an die Anschlusssicherung erarbeitet und Ende 2004 in einer internen Richtlinie festgehalten. Die Grundlagen dieser Richtlinie

wurden der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt und werden als praktische Basis für die Definition der VQS im öffentlichen Verkehr beigezogen.

Im folgenden Abschnitt werden die wesentlichen Forschungsergebnisse hinsichtlich der „wesensgerechten Betriebsabwicklung des ÖV“ dargestellt. Dabei kann festgestellt werden, dass vor allem Ansätze zu VQS bzw. der dazu notwendigen quantitativen Kriterien untersucht wurden.

- Department for Transport UK (DfT): Konkrete Einteilungen in Verkehrsqualitätsstufen für den ÖV werden nicht zur Verfügung gestellt, aber es gibt quantitative Kriterien für den ÖV. Als Hauptkriterium wird die Pünktlichkeit verwendet. Zusätzlich werden qualitative Kriterien wie die Wahrnehmung von zusätzlicher Wartezeit sowie gewichtete Wartezeiten für kurze Taktfolgezeiten angegeben.
- PRISCILLA - Bus priority strategies and impact scenarios developed on a large urban area (1999-2002): Dieses Projekt behandelt die Thematik der ÖV-Priorisierung vor allem der Busse, auf Basis einer weltweiten Analyse des Stands der Technik. Aufbauend auf dieser Analysephase wurden zunächst Ziele und anschliessend Massnahmen für drei Modellstädte (Genève, Southampton und Toulouse) entwickelt und zum Teil in Feldversuchen angewendet und bewertet. In Southampton wurde eine Bewertung mittels dem SPLIT-Simulationsprogramm (Selective priority to late buses implemented at traffic signals, basierend auf SCOOT) vorgenommen. Als ein weiteres Ergebnis dieses Projektes wurde ein „best practise guide for public transport priority“ erstellt.

Als Resultat der Analyse verschiedener Priorisierungsstrategien hinsichtlich der Warte- und Reisezeiten des Fahrgastes sowie der Auswirkungen auf den MIV konnte festgestellt werden, dass insgesamt die adaptive Priorisierung gegenüber einer Strategie der maximalen Priorisierung und auch gegenüber der minimalen Priorisierung wesentliche positive Auswirkungen hat. Zudem wurde bei Untersuchungen hinsichtlich der Priorisierung bei hohen Besetzungsgraden festgestellt, dass hier ein wesentliches Potential steckt, aber die Ausgaben für ein solches System hinsichtlich Rentabilität im Einzelfall zu prüfen sind. Problematisch wird diese Art der Bevorzugung bei grossen Taktfolgezeiten, weil ein ÖV-Fahrzeug dann unabhängig von dem Besetzungsgrad zu bevorzugen ist, damit die Anschlüsse gewährleistet werden können. Weitere Ergebnisse betreffen die Priorisierung basierend auf dem Fahrplan welche vor allem bei langen Taktfolgezeiten ihre Vorteile hat und die Priorisierung beruhend auf den Abstand zum vorausfahrenden ÖV-Fahrzeug, welche bei kurzen Taktfolgezeiten Vorteile hat.

Bezüglich der VQS für den ÖV wurden im Rahmen dieses Forschungsprojektes einige quantitative Kriterien beschrieben. So wurde eine Einteilung der Regelmässigkeit über das Abstandsverhältnis und in vier Stufen von „sehr schlecht“ bis „gut“ festgelegt.

Weitere für die vorliegende Thematik relevante Forschungsprojekte und -programme betreffen Projekte im Bereich der Verkehrstelematik, die zwar einen Beitrag für die vorliegende Forschung liefern können, aber für welche keine konkreten VQS bzw. quantitative Kriterien festgelegt wurden. Nachfolgend wird eines dieser Leitprojekte kurz vorgestellt:

- AUSIAS: basierend auf den Vorprojekten Drive I und II wurde die ÖV-Priorisierung unter mehrdimensionalen Zielsetzungen z.B. Verkehrsaufkommen untersucht. Es konnte festgestellt werden, dass eine adaptive Priorisierung des ÖV die Pünktlichkeit wesentlich verbessert und zusätzlich die Reisezeiten sowohl des ÖV als auch des MIV verkürzt werden können.

3.3 Motorisierter Individualverkehr

In der allgemeinen, streckenbezogenen Betrachtung, die für das vorliegende Thema benötigt wird, genügen die üblichen knotenpunkt- und querschnittsbezogenen VQS für den MIV nicht mehr. In der Gesamtbeurteilung ist eine strecken- bzw. korridorbezogene Betrachtung einzuführen. Während diese Betrachtungsweise für Hauptverkehrsstrassen im HBS ausgeklammert wurde, wird sie in den USA seit längerem angewendet. Als Instrumente sind insbesondere zu nennen:

- Levels of Standard for Urban Streets im Highway Capacity Manual (HCM) 2000
- Congestion Management System der Federal Highway Administration (FHWA)

Danach wird die Qualität des Strassennetzes für den MIV mit vier verschiedenen Kennwerten beurteilt:

- Verhältnis Belastung zu Leistungsfähigkeit (v/c-ratio)
- Korridor-Reisezeiten
- Strecken-Reisezeiten
- Verlustzeiten an Knotenpunkten

Die Betrachtung der streckenbezogenen Verkehrsqualität erfolgt damit im wesentlichen über die Reisezeiten bzw. die Geschwindigkeiten. Allerdings ist einschränkend zu beachten, dass die Stadtstrassen (Urban Streets) im Sinne des HCM nur verkehrsorientierte Strassen betreffen, d.h. die nutzungsorientierten Stadtstrassen sind ausgeklammert.

Verhältnis Belastung zu Leistungsfähigkeit

Eine erste Möglichkeit, die Verkehrsqualitätsstufen einer Strecke zu definieren stellt das Verhältnis Belastung/Leistungsfähigkeit (V/C-ratio) dar. Die Zuordnung der LOS ist zwar im aktuellen HCM nicht mehr vorgesehen. In der Praxis wird aber die Zuordnung gemäss HCM, Ausgabe 1994, weiterhin angewendet (z.B. AMATS).

LOS	V/C-ratio
A	≤ 0.60
B	0.61 – 0.70
C	0.71 – 0.80
D	0.81 – 0.90
E	0.91 – 1.00
F	> 1.00

Tabelle 6: Verhältnis Belastung zu Leistungsfähigkeit im MIV

Streckenbezogene VQS

Im HCM 2000 werden die VQS für Stadtstrassen (Urban Streets) aufgrund der durchschnittlichen Geschwindigkeit aus Simulationen oder Messungen wie folgt definiert.

Klasse	I	II	III	IV
Geschwindigkeit bei unbehinderter Fahrt (FFS)	90-70 km/h	70-55 km/h	55-50 km/h	55-40 km/h
Typische FFS	80 km/h	65 km/h	55 km/h	45 km/h
LOS	Durchschnittliche gemessene Geschwindigkeit (km/h)			
A	> 72	> 59	> 50	> 41
B	56-72	46-59	39-50	32-41
C	40-56	33-46	28-39	23-32
D	32-40	26-33	22-28	18-23
E	26-32	21-26	17-22	14-18
F	≤ 26	≤ 21	≤ 17	≤ 14

Tabelle 7: Streckenbezogene VQS im MIV

Im 2004 erschienenen CMS Report der Stadt Boston (USA) für Stadtstrassen Klasse III werden die folgenden Grenzwerte für Stausituationen (LOS E) verwendet:

Durchschnittliche Geschwindigkeit:	≤ 22 km/h
Geschwindigkeitsindex*:	< 0.7
Durchschnittliche Verlustzeit am Knoten:	≥ 55 sek.

*Verhältnis der durchschnittlichen Geschwindigkeit zur signalisierten Höchstgeschwindigkeit

Im Bericht „Congestion Management“ der Stadt Anchorage in Alaska wird als weiteres Beurteilungskriterium das Verhältnis der Reisezeit in Nebenverkehrszeiten zur Reisezeit in der Abendspitzenstunde verwendet. Für starke Stausituationen wird dieses Verhältnis mit 0.7 angegeben.

Eine ausführliche Herleitung von Stau-Indikatoren wurde für die Region Knoxville (Tennessee) durchgeführt. Darin werden die beiden folgenden streckenbezogenen Indikatoren verwendet.

- Verhältnis Belastung / Leistungsfähigkeit (V/C-ratio)
- Verhältnis Geschwindigkeit Spitzenstunde / Geschwindigkeit Nebenverkehrszeit

Die Zuordnung zu den LOS wird wie folgt festgelegt:

LOS	Verhältnis V-Spitzenstunde / V-Nebenverkehrszeit
A, B, C	> 0.75
D	0.67 – 0.75
E	0.66 – 0.50
F	< 0.50

Tabelle 8: Verhältnis V-Spitzenstunde zu V-Nebenverkehrszeit im MIV

Dabei wird zwischen Korridor- und Abschnittsbetrachtung unterschieden. Als Korridore werden ganze Strecken innerhalb des Stadtperimeters (jedoch ausserhalb der City) definiert, während Abschnitte als Teilstrecken zwischen zwei (wichtigen) Knoten gelten.

Die Beurteilung des Netzes erfolgt getrennt für die beiden Indikatoren. Die Erfassung der Geschwindigkeit wird mit Testfahrzeugen durchgeführt, die mit GPS-Geräten ausgerüstet sind.

Als dritte Netzbeurteilung werden die Verlustzeiten an Einzelknoten dargestellt und mit ähnlichen Grenzwerten wie im HCM zu LOS transformiert.

In der Schweiz wird derzeit ein Forschungsauftrag „Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit auf Strassen ohne Richtungstrennung“ (VSS 2000/338, Rudolf Keller & Partner AG) bearbeitet. Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit liegen voraussichtlich Ende 2006 vor.

3.4 Fussverkehr

In vielen aktuellen Forschungsarbeiten und Projektdokumentationen in der Schweiz und im Ausland wird darauf hingewiesen, dass eine multimodale Betrachtung verstärkt auch Nicht motorisierte Verkehrsteilnehmer (NMV) berücksichtigen müsste.

Im Rahmen der umfangreichen Literaturrecherche konnte festgestellt werden, dass im Ausland zunehmend Verkehrsqualitätsstufen und quantifizierbare Kennwerte zur Beschreibung der Qualität des Fussverkehrs definiert werden. Dabei wird hervorgehoben, dass zur Beschreibung der Qualität des Fussverkehrs eine Vielzahl an Kriterien zu erheben sind. Im Sinne einer guten Anwendbarkeit besteht die Anforderung, möglichst transparente und nachvollziehbare Qualitätsstufen bzw. quantifizierbare Kennwerte und leicht anwendbare Methoden zu deren Erhebung festzulegen. In der Schweiz fehlen bisher Aussagen und Kennwerte zum Fussverkehr.

Die wichtigsten Hinweise für die Beurteilung des Fussverkehrs ergeben sich aus der amerikanischen Literatur mit dem Highway Capacity Manual (HCM), den Forschungsprojekten des United States Department of Transportation (USDOT), des Florida Department of Transportation (FDOT) sowie den zu dieser Thematik verfassten Publikationen auf dem Transportation Research Board (TRB). Von besonderem Interesse sind dabei das Multi-Modal Level of Service Assessment Handbook, der Bicycle Compatibility Index (BCI), der Florida Roadway Condition Index (RCI) sowie der modifizierte RCI (MRCI) und der Bicycle Interaction Hazard Score (IHS). Ähnliche Schwerpunkte wie in den USA werden im Government for Land Transport (NZL) mit dem Pedestrian Network Planning and Facilities Design Guide und mit dem Cycle Network and Route Planning Guide gesetzt. Aus der europäischen Literatur anzuführen sind insbesondere das deutsche HBS und die Institution of Highways and Transport (IHT, UK) mit dem Cycle Review Level of Service. Im deutschsprachigen Raum beschränkt sich die Definition der VQS jedoch im allgemeinen auf die Leistungsmerkmale und die Wartezeiten.

Für den Fussverkehr werden im HBS folgende Kriterien mit zugeordneten Grenzwerten der „Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV)“ definiert, wobei die qualitative Beschreibung wie beim MIV verwendet wird.

HBS (D) - Fussverkehr						
QSV	A	B	C	D	E	F
Wartezeit an LSA (s)	≤ 15	≤ 20	≤ 25	≤ 30	≤ 35	> 35
Dichte - Bewegung (Fg/m ²)	≤ 0,1	≤ 0,2	≤ 0,4	≤ 0,7	≤ 1,8	> 1,8
Dichte - Warten (Fg/m ²)	≤ 1	≤ 1,5	≤ 2	≤ 3	≤ 6	> 6

Tabelle 9: Grenzwerte für die Qualitätsstufen des Fussverkehrs (HBS)

Im amerikanischen HCM werden ebenfalls Kriterien mit zugeordneten Grenzwerten der Verkehrsqualität definiert. Für die dargestellten Kriterien werden folgende Grenzwerte für die Verkehrsqualität festgelegt:

HCM (USA) – Fussverkehr						
LOS	A	B	C	D	E	F
Wartezeit LSA (s/Fg)	≤ 10	≤ 20	≤ 30	≤ 40	≤ 60	> 60
Wartezeit nicht LSA(s/Fg)	≤ 5	≤ 10	≤ 20	≤ 30	≤ 45	> 45
Verkehrsfluss FG, Fusswege allg. (m/s)	> 1,3	> 1,27-1,3	> 1,22-1,27	> 1,14-1,22	> 0,75-1,14	≤ 0,75
Verkehrsfluss FG, urbane Fusswege (m/s)	> 1,33	> 1,17-1,33	> 1-1,17	> 0,83-1,17	> 0,58-0,83	< 0,58
Platz auf Fusswegen / Bewegung (m ² /Fg)	> 5,6	> 3,7-5,6	> 2,2-3,7	> 1,4-2,2	> 0,75-1,4	≤ 0,75
Platz auf Fusswegen / Warten (m ² /Fg)	> 1,2	> 0,9-1,2	> 0,6-0,9	> 0,3-0,6	> 0,2-0,3	≤ 0,2
Konflikte mit Radfahrern/h (2,4m Breite)	≤ 38	≤ 60	≤ 103	≤ 144	≤ 180	> 180
Radfahrer/h (2,4m Breite)	≤ 28	≤ 44	≤ 75	≤ 105	≤ 131	> 131

Tabelle 10: Kriterien des HCM (USA) für den Fussverkehr

Im Rahmen des Multi-Modal Level of Service Assessment Handbook (FDOT) wird basierend auf statistischen Analysen eine Formel zur Beschreibung der Fussverkehrsqualität entwickelt. Dieses Modell besteht aus Variablen und dazugehörigen, statistisch ermittelten Koeffizienten (Signifikanz von 95%). Dem Ergebnis der Formel lässt sich in Folge ein LOS der Qualität des Verkehrsablaufs für den Fussverkehr zuordnen.

3.5 Leichter Zweiradverkehr

Für den leichten Zweiradverkehr werden in der Literatur die gleichen generellen Aussagen gemacht wie für den Fussverkehr. Konkrete Kennwerte werden im HBS nur für die Wartezeiten an LSA definiert, wobei die gleiche qualitative Beschreibung wie beim MIV verwendet wird.

HBS (D) – Fahrradverkehr						
QSV	A	B	C	D	E	F
Wartezeit (s) an LSA	≤ 15	≤ 25	≤ 35	≤ 45	≤ 60	> 60

Tabelle 11: Grenzwerte für die Qualitätsstufen des Fahrradverkehrs (HBS)

Zur Beschreibung der Verkehrsqualitätsstufen für den Fahrradverkehr werden im HCM (USA) folgende Kriterien mit zugeordneten Grenzwerten definiert:

HCM (USA) - Fahrradverkehr						
LOS	A	B	C	D	E	F
Wartezeit LSA (s/Fahrrad)	≤ 10	≤ 20	≤ 30	≤ 40	≤ 60	> 60
Geschwindigkeit Radweg (km/h)	> 22	> 15-22	> 11-15	> 8-11	> 7-8	< 7
Zeitverlust bei Behinderung (in % der Gesamtzeit)	≤ 10	> 10-20	> 20-40	> 40-70	> 70-100	100
Konflikte mit Radfahrern/h auf 1 km (Fahrradweg 2-spurig)	≤ 40	≤ 60	≤ 100	≤ 150	≤ 195	> 195
Konflikte mit Radfahrern/h auf 1 km (Fahrradweg 3-spurig)	≤ 90	≤ 140	≤ 210	≤ 300	≤ 375	> 375
Konflikte/h auf 1 km (Fuss- und Radweg 2-spurig)	≤ 40	≤ 60	≤ 100	≤ 150	≤ 195	> 195
Konflikte/h auf 1 km (Fuss- und Radweg 3-spurig)	≤ 90	≤ 140	≤ 210	≤ 300	≤ 375	> 375

Tabelle 12: Kriterien des HCM (USA) für den Fahrradverkehr

Nach der gleichen Methodik wie beim Fussverkehr wird auch für den Fahrradverkehr in den Richtlinien des FDOT vorgegangen, wobei in den ersten beiden Kategorien unterschiedliche Kriterien eingesetzt werden und die dritte Kategorie „Besondere Einrichtungen“ durch eine Kategorie „Geschwindigkeitsdifferenz“ ersetzt wird.

Ein ähnliches Verfahren für den Fahrradverkehr wurde für Grossbritannien erarbeitet (IHT/DETR, 1998) und wird für den „Cycle Audit“ eingesetzt. Dabei wird ein vom amerikanischen Vorgehen abweichendes Punktesystem verwendet, das als Maximum 100 Punkte vorsieht. Die Originaltabelle dieses Verfahrens ist im Anhang 4 wiedergegeben.

3.6 Bimodale Betrachtung ÖV und MIV

Die multimodale Betrachtung, d.h. die gleichzeitige Ermittlung der VQS für verschiedene Verkehrsarten, ist der Aspekt, der bis heute am wenigsten untersucht wurde. Die in der Literatur dokumentierten und praktisch anwendbaren Verfahren beschränken sich meist auf die bimodale Beurteilung des ÖV und des MIV. Wesentliche Untersuchungen hierzu sind:

- Munich COMFORT, Untersuchung eines kooperativen Verkehrsmanagements zwischen MIV und ÖV mit dem Ziel, den ÖV zu beschleunigen ohne unzumutbare Auswirkungen auf den MIV zu erhalten.
- TABASCO, basierend auf dem Forschungsprogramm Munich COMFORT, behandelt die Entwicklung und Anwendung einer verkehrsadaptiven Verkehrssteuerung, für die Feldversuche in München und in Glasgow durchgeführt wurden. Das Optimierungsprogramm BALANCE zur adaptiven Lichtsignalsteuerung wurde im Rahmen des TABASCO Projektes eingeführt und praktisch verwendet. Im Rahmen eines weiteren Folgeprojektes MOBINET wurden Erweiterungen wie z.B. EON (ereignisorientierte Netzsteuerung) hinzugefügt. Durch EON wird eine integrierte Bedienung aller Verkehrsarten angestrebt.

FRIEDRICH (1999) hat die Zielforderungen für die Steuerung von Lichtsignalanlagen aus der Sicht verschiedener Nutzergruppen aufgelistet. Die Zielfunktion PI für die Optimierung in einem Steuerungsverfahren wird als allgemeine Linearkombination von Wirkungsgrössen formuliert, welche auf die Arbeiten von Robertson (1969) bzw. deren Umsetzung in TRANSYT zurückgeht. Für praktische

Zwecke wird die allgemeine Zielfunktion PI in BALANCE auf die Wartezeiten des MIV und des ÖV beschränkt und in allgemeiner Form wie folgt formuliert:

$$PI = \sum_i \sum_j \alpha_{ij} \cdot w_{ij}^{\text{ÖV}} + \beta_{ij} \cdot w_{ij}^{\text{MIV}} + \gamma_{ij} \cdot w_{ij}^{\text{MIV}}$$

Darin bedeutet W die Gesamtwartezeit in der Untersuchungsperiode, w die durchschnittliche individuelle Wartezeit je Fahrzeug. i bezeichnet die Signalgruppen und j die Streckensets bzw. Knotensets oder Typen im Netz; α , β , γ sind Gewichtungsfaktoren.

FRIEDRICH zeigt auf, dass die Zielfunktion für verschiedene Optimierungsaufgaben eingesetzt werden kann. Die Erprobung des Verfahrens erfolgte mit dem Simulationsverfahren SIMPL der TU München. In einem Feldversuch in München wurden die Gewichtungsfaktoren α und β mit 0.5 angenommen und die individuelle Wartezeit nicht berücksichtigt ($\gamma=0$).

Die positiven Erfahrungen dieses Versuchs sowie die positive Bilanz aus den Feldversuchen des EU-Forschungsprojektes TABASCO in München und Glasgow haben zur definitiven Einführung von BALANCE in der Stadt München geführt.

In der Schweiz wurde in einer SVI-Forschungsarbeit ein pragmatisches Verfahren für die bimodale Beurteilung entwickelt:

- Forschungsbericht UVEK/ASTRA Nr. 385 „Ermittlung der intermodalen Leistungsfähigkeit bei lichtsignalgeregelten Knoten“ (SIMON, 2001). Es wurden für Schweizer Verhältnisse angepasste VQS für den ÖV an LSA nach den Anwendungsfällen „städtischer Raum“ und „Agglomerationsraum“ definiert. Für das Kriterium mittlere Verlustzeit der ÖV-Fahrzeuge in der Spitzenstunde wurden unterschiedliche Grenzwerte der VQS für den städtischen Raum und für die Agglomeration festgelegt.

Als Kenngrösse für die Gesamtleistungsfähigkeit an lichtsignalanlagengeregelten Knoten wird ein neuer Begriff des Intermodalen Qualitätsindikators (IQI) eingeführt, welcher die intermodale Qualität der Knotenleistungsfähigkeit quantitativ über eine gewichtete Bilanz der Personen-Verlustzeiten sowohl im MIV als auch im ÖV darstellt. Indem die Verlustzeiten im ÖV mit einem Gewichtungsfaktor >1 berücksichtigt werden, erfolgt eine globale Berücksichtigung der Störungsaufschaukelung (vgl. Kapitel 4.1.2).

An der Universität von Melbourne wird derzeit in einem grösseren Forschungsprojekt eine Methode entwickelt, um die Neuzuteilung von (beschränktem) Strassenraum unter Berücksichtigung der ÖV-Bevorzugung vorzunehmen. Dabei wird angestrebt, eine breite Abwägung zwischen einzelnen verkehrlichen und nicht-verkehrlichen Zielen vorzunehmen (CURRIE/SARVI/YOUNG, 2003). In einem ersten Teil des Projekts wurde ein Mikrosimulationsmodell aufgebaut und an zwei Fallbeispielen ausgetestet. Die Arbeiten werden derzeit mit weiteren Beispielen und Testpersonen weitergeführt mit dem Ziel, vor allem für den ÖV mit verfeinerten Kriterien und Bewertungen eine erweiterte Betrachtung der Störungskumulation durchzuführen.

3.7 Multimodale Gesamtbewertung

In der europäischen Forschung wird die Frage der multimodalen Gesamtbewertung bisher nur am Rande behandelt. Trotz umfangreicher online-Recherche konnten nur vereinzelte Arbeiten eruiert werden, die ansatzweise dieses Thema behandeln. Dabei werden aber lediglich Einzelanlagen betrachtet z.B. Knotenpunkte ohne Lichtsignalanlage (BRILON/MILTNER, 2003). Darin geht es aber lediglich um die Frage der optimalen Knotenform. In einer anderen Arbeit (BAIER/BAIER/KATHMANN/SCHÄFER, 2001) wird die Mitbenutzung von Busspuren durch Radfahrer, Taxi u.ä.

beurteilt und daraus Empfehlungen abgeleitet. Diese werden jedoch (richtigerweise) aus der Optik der Störungen des Busverkehrs durch die Drittbenutzer und nicht aus einer Gesamtfragestellung der Nutzenoptimierung beurteilt.

Eine weitere Forschungs-/Entwicklungsrichtung in Europa und in den USA beschäftigt sich mit der multimodalen Optimierung von Lichtsignalsteuerungen (MOBINET, SCOOT usw.). Dabei geht es primär um die Steuerungsalgorithmen.

In der englischsprachigen Forschungsliteratur wird der Begriff der „trade-offs“ d.h. der Abwägung bzw. des Kompromisses zwischen mehreren Zielsetzungen bei der Gesamtbewertung verwendet. In einer 2005 publizierten Arbeit (ISHAQUE/NOLAND, 2005) wird die Abwägung zwischen MIV und Fussverkehr mit Hilfe von Mikrosimulationsmethoden untersucht.

Am umfassendsten wurde bis heute die Frage der multimodalen Bewertung in den USA erforscht. Obwohl das Niveau der ÖV-Benutzung und die Ansprüche an die Anlagen für NMV im Allgemeinen wesentlich tiefer sind als in Europa, liefern die verfügbaren Quellen nützliche Anhaltspunkte zu den methodischen Fragen.

Die umfassendsten Arbeiten zur multimodalen Betrachtung wurden vom Florida Department of Transportation (FDOT) durchgeführt (PHILLIPS/KARACHEPONE/LANDIS, 2001). Im Jahr 2003 hat der Staat Florida ein Handbuch herausgegeben, das die Bildung von *multimodalen Verkehrsdistrikten* und die gebietsbezogene Verkehrsqualität behandelt. Die Betrachtung ist allerdings vor allem netzbezogen angelegt und somit auf einer weniger detaillierten Ebene dargestellt als dies für die Projektbetrachtung notwendig ist. Es wurde ein Vorgehen erarbeitet, nach dem der Level of Service (LOS) für jede Verkehrsart ermittelt und dargestellt werden soll (GUTTENPLAN/ DAVIS/STEINER/MILLER, 2003). Der Ablauf sieht folgendermassen aus (GUTTENPLAN, 2003):

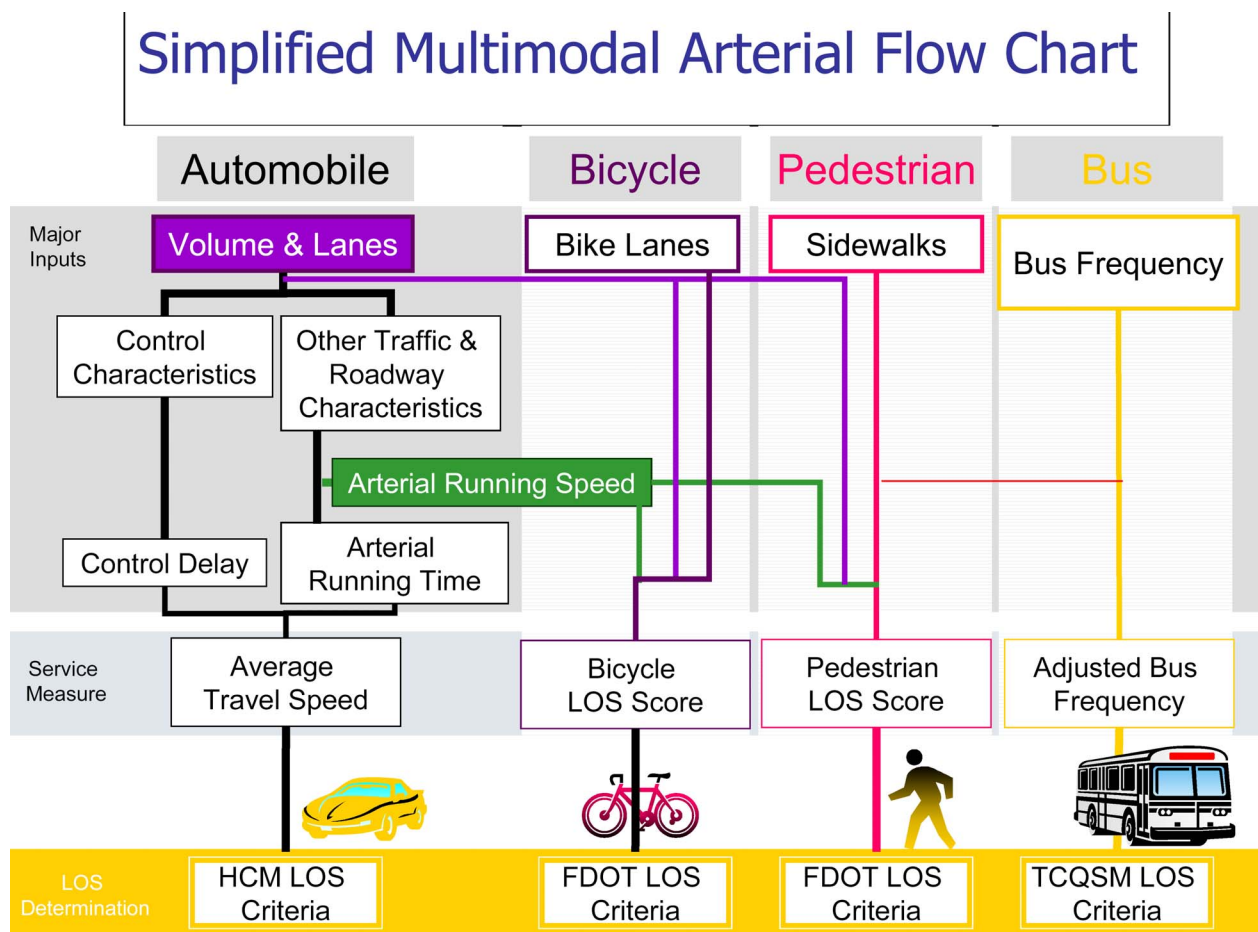


Abb. 1: Simplified Multimodal Arterial Flow Chart (Guttenplan, 2003)

Entscheidend an dieser Darstellung ist, dass am Schluss **keine** Aggregation der vier einzelnen LOS gemacht wird, sondern diese je für sich in einer Gesamtübersicht dargestellt werden. Aus der Optik der Netzbetrachtung (und nicht des einzelnen, beschränkten Strassenraumes) ist dieses Vorgehen häufig für die Optimierung ausreichend. Da für den LZV (Bicycle) und den FV (Pedestrian) vor allem Anlageelemente (Radstreifen/Radwege und Gehwege) die LOS bestimmen, wird vorausgesetzt, dass einzelne Verbesserungen (z.B. für Fussgänger) durch Schaffung zusätzlicher Infrastrukturen erfolgen können. Für die Optimierung bzw. Umverteilung beschränkter Verkehrsflächen ist das Vorgehen jedoch zu wenig detailliert.

Die Arbeiten des FDOT haben zu einem nationalen Forschungsprogramm geführt, das 2003 gestartet wurde und zum Ziel hat, ein Vorgehen für die Analyse der multimodalen LOS für Stadtstrassen (Urban Streets) zu erarbeiten (DOWNING, FLANNERY et al., NCHRP Project 3-70). Eine erste Phase dieser Arbeiten wurde im Dezember 2004 abgeschlossen. Die konkreten Ergebnisse, die auch die Vergleichbarkeit der LOS für die einzelnen Verkehrsarten beinhalten sollen, werden erst 2007 publiziert.

Die Frage der Gesamtbewertung beschäftigt in der Zwischenzeit diverse Regionen und Städte in den USA und in Kanada. Die Stadt Hamilton in Kanada (500'000 Einwohner) hat in einem Strategiepapier (BROWNEE et al., 2005) als Grundsatz formuliert, dass im Allgemeinen ein LOS C als Ziel für alle Verkehrsarten angestrebt werden soll, wobei die Definition der LOS spezifisch für die Stadt Hamilton erfolgt. Daneben sollen gebiets- oder korridorspezifische Prioritäten für die anzustrebenden LOS festgelegt werden (z.B. Fussgänger-orientierte Gebiete, Radfahrer-orientierte Achsen). Die Kon-

kreisierung dieser Strategie ist allerdings noch ausstehend. Das Verfahren soll ähnlich wie in den USA vorwiegend für die Korridor- oder Gebietsbeurteilung angewendet werden.

Die Frage nach der Vergleichbarkeit der Qualitätsdefinitionen für die einzelnen Verkehrsarten wird in der Literatur wenig behandelt. Im bereits erwähnten NCHRP-Projekt wird diese Frage explizit als Forschungsgegenstand erwähnt. Die Vergleichbarkeit soll aus Optik der Benutzer beurteilt werden, wobei beim ÖV richtigerweise die Benutzung des ÖV durch die Fahrgäste und nicht die Benutzung der Strasse durch den ÖV-Betreiber betrachtet wird.

3.8 Schlussfolgerungen für die Forschungsarbeit

Die Beurteilung der Problematik der multimodalen Bewertung im Sinne einer Aggregation führt unter Berücksichtigung der vorliegenden Literatur zu den folgenden Erkenntnissen:

- Der wesentliche Schritt der multimodalen Betrachtung ist die Erfassung aller Verkehrsarten mit ähnlichen Methoden (VQS).
- Die Bildung eines einzigen Gesamtindikators, der die multimodale Gesamtqualität abbildet, wird nirgends vorgeschlagen und ist **nicht** anzustreben.
- Die Beurteilung der Projektqualität aufgrund der synoptischen Darstellung der VQS der einzelnen Verkehrsarten ist eine Abwägungsfrage mit Zielkonflikten (Trade-offs). Im Leitfaden für die Praxis wird das Vorgehen bei der Beurteilung im Vordergrund stehen. Eine Empfehlung zur Ermittlung des Gesamtoptimums ist (auch nach rein verkehrstechnischen Gesichtspunkten) schwierig.

4. Herleitung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufen

4.1 Verkehrsqualitätsstufen ÖV

4.1.1 Grundsätzliches

Die wesentlichen Kennwerte der streckenbezogenen Verkehrsqualität im ÖV ergeben sich aus den Anforderungen an eine wesensgerechte Betriebsabwicklung und deren Zusammenhang mit den Störungen. Hier stehen die unregelmässigen bzw. zufälligen Störungen im Vordergrund, welche vor allem die **Zuverlässigkeit** tangieren. Diese umfasst die **Pünktlichkeit**, welche über die Verspätung bzw. Verfrühung definiert wird und fallweise die Anschlussicherheit als Zusatzkriterium.

Beim ÖV sind einerseits die gesetzliche **Linien-** und **Fahrplangebundenheit** als Vorgabe zu betrachten und andererseits sind die daraus abgeleiteten Anforderungen insbesondere bzgl. Fahrplangebundenheit von der Bedienungshäufigkeit abhängig. So steht für eine Linie mit langen Taktfolgezeiten (z.B. im ländlichen Raum) die Pünktlichkeit und für Linien mit kurzen Taktfolgezeiten (z.B. im städtischen Raum) die Regelmässigkeit im Vordergrund. Da in der Schweiz praktisch der gesamte ÖV mit regelmässigen Kursfolgezeiten betrieben wird, wird im Weiteren ausschliesslich der Begriff Taktfolgezeit verwendet.

4.1.2 Abhängigkeit von der Taktfolgezeit

Die zulässigen Grenzwerte für Verkehrsqualitätsstufen des ÖV müssen wie im Kapitel 4.1.1 dargestellt in Abhängigkeit von der Taktfolgezeit definiert werden. In Anlehnung an die bereits erwähnten Unterlagen aus der Praxis (ZVV) werden die folgenden Klassen für Taktfolgezeiten vorgeschlagen, wobei der obere Wert die jeweils höchste Taktfolgezeit angibt, sofern nicht systematisch nur die angegebenen Zeiten verwendet werden.

Klassen der Taktfolgezeiten						
Taktfolge (min)	< 7.5	7.5	10	15	30	60

Tabelle 13: Klassen der Taktfolgezeiten

Mit dieser feinen Einteilung können alle räumlichen Verhältnisse erfasst werden. Für den ländlichen Raum vereinfacht sich meist die Gliederung, da nur Taktfolgen ≥ 15 Minuten vorliegen.

Der Vergleich mit der internationalen Literatur zeigt, dass hiermit eine sehr feine Unterteilung der Taktfolgezeiten vorgenommen wird. Im Transit Capacity and Quality of Service Manual (TCQSM) (USA) werden Klassen für die Taktfolgezeiten bzw. die ÖV-Fahrzeuge pro Stunde definiert, wobei LOS A für eine Taktfolgezeit < 10 Minuten gilt.

Das englische Department for Transport (DfT) unterscheidet nur zwei Klassen von Taktfolgezeiten, wobei die erste Klasse ein regelmässiges Angebot (< 10 min) und die zweite Klasse ein fahrplanabhängiges Angebot (> 10 min) definiert.

Der Verband deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) gibt für den Verdichtungsraum (Stadt) und den ländlichen Raum (Land) unterschiedliche Werte für die Normalverkehrszeit an. Der jeweilige erste Wert stellt den Standard dar und der zweite Wert (in Klammern) stellt das zur Verfügung zu stellende Mindestangebot dar. Des Weiteren werden vom VDV neben den nachfolgend dargestellten Werten der Normalverkehrszeit auch Werte für die Schwachverkehrszeit, aber keine Werte für die

Hauptverkehrszeit, angegeben. Nachfolgend wird die Klasseneinteilung der Taktfolgezeiten für die Normalverkehrszeit dargestellt.

VDV (D)			
Gebiet	Klassen		
Taktfolge Stadt (min)	10 (15)	15 (20)	20 (40)
Taktfolge Land (min)	20 (30)	20 (40)	20 (60)

Tabelle 14: Klassen für Taktfolgezeiten des VDV (D), Standard- und Mindestwerte

Die Grenzwerte für Verkehrsqualitätsstufen werden im Folgenden in Abhängigkeit von den Klassen der Taktfolgezeiten festgelegt.

4.1.3 Kennwerte der Pünktlichkeit

Zur Bewertung der Pünktlichkeit bzw. der zeitlichen Abweichung werden quantifizierbare Kennwerte verwendet. Dabei wird zwischen **kursbezogenen** Werten und **einzelpunktbezogenen** Werten unterschieden. Im folgenden Abschnitt werden die Kennwerte der Pünktlichkeit vor allem in Zusammenhang mit der Verspätung betrachtet. Bei der Qualitätsbeurteilung ist aber auch die Verfrühung zu berücksichtigen (s. Kapitel 4.1.6).

Kursbezogene Verspätung

Die kursbezogene, maximal zulässige Verspätung ergibt sich aus der fahrplanmässigen Abfahrzeit an der Endhaltestelle (=Taktfolgezeit), welche in jedem Fall zu erreichen ist. Für eine zuverlässige Betriebsauslegung muss die zulässige Verspätung jedoch wesentlich kleiner als die Taktfolgezeit sein.

In den internen ZVV-Richtlinien wird festgelegt, dass als Mass der Pünktlichkeit die erwartete Verspätung (=Medianwert der Zeiten der ausgewerteten Fahrten) gegenüber dem optimalen planerischen Sollfahrzeitprofil als Richtwert max. $\frac{1}{3}$ der Taktfolgezeit sein darf, jedoch mind. 2 Minuten und max. 5 Minuten. Des Weiteren wird festgesetzt, dass ein Fahrzeug grundsätzlich an keiner Haltestelle zu früh abfahren darf, aber eine Verfrühung von maximal 30 Sekunden akzeptiert wird.

Für die Klassen der Taktfolgezeiten können somit die folgenden Kennwerte für die maximal zulässige Verspätung festgelegt werden.

Kursbezogene Verspätung						
Taktfolge (min)	< 7.5	7.5	10	15	30	60
Max. Verspätung (min)	2	2	3	4	5	5

Tabelle 15: Kennwerte für Verspätung

Für die Kennwerte des ländlichen Raumes können grundsätzlich die maximalen Werte für die Verspätung herangezogen werden. Bei grossen Taktfolgezeiten ist jedoch die eigentliche Verspätung selten massgebend. Wichtig ist die Anschlusssicherheit in der Reisekette, die dann zusätzlich zu beurteilen ist.

Einzelpunktbezogene Verlustzeit

Die kursbezogene Verspätung setzt sich in der Regel aus mehreren einzelpunktbezogenen Verlustzeiten zusammen, die durch innerbetriebliche Gesetzmässigkeiten aufgeschaukelt werden. Die Zusammenhänge werden nachfolgend analysiert.

4.1.4 Berücksichtigung der Störungsaufschaukelung

Bei kurzen Taktfolgezeiten entsteht durch die Fahrplangebundenheit und den fahrplanunabhängigen Haltestellenzufluss eine Störungsaufschaukelung, das heisst sobald der Abstand zum vorausfahrenden Kurs grösser wird, ist mit längeren Haltestellenaufenthaltszeiten zu rechnen. Diese sind die Folge davon, dass ein verspäteter Kurs bei fahrplanunabhängigem Haltestellenzufluss an der nächsten Haltestelle überdurchschnittlich viele wartende Fahrgäste antrifft, die dann wiederum durch Ein- und Aussteigevorgänge Zusatzverspätungen verursachen. Durch die längeren Haltestellenaufenthaltszeiten entsteht darüber hinaus ein kleiner werdender Abstand zum nachfolgenden Kurs, bis hin zur Paketbildung mehrerer aufeinander folgender Kurse (vgl. BRÄNDLI).

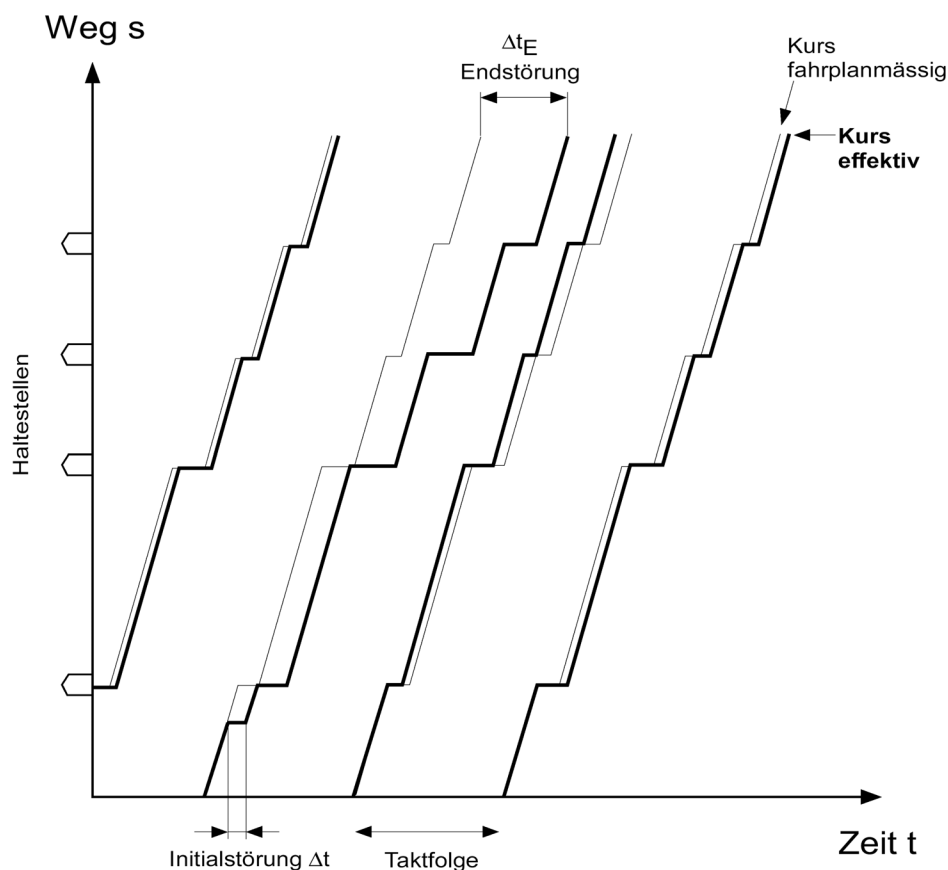


Abb. 2: Störungsaufschaukelung

Eine solche Störungsaufschaukelung wird durch unregelmässig (zufällig) auftretende Initialstörungen ausgelöst, welche sich nur schwer korrigieren bzw. höchstens über Pufferzeiten im Fahrplan berücksichtigen lassen. Zur Bewertung dieser Initialstörungen bzw. der daraus verursachten Verspätung ergibt sich folglich auch die wesentliche Anforderung, die Störungsaufschaukelung zu berücksichtigen. Ausgehend von der Kenntnis der Störungsaufschaukelung können folglich auch für Einzelpunkte bzw. Abschnitte maximal zulässige Verspätungen definiert werden.

Den Ausgangspunkt für die Beschreibung der Störungsaufschaukelung bildet die Proportionalität von Fahrgastwechselzeit und Kursfolgezeit. Da die Störungsaufschaukelung einen komplexen Vorgang mit vielen Einflussfaktoren darstellt, werden folgende Annahmen getroffen (vgl. WEIDMANN, 2004):

- Keine Fahrzeitreserve
- Konstanter Fahrgastzufluss zu jeder Haltestelle
- Linearer Zusammenhang zwischen Fahrgastwechselzahl und Zahl der Einsteiger
- Gleiche Fahrgastwechselzeiten an allen Haltestellen

Ausgehend von diesen vereinfachenden Annahmen kann folgende Formel zur Beschreibung der Störungsaufschaukelung angewendet werden (vgl. WEIDMANN, 2004):

$$t_{St/h} = t_{St/0} \cdot \left(1 + \frac{t_{HF}}{t_K - t_{HF}} \right)^h$$

wobei:

$t_{St/h}$ = Verspätung nach der h-ten Haltestelle nach der Störstelle (s)

$t_{St/0}$ = Initialstörung des Kurses K (s)

$t_{H,F}$ = Fahrgastwechselzeit an einer Haltestelle im fahrplanmässigen Fall (s)

t_K = Kursfolgezeit (s)

h = Anzahl der Haltestellen nach der Störstelle

Für die Taktfolgezeiten gemäss Tabelle 15 können aus dieser Formel die maximal zulässigen Verlustzeiten bei Initialstörungen ermittelt werden. Dazu wird davon ausgegangen, dass $t_{St/h}$ die Fahrplanabweichung am Ende des Fahrgastwechsels an der Endhaltestelle darstellt. Diese maximal zulässige Verspätung an der Endhaltestelle $t_{St/h}$ ist gleichzusetzen mit der in Tabelle 15 definierten kursbezogenen maximalen Verspätung. Für die Fahrgastwechselzeit $t_{H,F}$ wird vereinfachend für alle Haltestellen ein gleicher Wert von 20 Sekunden angenommen. Zudem wird als Näherung für städtische Linien angenommen, dass die Anzahl der Haltestellen nach der Störstelle h im relevanten Linienteil bis zum kritischen Fixpunkt etwa 12 Haltestellen aufweist. Zur Untersuchung der Störungskumulation wird diese Strecke in drei Abschnitte eingeteilt (vgl. Abbildung 3), wobei bei allen Haltestellen des ersten Abschnitts eine Anzahl von 12 Haltestellen bis zur Endhaltestelle festgelegt wird. Im zweiten Abschnitt werden vereinfachend 6 und im dritten Abschnitt 3 Haltestellen bis zur Endhaltestelle angenommen.

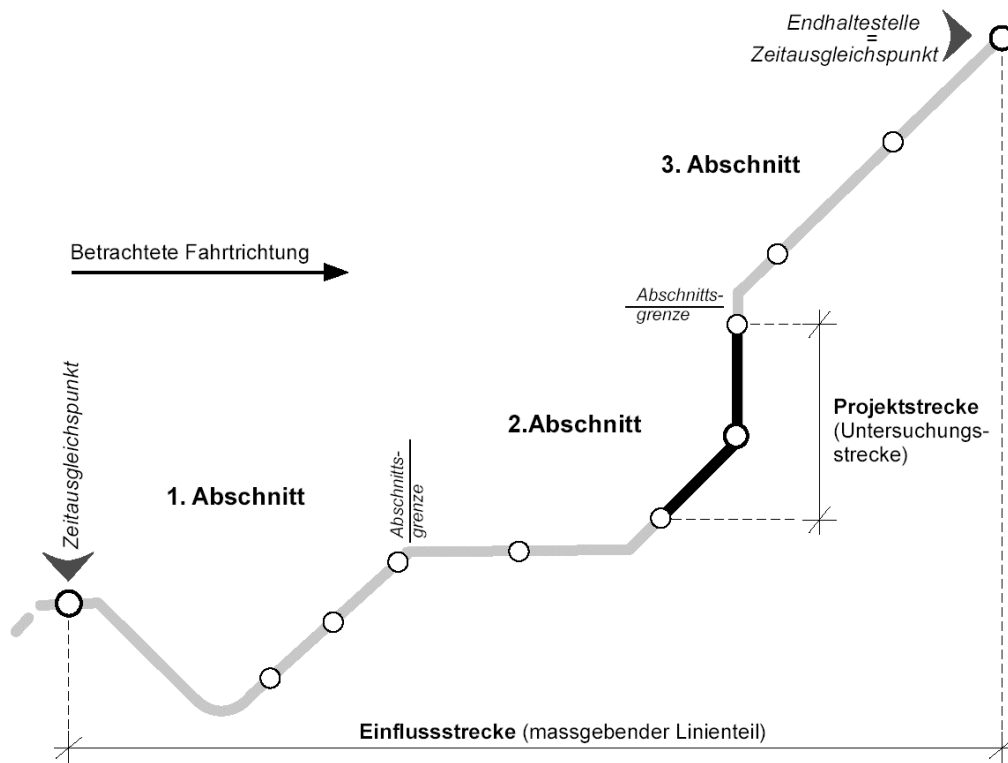


Abb. 3: Streckenskizze ÖV

Auf Basis dieser Grundlagen können folgende maximal zulässige einzelpunktbezogene Verlustzeiten in Sekunden für eine Störung berechnet werden.

$$\text{Bsp.: } 120 = 52 \cdot \left(1 + \frac{20}{300 - 20}\right)^{12} \rightarrow t_{St/h} = t_{St/0} \cdot \left(1 + \frac{t_{HF}}{t_K - t_{HF}}\right)^h$$

Maximal zulässige Verlustzeit bei einer Einzelstörung			
Taktfolge (min)	≤ 5	7,5	10
1. Streckenabschnitt (s)	52	69	119
2. Streckenabschnitt (s)	79	91	146
3. Streckenabschnitt (s)	97	104	162
Gesamte Strecke (s)	120	120	180

Tabelle 16: Maximal zulässige Verlustzeit bei einer Einzelstörung

Diese Ergebnisse sind eine näherungsweise Quantifizierung der bekannten Zusammenhänge der Störungsaufschaukelung. Die Wirkung einer Störungsaufschaukelung ist bei kürzeren Taktfolgezeiten grösser als bei längeren. Zudem stellt diese Formel die Gesetzmässigkeit dar, dass eine Initialstörung im ersten Streckenabschnitt mit einer grösseren Störungsaufschaukelung verknüpft ist, als dies im zweiten oder dritten Streckenabschnitt der Fall ist. Das ist auch der Grund, warum die maximal zulässigen Verspätungen im ersten Streckenabschnitt geringer anzusetzen sind als im dritten.

Die vorstehenden Werte gelten für den Fall einer einzigen Störung. Erfahrungsgemäss gibt es an einer Linie aber nicht nur eine Störung, sondern zwei oder auch mehrere. Diese stellen unter Berücksichtigung der Einteilung in drei Streckenabschnitte jeweils einen h -ten Teil, der für eine Störung ermittelten Wert der zulässigen maximalen Verspätung, dar.

Es ergibt sich somit eine Vielzahl an unterschiedlichen Kennwerten für die jeweilige Taktfolge, je nach Anzahl an Störungen im jeweiligen Streckenabschnitt. Für die praktische Handhabung wird die Störungsdauer (z.B. Messwert) als bekannt vorausgesetzt. Dann kann aufgrund der Gesetzmässigkeit ein Aufwertungsfaktor der Störungskumulation berechnet werden. In Tabelle 17 sind die Aufwertungsfaktoren α in Abhängigkeit von der Taktfolgezeit und den Streckenabschnitten dargestellt.

Aufwertungsfaktor α der Störungskumulation			
Taktfolge (min)	5	7,5	10
1.Streckenabschnitt α_1	$120 / 52 \approx 2,31$	$\approx 1,74$	$\approx 1,52$
2.Streckenabschnitt α_2	$\approx 1,52$	$\approx 1,32$	$\approx 1,24$
3.Streckenabschnitt α_3	$\approx 1,24$	$\approx 1,15$	$\approx 1,11$
Gesamte Strecke s_{max}	120	120	180

Tabelle 17: Berechnete Aufwertungsfaktoren α der Störungskumulation ÖV

Damit kann für die festgelegten maximalen Werte der Verspätung für die gesamte Strecke auch die massgebende Gesamtverspätung mehrerer in unterschiedlichen Streckenabschnitten liegenden Verspätungen mit folgender Formel berechnet werden.

$$s_{mass} = s_1 \cdot \alpha_1 + s_2 \cdot \alpha_2 + s_3 \cdot \alpha_3 \leq s_{max}$$

wobei:

s_{mass} = massgebende Verspätung

s_{max} = maximal zulässige Verspätung

s_i = Verspätung im Streckenabschnitt i ohne Aufschaukelung

α_i = Aufwertungsfaktor der Aufschaukelung im Streckenabschnitt i

In der praktischen Anwendung ist davon auszugehen, dass auf einer städtischen Linie an bestimmten Punkten Pufferzeiten im Fahrplan eingerechnet werden, um gewisse Störungen aufzufangen. Diese Punkte werden als Zeitausgleichspunkte bezeichnet, so dass für die Störungsaufschaukelung nicht die ganze Linie, sondern nur der Linienteil bis zum nächsten Zeitausgleichspunkt zu berücksichtigen ist.

Für den ländlichen Raum sind aufgrund der grossen Taktfolge keine Störungsaufschaukelungen zu erwarten. Es ist somit für den ländlichen Raum lediglich die kursbezogene Bewertung der Verspätung vorzunehmen. Als Zusatzkriterium ist im Einzelfall die Anschlusssicherheit zu beurteilen.

4.1.5 Kennwerte für die Anschlusssicherheit

Die Anschlusssicherheit, welche eng an die Verspätung geknüpft ist, stellt einen weiteren Kennwert dar, der jedoch meist nur bei langen Taktfolgezeiten massgebend wird. Die Anschlusssicherheit wird meist in % der verpassten Anschlüsse beim Umsteigen ausgedrückt. Der zulässige Anteil verpasster Anschlüsse nimmt dementsprechend bei langen Taktfolgezeiten gemäss Tabelle 18 ab.

Anschlussicherheit im ÖV					
Taktfolge (min)	≤ 7.5	10	20 / 15 / 12	30	60
max. verpasste Anschlüsse	-	9%	6%	3%	3%

Tabelle 18: Qualitätsziele der Anschlussicherheit im ÖV

4.1.6 Ableitung der Verkehrsqualitätsstufen ÖV

Aufgrund der vorstehenden Analyse können die Anforderungen gemäss Kapitel 2.3 für den ÖV auf die Pünktlichkeit als Hauptanforderung und die kurze Reisezeit als Nebenanforderung beschränkt werden. Als Mass der kurzen Reisezeiten wird die Beförderungsgeschwindigkeit auf dem untersuchten Linienteil verwendet. Für die praktische Arbeit wird ein Punktesystem vorgeschlagen, mit dem die zwei Kennwerte Pünktlichkeit und Beförderungsgeschwindigkeit beschrieben werden können. Dabei soll der Pünktlichkeit die grössere Bedeutung zukommen. Im nachfolgend beschriebenen Punktesystem wird sie mit 80% (80 Punkte von maximal 100) gegenüber 20% für die Beförderungsgeschwindigkeit bewertet. Die Anschlussicherheit ist als Nebenkriterium zu betrachten, das in Einzelfällen anstelle der Pünktlichkeit relevant werden kann.

Bezüglich der Verkehrsqualität für die Pünktlichkeit können einerseits kursbezogene und andererseits einzelpunktbezogene Werte dargestellt werden. Als wesentliches Kriterium wird der maximal zulässige Grenzwert der Verspätung entweder für die gesamte Linie oder für Linienteile bzw. Einzelpunkte nach den Taktfolgezeiten definiert. Linienteile sind dann relevant, wenn durch Zeitausgleichspunkte die gesamte Linie in relevante Teile gegliedert werden kann. In diesem Fall ergeben sich die Streckenabschnitte wie in Abbildung 3 dargestellt.

Die Kennwerte der Verspätung werden wie folgt definiert:

Zulässige Verspätung im ÖV						
Taktfolge (min)	< 7.5	7.5	10	15	30	60
max. Verspätung Gesamtstrecke (s)	120	120	180	240	300	300
max. Verfrühung Einzelpunkt (s)	30	30	30	30	30	30
max. Zeitverlust Einzelpunkt (s)	$s_{max} \leq 120$	$s_{max} \leq 120$	$s_{max} \leq 180$	$s_{max} \leq 240$	$s_{max} \leq 300$	$s_{max} \leq 300$
im 1.Streckenabschnitt (s)	$s_1 \cdot \alpha_1 \leq 120$	$s_1 \cdot \alpha_1 \leq 120$	$s_1 \cdot \alpha_1 \leq 180$			
im 2.Streckenabschnitt (s)	$s_2 \cdot \alpha_2 \leq 120$	$s_2 \cdot \alpha_2 \leq 120$	$s_2 \cdot \alpha_2 \leq 180$			
im 3.Streckenabschnitt (s)	$s_3 \cdot \alpha_3 \leq 120$	$s_3 \cdot \alpha_3 \leq 120$	$s_3 \cdot \alpha_3 \leq 180$			

Tabelle 19: Zulässiger Grenzwert der Verspätung im ÖV

Falls eine einzelne bzw. mehrere Störungen in unterschiedlichen Abschnitten vorliegen, wird die unter Kapitel 4.1.4 Formel angewendet:

$$s_{mass} = s_1 \cdot \alpha_1 + s_2 \cdot \alpha_2 + s_3 \cdot \alpha_3 \leq s_{max}$$

wobei:

- s_{mass} = massgebende Verspätung
 s_{max} = maximal zulässige Verspätung
 s_i = Verspätung im Streckenabschnitt i ohne Aufschaukelung
 α_i = Aufwertungsfaktor der Aufschaukelung im Streckenabschnitt i gemäss Tabelle 20

Der Faktor α kann für die praktische Arbeit aus der folgenden Tabelle herausgelesen werden:

Aufwertungsfaktor α der Störungskumulation			
Taktfolge(min)	5	7,5	10
α_1	2,3	1,8	1,5
α_2	1,5	1,3	1,2
α_3	1,3	1,2	1,1

Tabelle 20: Anwendungswerte für den Aufwertungsfaktor α der Störungskumulation ÖV

Der maximal zulässige Zeitverlust an einem Einzelpunkt bzw. an mehreren verschiedenen Einzelpunkten inklusive der Berücksichtigung der Störungsaufschaukelung kann somit für die unterschiedlichen Streckenabschnitte aus den maximal zulässigen Verspätungen und den Aufwertungsfaktoren α_i berechnet werden. Diese Formel ist bei kurzen Taktfolgezeiten zu berücksichtigen, da hier die Gesetzmässigkeit der Störungsaufschaukelung einen wesentlichen Einfluss hat. Bei grösseren Taktfolgezeiten tritt die Gesetzmässigkeit der Störungsaufschaukelung nicht auf und wird deshalb nicht dargestellt. Für die Festsetzung der Verkehrsqualitätsstufen aufgrund der Verspätung wird bei längeren Taktfolgezeiten nur die kursbezogene Verspätung herangezogen.

In der internationalen Literatur werden je nach Land oder räumlichen Gegebenheiten zum Teil sehr unterschiedliche Verkehrsqualitätsstufen für ähnliche Kennwerte definiert. Für die Schweiz wird der Vorschlag gemacht, die vorstehend erarbeiteten Grenzwerte als Qualitätsstufe C zu definieren. Diese als maximal zulässig definierten Grenzwerte der Verspätung bzw. der Anschlussbrüche können unter anderen räumlichen Gegebenheiten mit weniger ausgereiften verkehrlichen Systemen zum Teil eine gute bis sehr gute Verkehrsqualität darstellen. Im Sinne der wesensgerechten Behandlung des ÖV vermittelt diese Festlegung „C“ die besondere Zielsetzung im Vergleich zum MIV, wo gemäss VSS die Stufe „D“ als Dimensionierungsgrundlage für die Spitzenstunde gilt. Die Frage der richtigen Zuordnung der Grenzwerte zu einer bestimmten VQS muss im Einzelfall jedoch weiter vertieft werden (vgl. Kap. 5).

Da sowohl für die Pünktlichkeit als auch für die Anschlusssicherheit die maximal zulässigen Grenzwerte definiert wurden, kann somit durch die Zusammenführung beider Kriterien die Darstellung der Qualitätsstufe C in Abhängigkeit von der jeweiligen Taktfolgezeit erfolgen:

Verkehrsqualitätsstufe ÖV für die Verspätung						
Taktfolge (min)	≤5	7.5	10	15	30	60
max. Verspätung Gesamtstrecke (s)	120	120	180	240	300	300
max. Verfrühung Einzelpunkt (s)	30	30	30	30	30	30
max. Verspätung Einzelpunkt (s)	$s_{max} \leq 120$	$s_{max} \leq 120$	$s_{max} \leq 180$	$s_{max} \leq 240$	$s_{max} \leq 300$	$s_{max} \leq 300$
im 1.Streckenabschnitt (s)	$s_1 \cdot \alpha_1 \leq 120$	$s_1 \cdot \alpha_1 \leq 120$	$s_1 \cdot \alpha_1 \leq 180$			
im 2.Streckenabschnitt (s)	$s_2 \cdot \alpha_2 \leq 120$	$s_2 \cdot \alpha_2 \leq 120$	$s_2 \cdot \alpha_2 \leq 180$			
im 3.Streckenabschnitt (s)	$s_3 \cdot \alpha_3 \leq 120$	$s_3 \cdot \alpha_3 \leq 120$	$s_3 \cdot \alpha_3 \leq 180$			
Qualitätsstufe	„C“	„C“	„C“	„C“	„C“	„C“

Tabelle 21: Verkehrsqualitätsstufen ÖV für die Verspätung

Für die konkrete Definition der VQS_{MM} wird eine Punkteskala definiert, die sinngemäss die Qualitätsvorstellungen der Tabelle 21 berücksichtigt. Wie zu Beginn des Abschnitts dargelegt, wird in dem auf 100 Punkte skalierten Punktesystem die beste Qualitätsklasse der Verspätung mit 80 Punkten (80%) bewertet. Diese wird einer Verspätung gegen 0 Sekunden oder maximal 30 Sekunden Verfrühung zugeordnet. Da aber die Verfrühung nie einen Idealzustand aus Kundensicht darstellt, wird vorgeschlagen, für die Verfrühung die zweitbeste Punktzahl (70) anzugeben. Des Weiteren ist es notwendig, eine tiefste Stufe der Qualität festzulegen. Dabei wird von einer möglichen Pulkbildung zweier bzw. mehrerer hintereinander fahrender Linien ausgegangen. Für den Wert „10 Punkte“ bei kurzen Taktfolgezeiten wird deshalb die Taktfolgezeit minus 30 Sekunden festgelegt. Bei langen Taktfolgezeiten wird die Zumutbarkeit der Verspätung für Fahrgäste auf die halbe Kursfolgezeit, jedoch maximal 10 Minuten, begrenzt. Zwischen diesen Stufen wird in der Folge eine Unterteilung in Stufen von 30 bzw. 90 Sekunden vorgeschlagen.

Zusammenfassend ergibt sich die folgende Punktebewertung der Verspätung:

Punktebewertung der massgebenden Verspätung (s_{mass})						
Taktfolge	Massgebende Verspätung auf der Einflussstrecke (s_{mass} in s)					
5min	0 bis 60	90 oder -30 bis -1	120	180	270	> 270 oder < -30
7,5min	0 bis 60	90 oder -30 bis -1	120	180	390	> 390 oder < -30
10min	0 bis 60	120 oder -30 bis -1	180	240	420	> 420 oder < -30
15min	0 bis 60	120 oder -30 bis -1	180	240	450	> 450 oder < -30
30min	0 bis 60	120 oder -30 bis -1	180	300	600	> 600 oder < -30
60min	0 bis 60	120 oder -30 bis -1	180	300	600	> 600 oder < -30
Punkte	80	70	60	30	10	0

Tabelle 22: Punktezuteilung in Abhängigkeit von der massgebenden Verspätung im ÖV

Das zweite Kriterium, die Beförderungsgeschwindigkeit, wird wie folgt definiert:

Beförderungsgeschwindigkeit: Geschwindigkeit des öffentlichen Verkehrsmittels unter Berücksichtigung sämtlicher planmässiger und unplanmässiger Halte

Dieses Kriterium wird entsprechend der grundlegenden Festlegungen mit maximal 20 Punkten bewertet. In Anlehnung an die VDV und aufgrund der hohen Anforderungen im ÖV in der Schweiz werden die folgenden Grenzwerte für die Punktezuweisung verwendet:

Punktbewertung der Beförderungsgeschwindigkeit im ÖV					
Beförderungsgeschwindigkeit (km/h)	> 24	22 -23.9	20-21.9	18-19.9	< 18
Punkte	20	15	10	5	0

Tabelle 23: Punktbewertung der Beförderungsgeschwindigkeit im ÖV

Schlussendlich soll die multimodale, streckenbezogene Verkehrsqualitätsstufe des ÖV ($VQS_{MM} - \text{ÖV}$) aus der Summe der Punkte ermittelt werden, die sich aus der Bewertung der Pünktlichkeit und der Beförderungsgeschwindigkeit ergibt. Die resultierende Verkehrsqualitätsstufe wird wie folgt festgelegt:

$VQS_{MM} - \text{ÖV}$						
Punkte	100-81	80-71	70-51	50-31	30-21	20-0
$VQS_{MM} - \text{ÖV}$	A	B	C	D	E	F

Tabelle 24: Zuordnung der $VQS_{MM} - \text{ÖV}$ aus der Punktezahl

Im Allgemeinen kann davon ausgegangen werden, dass die Gewährleistung der Pünktlichkeit auch zur Gewährleistung der Anschlusssicherheit an Umsteigeknoten führt. In Einzelfällen, in denen die Pünktlichkeit weniger Bedeutung hat (z.B. ländlicher Raum), kann die separate Betrachtung des Kriteriums Anschlusssicherheit anhand des Anteils der verpassten Anschlüsse erforderlich sein. Zur Beurteilung können die Richtwerte der Tabelle 18 verwendet werden.

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes werden die Grenzwerte für die Anschlusssicherheit zusätzlich für die kurzen Taktfolgezeiten vorgeschlagen, da im Sinne qualitativ hochwertiger Anschlüsse auch bei kurzen Taktfolgen ein entsprechendes Angebot im Einzelfall gewünscht sein kann. Diese Anforderung wird jedoch für Taktfolgezeiten bis 10 Minuten als Nebenkriterium bezeichnet. Als Stufe D der Qualität für die Taktfolgezeit von 5 Minuten wird ein Wert von maximal 15% verpasster Anschlüsse festgelegt und für 7,5 Minuten ein Wert von 12%.

Der anzustrebende Zustand der Anschlusssicherheit sind nahezu 0% (<1%) verpasste Anschlüsse (VQS A). Bis zu den Grenzwerten für die VQS D wird in 5%-Schritten interpoliert, so dass sich die Abstufung wie folgt ergibt:

Verkehrsqualitätsstufen der Anschlussicherung im ÖV						
Taktfolge (min)	Anteil der verpassten Anschlüsse in %					
5	< 1	1-5	5.1-10	10.1-15	15.1-20	> 20
7.5	< 1	1-4	4.1-8	8.1-12	12.1-16	> 16
10	< 1	1-3	3.1-6	6.1-9	9.1-12	> 12
15	< 1	1-2	2.1-4	4.1-6	6.1-8	> 8
30	0	0.1-1	1.1-2	2.1-3	3.1-4	> 4
60	0	0.1-1	1.1-2	2.1-3	3.1-4	> 4
VQS	A	B	C	D	E	F

Tabelle 25: Verkehrsqualitätsstufen der Anschlussicherung im ÖV

Aufgrund der vorgeschlagenen Betrachtung des Haupt- **oder** des Nebenkriteriums ist für die VQS_{MM}-ÖV der entsprechende Wert zu verwenden. Es erfolgt keine Synthese aus Verspätungs- und Anschlussbeurteilung.

4.2 Verkehrsqualitätsstufen MIV

4.2.1 VQS an Knotenpunkten

In der Schweizer Norm SN 640 017a (1998) werden die Verkehrsqualitätsstufen grundsätzlich definiert. In den weiteren Normen 640 018 bis 640 024 werden die Definitionen für einzelne Anlagen und Elemente konkretisiert. Für Strecken von HVS und VS wird allerdings nur die Stufe E quantifiziert, da bisher Unterlagen für die Festlegung der anderen Stufen fehlen. Neuere Forschungsarbeiten hierzu sind in Bearbeitung.

Für die verschiedenen Knotenformen liegen detaillierte Angaben zu den Verkehrsqualitätsstufen für den MIV vor. In der Norm SN 640 023 (1999) werden diese für die einzelnen Fahrstreifen von LSA-Knoten festgelegt:

Verkehrsqualitätsstufe (VQS) <i>MIV-LSA</i>	Mittlere Wartezeit pro Fahrzeug [s]	Auslastungsgrad bzgl. Kapazität [-]	Länge Rückstau nach Ende Grünzeit max. Anzahl Halte
A	keine oder sehr kurz	< 0,3	vollständig abgebaut ≤ 1 Halt
B	hinnehmbar	0,3 ... 0,5	vollständig abgebaut ≤ 1 Halt
C	spürbar anwachsend	0,5 ... 0,7	in der Regel vollständig abgebaut ≤ 1 Halt
D	hohe Wartezeiten	0,7 ... 0,85	nicht in allen Umläufen abgebaut ≤ 2 Halte
E	sehr lange, stark streuend	0,85 ... 1,0	kein Abbau > 2 Halte
F	sehr lange, während ganzer Spitzenstunde	≥ 1,0	während ganzer Spitzenstunde kein Abbau > 2 Halte

Tabelle 26: Verkehrsqualitätsstufen für Fahrstreifen von LSA-Knoten

Die VQS D wird als Dimensionierungsziel für die Spitzenstunde definiert. Sie stellt damit ein Minimalziel dar.

Zitat:

“Als Dimensionierungsgrundlage wird die Stufe D empfohlen. Sie sollte in den Spitzenstunden auf allen Fahrstreifen eingehalten werden. In begründeten Ausnahmefällen kann auch die Stufe E angewendet werden.”

Für Knoten ohne LSA und für Knoten mit Kreisverkehr werden die VQS anhand von Grenzwerten für die mittlere Wartezeit definiert. Die Werte sind für beide Knotentypen gleich und in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

VQS <i>MIV-ungeregelt</i>	Mittlere Wartezeit w [s]
A	< 10
B	10-15
C	15-25
D	25-45
E	> 45
F	-

Tabelle 27: VQS für Knoten ohne LSA oder Kreisverkehr

Diese Kennwerte zeigen, dass der Rückstau bzw. die durchschnittliche Wartezeit pro Fahrzeug das Hauptkriterium für die Qualität am Knoten darstellt. Als Nebenkriterium erscheint die Anzahl Halte. Die Anzahl Halte ist bei Einzelanlagen einerseits als Komfortkriterium (bzw. psychologische Störung) zu werten und hat andererseits eine gewisse Bedeutung als Umweltkriterium (Emissionen durch die Anfahrvorgänge). Die Rückstaulänge hat vor allem Auswirkungen auf die bauliche Ausgestaltung der Zufahrt bzw. auf die Behinderung anderer Verkehrsströme. Bei koordinierten Strassenzügen ist der Anteil der Durchfahrten ohne Halt das wichtigste Dimensionierungsziel für die Steuerung.

4.2.2 Empfehlungen für streckenbezogene VQS

Die Analyse der ausländischen Literatur und der praktischen Beispiele führt zur Erkenntnis, dass die im Zusammenhang mit einer multimodalen Streckenbeurteilung relevanten Kennwerte des MIV nicht mit einer einzigen Grösse beschrieben werden können. In der folgenden Tabelle sind die benötigten Kriterien und die dazu passenden Indikatoren zusammengestellt.

Kriterium	Indikator
Staugefährdung Gesamtstrecke (Reisezeitkonstanz)	Verhältnis Reisezeit Spitzenstunde zu Reisezeit Nebenverkehrszeit
Belastungs- bzw. Betriebsniveau MIV	Durchschnittliche Geschwindigkeit (V _m)
Staugefährdung Knoten	Verlustzeit MIV

Tabelle 28: Kriterien für die streckenbezogene VQS im MIV

Ähnlich wie beim ÖV wird ein Punktesystem für die Qualitätsbewertung des MIV eingeführt. Die Kriterien der vorstehenden Tabelle werden dabei aufgrund der Anforderungen des MIV wie folgt gewichtet:

Reisezeitkonstanz	35%
Betriebsniveau	25%
Wartezeit an Knoten	40%

Für die Reisezeitkonstanz werden die Kennwerte in Anlehnung an diejenigen der USA vorgeschlagen, wobei die Reisezeit (t) anstelle der Geschwindigkeit verwendet wird, da Reisezeiten einfacher zu erheben sind. Massgebender Kennwert ist somit:

$$\frac{t_{ss}}{t_{nv}} = \frac{\text{Reisezeit Spitzenstunde}}{\text{Reisezeit Nebenverkehrszeit}}$$

$\frac{t_{ss}}{t_{nv}}$	≤ 1.10	1.11 – 1.20	1.21 – 1.35	1.36 – 1.50	1.51 – 2.00	> 2.00
VQS	A	B	C	D	E	F

Tabelle 29: Qualitätsstufen MIV aufgrund der Reisezeit

Für das Geschwindigkeitsniveau gilt V₈₅ als Messgrösse, wobei die Werte für den typischen Fall der Innerortsstrecke mit signalisierter Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h abgestuft werden. Bei V_{sign} = 60 km/h werden die Grenzwerte um 5 km/h erhöht.

Für das Kriterium Wartezeit am Knoten werden die bestehenden Grenzwerte bzw. Knoten-VQS herangezogen. Insgesamt werden die multimodalen, streckenbezogenen VQS für den MIV mit Hilfe der folgenden Punktetabelle ermittelt:

Punktbewertung für den MIV			
Kategorie		Kriterium	Punkte
S T R E C K E	Reisezeitkonstanz	Verhältnis Reisezeit Spitzenstunde (t_{ss}) zu Reisezeit Nebenverkehrszeit (t_{nv}) $r = t_{ss} / t_{nv}$ <ul style="list-style-type: none"> ▪ $r \leq 1.1$ ▪ $1.1 < r \leq 1.2$ ▪ $1.2 < r \leq 1.35$ ▪ $1.35 < r \leq 1.5$ ▪ $1.5 < r \leq 2.0$ ▪ $r > 2.0$ 	35 30 20 10 5 0
	Geschwindigkeitsniveau	V_{85} Spitzenstunde bei $V_{sign} = 50$ km/h* <ul style="list-style-type: none"> ▪ > 45 km/h ▪ 40-45 km/h ▪ 35-40 km/h ▪ 30-35 km/h ▪ < 30 km/h * Bei $V_{sign} = 60$ km/h sind die Grenzwerte um 5 km/h zu erhöhen.	25 20 10 5 0
K N O T E N	Wartezeiten	Knotenspezifische Verkehrsqualitätsstufen ¹ <ul style="list-style-type: none"> ▪ Verkehrsqualitätsstufe A ▪ Verkehrsqualitätsstufe B ▪ Verkehrsqualitätsstufe C ▪ Verkehrsqualitätsstufe D ▪ Verkehrsqualitätsstufe E ▪ Verkehrsqualitätsstufe F ¹ Bei mehreren Knoten Mittelwert bilden	40 35 25 20 10 0
			Berechnung

Tabelle 30: Punktbewertung für den MIV

Die multimodale VQS für den motorisierten Individualverkehr ($VQS_{MM} - MIV$) ergibt sich mit Hilfe der so ermittelten Punktezah wie folgt:

Multimodale Verkehrsqualitätsstufen MIV						
Punkte	100 – 81	80 – 61	60 – 41	40 – 21	20 – 11	10 – 0
$VQS_{MM} - MIV$	A	B	C	D	E	F

Tabelle 31: Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den MIV

4.3 Verkehrsqualitätsstufen Fussverkehr

Aus der Auswertung der angeführten Literatur ergeben sich zwei unterschiedliche Zugänge für die Beschreibung der Qualität des Fussverkehrs, nämlich die Herleitung von Kennwerten für die Einzelbetrachtung oder die gesamthafte Betrachtung. Für die multimodale Beurteilung steht die gesamthafte Betrachtung im Vordergrund. Im Sinne einer guten Anwendbarkeit wird ein pragmatisches Punktesystem vorgeschlagen.

Der erste Schritt zur Erstellung eines Punktesystems zur Herleitung von Verkehrsqualitätsstufen ist die Festlegung der wesentlichen Kriterien. Dabei wird versucht, möglichst wenige aber aussagekräftige

tige Kategorien mit dazugehörigen Kriterien zu definieren. Bei der Erarbeitung der Kriterien wurden praktische Projekterfahrungen und aktuelle Erkenntnisse aus Fachpublikationen einbezogen. Daraus konnten wertvolle Hinweise auf die Bedeutung der einzelnen Aspekte gewonnen werden. Es hat sich gleichzeitig bestätigt, dass die vertiefte Betrachtung einer Verkehrsart zu einer Vielzahl von Einzelanliegen führt, die in einer multimodalen Gesamtbetrachtung wieder auf die wesentlichen Kriterien zurückgeführt werden müssen.

Die nachfolgend beschriebene Kriterientabelle wurde an mehreren realen Beispielen getestet. Dabei hat sich gezeigt, dass der Bearbeitungsaufwand vertretbar ist und plausible Ergebnisse für die Verkehrsqualität ermittelt werden können.

Die für den Fussverkehr relevanten Kriterien beziehen sich in der multimodalen Streckenbetrachtung vor allem auf die Konfliktbereiche mit den anderen Verkehrsteilnehmern (MIV, ÖV, LZV). Dabei wird der Fussverkehr in einen längsgerichteten (strassenbegleitenden) und in einen quergerichteten Verkehr unterteilt.

Beim strassenbegleitenden Verkehr wird die grundsätzliche Qualität der Anlageelemente für den FV beurteilt. Dazu werden die Gruppen Anordnung, Breite, Konflikte und Attraktivität definiert. Als weiteres Kriterium für die Relevanz der Konflikte wird das Geschwindigkeitsniveau des MIV ausserhalb der Hauptverkehrszeit (d.h. ungestört) berücksichtigt. Damit ergibt sich eine gesamthafte, tagesbezogene Beurteilung der Verkehrsqualität für den Fussverkehr. Das Leistungsproblem der Spitzenszene (Wartezeiten) hat nur eine beschränkte Bedeutung für den FV, bzw. damit allein kann die Qualität für den FV nicht dargestellt werden.

Für die Strassenquerungen und Knoten werden ebenfalls mehrere Kriterien definiert: Freiheitsgrad, Umwegfaktor, Sicherung der Querung und Wartezeiten an Knoten.

Eine objektive Beurteilung erfordert neben Fachkenntnis auch einen gewissen Pragmatismus bzw. die Fähigkeit zur gesamthafte Streckenbeurteilung mit vertretbarem Aufwand. In der praktischen Projektarbeit ist es deshalb angezeigt, sämtliche Zustände (z.B. Ist-Zustand und mehrere Varianten) durch den gleichen Sachbearbeiter bewerten zu lassen. Damit können unterschiedliche Betrachtungsweisen vermieden werden.

Die Beurteilung der einzelnen Kriterien erfolgt qualitativ, wobei – soweit vorhanden – Normwerte, Richtlinien und Fachempfehlungen als Grundlagen dienen sollen. Bei längeren Projektstrecken kann eine Unterteilung in Teilstrecken sinnvoll sein. Aufgrund der Gesamtpunktzahl kann die VQS gemäss nachstehender Tabelle zugeordnet werden.

Projektname		km																																	
Besonderes		Abschnitt																																	
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den Fussverkehr																																			
Bewertung je Kriterium	Bewertungskala je Kriterium (Bewertung soweit möglich anhand von Normen und Richtlinien)		Punkte																																
Strassenbegleitende Anlagen für den Fussverkehr																																			
Anordnung der Fusswege	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte (Feld ankreuzen)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												- beidseitig auf ganzer Strecke 10 - einseitig auf ganzer Strecke 5 - keine 0										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																									
Breite der Fusswege	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												- anforderungsgerecht dimensioniert 10 - genügend 5 - ungenügend 0										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																									
Konflikte und Hindernisse	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												- keine 10 - wenig bzw. vereinzelt 5 - viel 0										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																									
Attraktivität der Anlagen	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												- hoch, gestalteter Strassenraum und geeignete Möblierung 10 - mittel 5 - niedrig, keine Zusatzmassnahmen 0										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																									
Geschwindigkeitsniveau MIV ausserhalb Hauptverkehrszeit	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												- $V_{85} \leq 30$ km/h 10 - $V_{85} = 40$ km/h 5 - $V_{85} > 45$ km/h 0										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																									
Strassenquerungen und Knoten																																			
Freiheitsgrad der Querungsmöglichkeiten (Trennwirkung)	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												- Querungen frei, keine Sperrbereiche, geringes Konfliktpotential 10 - genügend Querungsmöglichkeiten, aber vorgegebene Übergänge 5 - wenig Querungsmöglichkeiten; bauliche Sperren (z.B. Ketten) 0										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																									
Umfangfaktor bei Querungen	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												- direkte Wege à niveau 10 - indirekte Führung / Umwege à niveau 5 - Unterführung / Überführung oder fehlende Querungsmöglichkeit 0										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																									
Sicherung der Querungen / Übergänge	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> P.		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																	- Fussgängerstreifen mit Trenninsel / -streifen 15 - Unter- / Überführung 10 - Lichtsignalanlage 10 - Trenninseln / baulicher Trennstreifen im Streckenverlauf 10 - Fussgängerstreifen ohne Trenninsel / -streifen 8 - keine Sicherungsmassnahmen 0 ----- Punkteabzug bei: - übermässige Querungsdistanz (Strassenbreite) -5 - Trennstreifen ohne baulichen Schutz oder mit ungenügender Breite -5
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																				
Wartezeiten bei Knoten	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> P.		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																	- Verkehrsqualitätsstufe A 15 - Verkehrsqualitätsstufe B 10 - Verkehrsqualitätsstufe C 10 - Verkehrsqualitätsstufe D 5 - Verkehrsqualitätsstufe E, F 0
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																				
Punktetotal (Summe der Kriterien)	<table border="1"> <tr><td style="width: 100px; height: 20px;"></td></tr> </table>																																		
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe Fussverkehr (VQS_{MM} - FV)	<table border="1"> <tr><td style="width: 100px; height: 20px;"></td></tr> </table> (aufgrund der untenstehenden Punkteskala)																																		
Punkte	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 31	30 - 21	20 - 0																													
VQS _{MM} - FV	A	B	C	D	E	F																													

Tabelle 32: Punktezuteilung und multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Fussverkehr

4.4 Verkehrsqualitätsstufen Leichter Zweiradverkehr

Für den LZV wird der gleiche Aufbau gewählt wie für den FV. Es wird ein Punktesystem vorgeschlagen, das Kriterien für den Längsverkehr sowie für Knoten und Querungen einbezieht.

Grundsätzlich kann aber das gleiche Punktesystem mit der gleichen Anzahl an Kategorien, aber unterschiedlicher Gewichtung auch für den Radverkehr angewendet werden. Zur Beurteilung der einzelnen Kriterien wird nach der gleichen Methodik wie für den Fussverkehr vorgegangen. Abschliessend wird das jeweils ermittelte Endergebnis wie beim Fussverkehr einer Verkehrsqualitätsstufe zugeordnet. Bei der Erarbeitung der Kriterien wurden praktische Projekterfahrungen und aktuelle Erkenntnisse aus Fachpublikationen einbezogen. Daraus konnten wertvolle Hinweise auf die Bedeutung der einzelnen Aspekte gewonnen werden. Es hat sich gleichzeitig bestätigt, dass die vertiefte Betrachtung einer Verkehrsart zu einer Vielzahl von Einzelanliegen führt, die in einer multimodalen Gesamtbetrachtung wieder auf die wesentlichen Kriterien zurückgeführt werden müssen.

Die nachfolgend beschriebene Kriterientabelle wurde an mehreren realen Beispielen getestet. Dabei hat sich gezeigt, dass der Bearbeitungsaufwand vertretbar ist und plausible Ergebnisse für die Verkehrsqualität ermittelt werden können.

Als Kriterien für den Längsverkehr sind die Massnahmen an sich, deren Dimensionierung sowie Konflikte und Hindernisse zu berücksichtigen. Bei den Querungen / Abbiegemanövern und Knoten sind die Kriterien Freiheitsgrad, Sicherheit, besondere Knotenmassnahmen und Wartezeiten. Die Kenngrössen sind qualitativ beschrieben, wobei als Grundlage die bestehenden Normen und Richtlinien zu verwenden sind.

Eine objektive Beurteilung erfordert neben Fachkenntnis auch einen gewissen Pragmatismus bzw. die Fähigkeit zur gesamthaften Streckenbeurteilung mit vertretbarem Aufwand. In der praktischen Projektarbeit ist es deshalb angezeigt, sämtliche Zustände (z.B. Ist-Zustand und mehrere Varianten) durch den gleichen Sachbearbeiter bewerten zu lassen. Damit können unterschiedliche Betrachtungsweisen vermieden werden.

Die Beurteilung der einzelnen Kriterien erfolgt qualitativ, wobei – soweit vorhanden – Normwerte, Richtlinien und Fachempfehlungen als Grundlagen dienen sollen. Bei längeren Projektstrecken kann eine Unterteilung in Teilstrecken sinnvoll sein. Aufgrund der Gesamtpunktzahl kann die VQS gemäss nachstehender Tabelle zugeordnet werden.

Die VQS ergibt sich aufgrund der Punktzahl gemäss der Zuteilungsskala in der folgenden Tabelle.

Projektname		km																																												
Besonderes		Abschnitt																																												
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den Leichten Zweiradverkehr																																														
Bewertung je Kriterium	Bewertungskala je Kriterium (Bewertung soweit möglich anhand von Normen und Richtlinien)		Punkte																																											
Anlagen für den Längsverkehr																																														
Radverkehrsmassnahmen	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> P. (massgebendes Feld ankreuzen)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																							- Geeignete, bedürfnisgerechte Massnahmen vorhanden 20 - Mischverkehr, keine Massnahmen erforderlich 15 - Erforderliche Massnahmen teilweise vorhanden 10 - Keine Massnahmen vorhanden, obwohl erforderlich (ungeeigneter Mischverkehr) 0
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																										
Dimensionierung der Radverkehrsmassnahmen	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												- gut / grosszügig (norm- / anforderungsgerecht) 10 - genügend 5 - ungenügend 0																					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																				
Konflikte und Hindernisse	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												- keine 10 - wenig bzw. vereinzelt 5 - viel 0																					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																				
Querungen / Abbiegemanöver und Knoten																																														
Freiheitsgrad der Querungsmöglichkeiten	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												- Querungen frei, keine Sperrbereiche 10 - beschränkt, aber ausreichend 5 - ungenügend (Sicherheitslinien) 0																					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																				
Sicherheitsaspekte (Abbiegen und Queren, ohne Knoten)	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																	- baulich gesicherte Abbiegestreifen oder Querungen 15 - Lichtsignalanlagen 10 - Aufstellflächen und markierte Bereiche 5 - keine Massnahmen 0											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																															
Besondere Massnahmen an Knoten	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																	- Radstreifen bzw. Aufstellflächen 15 - Mischverkehr, genügende Breiten 10 - sichere Umwege / indirekte Linksabbieger 5 - Mischverkehr, ungenügende Breiten 0											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																															
Wartezeiten an Knoten	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> P.		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																							- Verkehrsqualitätsstufe A 20 - Verkehrsqualitätsstufe B 15 - Verkehrsqualitätsstufe C 10 - Verkehrsqualitätsstufe D 5 - Verkehrsqualitätsstufe E, F 0
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																										
Punktetotal (Summe der Kriterien)																																														
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe Leichter Zweiradverkehr (VQS_{MM} - LZV)			(aufgrund der untenstehenden Punkteskala)																																											
Punkte	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 31	30 - 21	20 - 0																																								
VQS _{MM} - LZV	A	B	C	D	E	F																																								

Tabelle 33: Punktezuteilung und multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Leichten Zweiradverkehr

5. Beurteilung der multimodalen Verkehrsqualität

5.1 Fragestellung

Mit den im vorstehenden Kapitel definierten multimodalen VQS können die Verkehrsabläufe für bestehende Strassen und für Projekte ermittelt werden. Für eine aussagekräftige Gesamtbewertung müssen jedoch zwei weitere Fragen beantwortet werden:

- a) Ist sichergestellt, dass gleiche VQS_{MM} für verschiedene Verkehrsarten den gleichen Wert darstellen, d.h. stellt z.B. eine VQS_{MM} A oder C für den MIV die gleiche objektive und subjektive Qualität für die Verkehrsteilnehmenden dar wie eine VQS_{MM} A oder C für den FV (oder den ÖV oder den LZV)?
- b) Wie kann für verschiedene Anlagezustände (z.B. vorher / nachher oder Projektvarianten) eine Gesamtbewertung aufgrund der vier einzelnen VQS_{MM} erfolgen?

Diese zwei Fragen sind bisher weitgehend unerforscht. In den folgenden Abschnitten werden dazu grundsätzliche Überlegungen zusammengestellt.

5.2 Vergleichbarkeit der VQS_{MM} für verschiedene Verkehrsarten

Wie in der Literatur dargelegt wird, sind die Herleitungen der VQS_{MM} für die einzelnen Verkehrsarten sehr unterschiedlich, so dass davon ausgegangen werden muss, dass sie nicht direkt vergleichbar sind. Aus den Definitionen im Kapitel 4 ist jedoch ersichtlich, dass die grundsätzliche Betrachtungsweise aus der Optik des Benutzers (Verkehrsteilnehmers) zu einer ähnlichen / vergleichbaren Definition aufgrund der massgebenden Anforderungen für die einzelnen Verkehrsarten führt. Hingegen kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Zuordnung der quantitativen Kennwerte bzw. der Punktzahlen zu den einzelnen VQS_{MM} einen gewissen theoretischen Charakter aufweist, so dass die Gleichwertigkeit der einzelnen VQS_{MM} nicht mit Sicherheit vorausgesetzt werden kann.

Im US-amerikanischen Forschungsprogramm NCHRP 3-70 wird derzeit mit einer grossangelegten empirischen Studie versucht, diese Frage zu klären – allerdings für die für die USA definierten multimodalen VQS. Dabei werden typische Strassenanlagen in Videoclips festgehalten und jeweils einer Stichprobe von Personen zur Beurteilung aus der Optik der einzelnen Verkehrsarten vorgeführt. Die Auswertung der einzelnen Beurteilungen führt dann zu empirischen VQS. Die Ergebnisse dieser Arbeit liegen voraussichtlich im Jahr 2007 vor und können Anhaltspunkte zur Bedeutung und zu den massgebenden Faktoren der Frage der Vergleichbarkeit der VQS liefern. Für eine spezifische Beurteilung der Wahrnehmung und der Vergleichbarkeit der im vorliegenden Bericht definierten multimodalen VQS müsste allerdings eine analoge, empirische Studie in der Schweiz durchgeführt werden.

5.3 Gesamtbewertung aufgrund der multimodalen VQS

5.3.1 Grundsätze

Die multimodale Verkehrsqualität einer Strassenanlage oder eines Projekts wird mit Hilfe der multimodalen VQS dargestellt. Bei der Beurteilung und Bewertung der Betriebskonzepte sind die folgenden Grundsätze zu beachten:

- Der wesentliche Schritt der multimodalen Betrachtung ist die Erfassung aller Verkehrsarten mit ähnlichen Methoden und die Darstellung der Verkehrsqualitätsstufen (VQS_{MM}) für alle Verkehrsarten.

- Die Bildung eines einzigen Gesamtindikators, der die multimodale Gesamtqualität abbildet, ist nicht zulässig.
- Die Beurteilung der Projektqualität erfolgt aufgrund der synoptischen Darstellung der VQS_{MM} der einzelnen Verkehrsarten und stellt eine Abwägungsfrage mit Zielkonflikten (Trade-offs) dar.
- Die Frage der Vergleichbarkeit der VQS_{MM} für die einzelnen Verkehrsarten ist zentral für die Gültigkeit des vorgeschlagenen Verfahrens. Zudem beinhalten die Definitionen der multimodalen VQS neue Ansätze und Betrachtungen, die noch wenig erprobt sind. Aus diesem Grund können nur vorläufige Empfehlungen erarbeitet werden, die nach vorliegender praktischer Erfahrung und neuen Erkenntnisse überarbeitet werden sollen.

Die Gesamtbewertung von Projekten beschränkt sich nicht auf die verkehrstechnischen Aspekte. Die Frage der Zuteilung des (beschränkten) Strassenraumes muss umfassender unter Einbezug von städtebaulichen und z.T. weitergehenden verkehrspolitischen Betrachtungen erfolgen (vgl. Kapitel 6). Dieser weitergehende Vergleich erfolgt mit den bekannten Methoden der Projektbeurteilung, so dass die im Forschungsbericht vorgeschlagene Methode zur Beurteilung der multimodalen Betriebskonzepte das wesentliche, bis heute fehlende Beurteilungsinstrument liefert.

Aus diesen Grundsätzen folgt, dass die Beurteilung der multimodalen Betriebskonzepte situativ anhand der definierten Qualitätsziele (VQS_{MM} – ZIEL) festgelegt werden muss. Im folgenden Abschnitt werden generelle Hinweise zur Festlegung dieser Ziele angegeben.

5.3.2 Qualitätsziel nach Verkehrsarten

Die anzustrebenden Verkehrsqualitätsstufen können für jede Verkehrsart aufgrund von konzeptionellen, strategischen oder verkehrspolitischen Überlegungen festgelegt werden. Es ist anzustreben, dass diese Zielsetzungen unabhängig von den Lösungen bestimmt bzw. bei der Projektdefinition vorgegeben werden. Damit kann eine nachvollziehbare Vorgehensweise gewährleistet werden.

Die verkehrlichen (verkehrstechnischen) Qualitätsziele jeder Verkehrsart sind aus Sicht des einzelnen Nutzers hoch. Bei der Festlegung der Qualitätsziele ist jedoch die Gesamtheit der Verkehrsteilnehmer je Verkehrsart zu betrachten. Somit ist bei der Zielfestlegung sowohl die Menge als auch die Bedeutung der einzelnen Verkehrsarten zu berücksichtigen.

Neben den verkehrlichen Kriterien werden vermehrt auch verkehrspolitische Zielsetzungen bei multimodalen Verkehrskonzepten verfolgt. Diese können zu anderen Zielwerten führen als die technischen Kriterien. Falls für einzelne Verkehrsarten sehr hohe Anforderungen gestellt werden, kann dies bedeuten, dass andere Verkehrsarten entsprechend stark beeinträchtigt werden.

In der folgenden Tabelle sind die wesentlichen Kriterien zur Bestimmung der VQS_{MM} – ZIEL nach Verkehrsart zusammengestellt.

<i>Verkehrsart</i>	<i>Kriterien</i>	<i>Ziel VQS_{MM} – ZIEL</i>
ÖV	Fahrgastaufkommen Bedeutung der Anschlussicherung	Standard: C Erhöhte Ansprüche: B
MIV	Klassierung der Strasse Funktion der Strasse	Standard: D* Erhöhte Ansprüche: C*
FV	Ansprüche aufgrund der Siedlungslage (Erhöhte Ansprüche: City, Quartierzentrum, usw.) Fussgängermengen Besonderer Anspruchsgruppen (Kinder, Betagte) Bedeutung des MIV und Anteil Schwerverkehr	Standard: C, evtl. D Erhöhte Ansprüche: B
LZV	Bedeutung des LZV Bedeutung des MIV und Anteil Schwerverkehr	Standard: D Hohe Ansprüche: C, evtl. B

*: Die Bedeutung der streckenbezogenen VQS_{MM} ist nicht identisch mit der Knotenbetrachtung. Aus reiner MIV-Optik sind die Ziele deshalb bei erhöhten Ansprüchen höher anzusetzen.

Tabelle 34: Kriterien zur Bestimmung der VQS_{MM} – ZIEL

Die Wahl der VQS_{MM} – ZIEL für die einzelnen Verkehrsarten hat eine ausschlaggebende Bedeutung für die Wahl der Massnahmen und die Beurteilung der multimodalen Betriebskonzepte. Sie muss deshalb sorgfältig begründet und transparent dargestellt werden. Hierzu wird eine Darstellung als Tableau wie folgt vorgeschlagen:

Begründung und Zusammenstellung der multimodalen Qualitätsziele					
Begründung der Qualitätsziele (Hauptverkehrszeit)					
ÖV	Standard: VQS _{MM} – ÖV: C, evtl. B	<input type="checkbox"/> Standard <input type="checkbox"/> von Standard abweichen*			
*Begründung:					
.....		Gewählt: VQS _{MM} – ÖV:			
MIV	Standard: VQS _{MM} – MIV: D, evtl. C	<input type="checkbox"/> Standard <input type="checkbox"/> von Standard abweichen*			
*Begründung:					
.....		Gewählt: VQS _{MM} – MIV:			
FV	Standard: VQS _{MM} – FV: C, evtl. D, B	<input type="checkbox"/> Standard <input type="checkbox"/> von Standard abweichen*			
*Begründung:					
.....		Gewählt: VQS _{MM} – FV:			
LZV	Standard: VQS _{MM} – LZV: D, evtl. C, B	<input type="checkbox"/> Standard <input type="checkbox"/> von Standard abweichen*			
*Begründung:					
.....		Gewählt: VQS _{MM} – LZV:			
Multimodale Qualitätsziele Übersicht	Verkehrsart	ÖV	MIV	FV	LZV
	VQS _{MM} -ZIEL				

Tabelle 35: Tableau der Ziele der multimodalen Verkehrsqualität

5.3.3 Multimodales Qualitätsdiagramm

Um die Beurteilung zwischen Ist- bzw. Projektwerten und Zielwerten möglichst anschaulich darzustellen, wird ein multimodales Qualitätsdiagramm vorgeschlagen. Dieses ermöglicht die gleichzeitige Darstellung der streckenbezogenen VQS für alle Verkehrsarten mit gleichzeitiger Abbildung der Projektvarianten, des Ist-Zustandes (VQS_{MM} – IST) und des Zielzustandes (VQS_{MM} – ZIEL).

Die Interpretation der Ergebnisse muss im Einzelfall erfolgen. Bei Abweichungen sollen u.a. die folgenden Betrachtungen zur Entscheidungsfindung beigezogen werden:

- projektspezifische, absolute und/oder strategische Bedeutung der Verkehrsarten vertieft darlegen (Rangfolge der Ziele);
- VQS_{MM} schlechter als „D“ sind nach Möglichkeit zu vermeiden;
- Abweichungen (Verschlechterung) um mehr als eine Stufe vom Zielwert sind zu vermeiden.

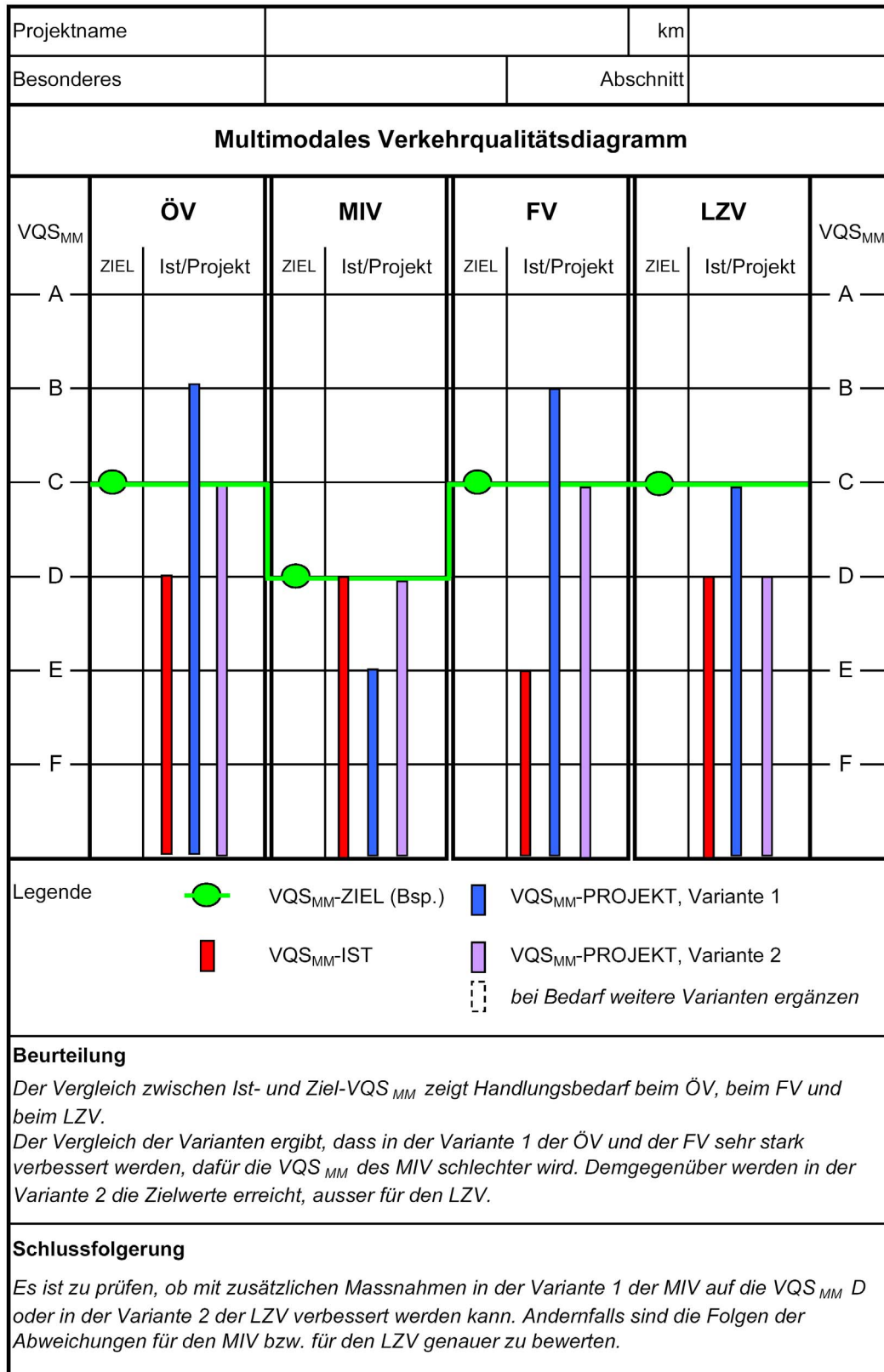


Abb. 4: Multimodales Qualitätsdiagramm, Beispiel

Bemerkung: Die Darstellung in der vorstehenden Abbildung zeigt ein fiktives Beispiel von zwei Projektvarianten, den VQS_{MM} – ZIEL und dem Ist-Zustand.

5.4 Ergänzender Einsatz quantitativer Beurteilungsmethoden

Mit dem Qualitätsdiagramm wird die multimodale Qualität verschiedener Varianten anschaulich dargestellt. Daraus kann jedoch nicht direkt die Bestimmung der optimalen Variante ermittelt werden. Die Bestimmung der Bestvariante ist im Einzelfall aufgrund der konkreten Zielsetzungen und der Bedeutung der einzelnen Verkehrsarten festzulegen.

Im Folgenden werden mögliche quantitative Methoden und Instrumente kurz beschrieben, die als Hilfsmittel zur Bestimmung der Bestvariante zum Einsatz gelangen können. Diese sind insbesondere für die bimodale Optimierung MIV-ÖV geeignet, falls der FV und der LZV untergeordnet sind, und können auch für die multimodale Optimierung von Knoten beigezogen werden.

5.4.1 Optimierungsverfahren

Multimodale Optimierungsverfahren bedingen im Allgemeinen einen hohen Rechenaufwand, weshalb verschiedene Informatiklösungen entwickelt wurden. Diese beschränken sich allerdings bisher auf die bimodale Optimierung von ÖV und MIV an Lichtsignalknoten und -strecken. Beispiele dieser Verfahren sind BALANCE, das in Deutschland angewendet wird und die „Balanced Road Space Allocation“ (CURRIE), die eine Optimierung der generalisierten Kosten darstellt.

In der Schweiz wurde ein vereinfachtes Modell zur Optimierung der Personenverlustzeiten an Lichtsignalknoten entwickelt (SIMON, 2001). Dabei wurde ein intermodaler Qualitätsindikator IQI für MIV und ÖV definiert. Die Betrachtung kann bei einer multimodalen Analyse zu einem multimodalen Qualitätsindikator MQI verallgemeinert werden. Die entsprechenden Formeln lauten:

- Intermodaler Qualitätsindikator IQI

$$IQI = -\left(\sum_i \text{Personenverlustzeiten MIV} + \sum_i \alpha_i \cdot \text{Personenverlustzeiten ÖV}\right)$$

Mit α_i werden Gewichtungsfaktoren für den ÖV berücksichtigt.

- Multimodaler Qualitätsindikator MQI

$$MQI = -\left(\sum_i \text{Pers.verlustzeiten MIV} + \sum_i \alpha_i \cdot \text{Pers.verlustzeiten ÖV} + \sum_i \text{Pers.verlustzeiten FV} + \sum_i \text{Pers.verlustzeiten LZV}\right)$$

Für α_i sind die Aufwertungsfaktoren zur Berücksichtigung der Störungsaufschaukelung gemäss Kapitel 4.1 zu verwenden.

Dieser Indikator kann als generalisiertes Personenverlustzeiten-Modell bezeichnet werden.

5.4.2 Mikrosimulation

Die Kennwerte für den ÖV und für den MIV, die zur Ermittlung der VQS von Projekten erforderlich sind, können in der Regel nur mit Hilfe von Simulationsprogrammen bestimmt werden. Dies bedingt einen erheblichen Aufwand bei der Datenbeschaffung und dem Aufbau des Simulationsmodells. Insbesondere ist zu beachten, dass die Rückstau- und Verspätungsproblematik häufig richtungsspezifisch ist und dadurch die Störungen z.T. in der Morgen- und z.T. in der Abendspitze auftreten. Eine sorgfältige Bearbeitung erfordert deshalb eine Mikrosimulation der Morgen- und der Abendspitzenstunde.

6. Erarbeitung multimodaler Betriebskonzepte

6.1 Definition des multimodalen Betriebskonzepts

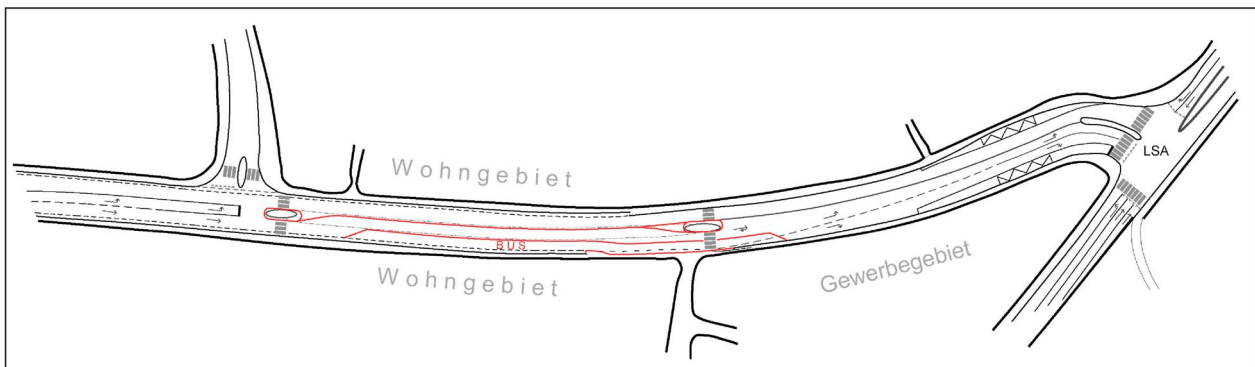
Als multimodales Betriebskonzept für eine Strasse wird die bauliche und verkehrstechnische Auslegung der Strassenanlage bezeichnet, welche die betrieblichen Bedingungen (Verkehrsablauf) für die verschiedenen Verkehrsarten multimodal festlegt. Der multimodale Mischverkehr auf Strassen kann als **Systemoptimierungsaufgabe** dargestellt werden, in der die Anforderungen an die wesensgerechte Betriebsabwicklung die Zielsetzungen darstellen und die städtebaulichen Gegebenheiten zusammen mit finanziellen und bautechnischen Vorgaben die Randbedingungen bilden.

Die Erfüllung der Anforderungen an die wesensgerechte Betriebsabwicklung aus Sicht der einzelnen Verkehrsarten wird massgeblich durch die Elemente der Strassenanlage bestimmt. Das Zusammenwirken der einzelnen Elemente und Verkehrsarten ist in der Systemdarstellung in Abbildung 5 dargestellt.

Verkehrsarten				
ÖV		MIV	NMV*	
Fahrgäste	Betreiber	Benutzer	Fussverkehr (FV)	Leichter Zweiradverkehr (LZV)

Hauptanforderungen				
Pünktliche Fahrzeiten bei niedrigen Taktfrequenzen	Planbare, stabile Fahrzeiten bei niedriger Taktfrequenz	Planbare Reisezeiten (Fahrzeit inkl. Parkplatzsuche)	Umwegfreie, direkte Verbindungen	Direkter Verlauf von Fahrradrouen
Regelmässige Kursfolgen bei hohen Taktfrequenzen	Planbare, regelmässige Kursfolge bei hoher Taktfrequenz		Hohe Verkehrssicherheit	Hohe Verkehrssicherheit (ausserhalb von Hauptverkehrsstrassen)
Gesicherte Anschlüsse			Leichtes Vorankommen mit hinreichender Bewegungsfreiheit	Rasches Vorankommen mit hinreichender Bewegungsfreiheit
			Kleine Verlustzeiten	Kleine Verlustzeiten

Nebenanforderungen				
Kurze Reisezeiten	Erfüllung der Anforderungen des Fahrgastes hinsichtlich der Betriebsabwicklung	Minimale Reisezeit (zulässige Geschwindigkeiten ausnutzbar)	Ansprechende Gestaltung für angenehmes Gehen und möglichst ebener Trasseeverlauf	Hohe soziale Sicherheit
Kurze Wartezeit (auf Linie oder Anschlusslinie)		Tiefe Betriebskosten (flüssige Fahrt, wenig Verlustzeiten)	Wenig Störungen durch andere Verkehrsteilnehmer	Wenig Störungen durch andere Verkehrsteilnehmer
Wenig unplanmässige Halte (Störungen)		Wenig Halte (Komfort)	Hohe soziale Sicherheit	Gute Wegweisung
Hohe Verfügbarkeit (möglichst kurze Taktfolge)		Hohe Verkehrssicherheit	Gute Wegweisung	Ansprechende Gestaltung für angenehmes Fahren und möglichst ebener Trasseeverlauf
		Parkplatzverfügbarkeit am Start- und am Zielpunkt		Abstellplatz am Start- und am Zielpunkt



Massgebende einzubeziehende Anlageelemente und Kennwerte				
Strecken	Strecken	Strecken	Wichtige Fusswegverbindungen	Wichtige Routen
Strassenknoten / -querungen	Strassenknoten / -querungen	Knoten	Anlagen für den Längsverkehr	Anlagen für den Längsverkehr
Pünktlichkeit	Zuverlässigkeit	Reisezeiten	Strassenquerungen / Knoten	Querungen und Abbiegemanöver
Anschlussicherung	Beförderungsgeschwindigkeit	Geschwindigkeitsniveau	Konflikte und Hindernisse	Knoten
Beförderungsgeschwindigkeit		Auslastungsgrad und Wartezeiten am Knoten	Umwege	Konflikte und Hindernisse
			Sicherungs-massnahmen	Sicherungs-massnahmen
			Wartezeiten	Wartezeiten

Städtebauliche Randbedingungen
 Heutige Verkehrsflächen, Baulinien, Aussenraumgestaltung, Schutzobjekte usw.

*: Nicht-motorisierter Verkehr

Abb. 5: Multimodale Verkehrsabwicklung auf Strassen innerorts, Systemdarstellung

6.2 Bearbeitungsablauf

Als verkehrstechnisches Hauptinstrument für die Beurteilung der multimodalen Betriebskonzepte werden die im vorliegenden Bericht definierten multimodalen VQS verwendet.

Die Erarbeitung eines multimodalen Betriebskonzepts stellt eine Optimierungsaufgabe dar, die in Varianten und bei Bedarf iterativ zu bearbeiten ist.

Dabei fallen in der Regel die folgenden Arbeitsschritte an:

- 1) Zustandsanalyse und Bestimmung der $VQS_{MM} - IST$
- 2) Analyse der Randbedingungen und übergeordneten Zielsetzungen
- 3) Festlegung der betrieblichen Ziele für die Verkehrsqualität ($VQS_{MM} - ZIEL$)
- 4) Bestimmung des Handlungsbedarfs aus dem Vergleich $VQS_{MM} - IST$ zu $VQS_{MM} - ZIEL$
- 5) Massnahmenplanung in Varianten (multimodale Betriebskonzepte und Projektvarianten)
- 6) Beurteilung der Betriebskonzepte ($VQS_{MM} - PROJEKT$); evtl. iterative Optimierung
- 7) Vergleich der Projektvarianten und Gesamtbeurteilung / Entscheid Bestvariante

Die Massnahmenplanung kann je nach konkreter Problemstellung schwergewichtig auf den ÖV ausgerichtet sein oder alle Verkehrsarten gleichwertig einbeziehen.

Der allgemeine Ablauf ist in der folgenden Grafik dargestellt.

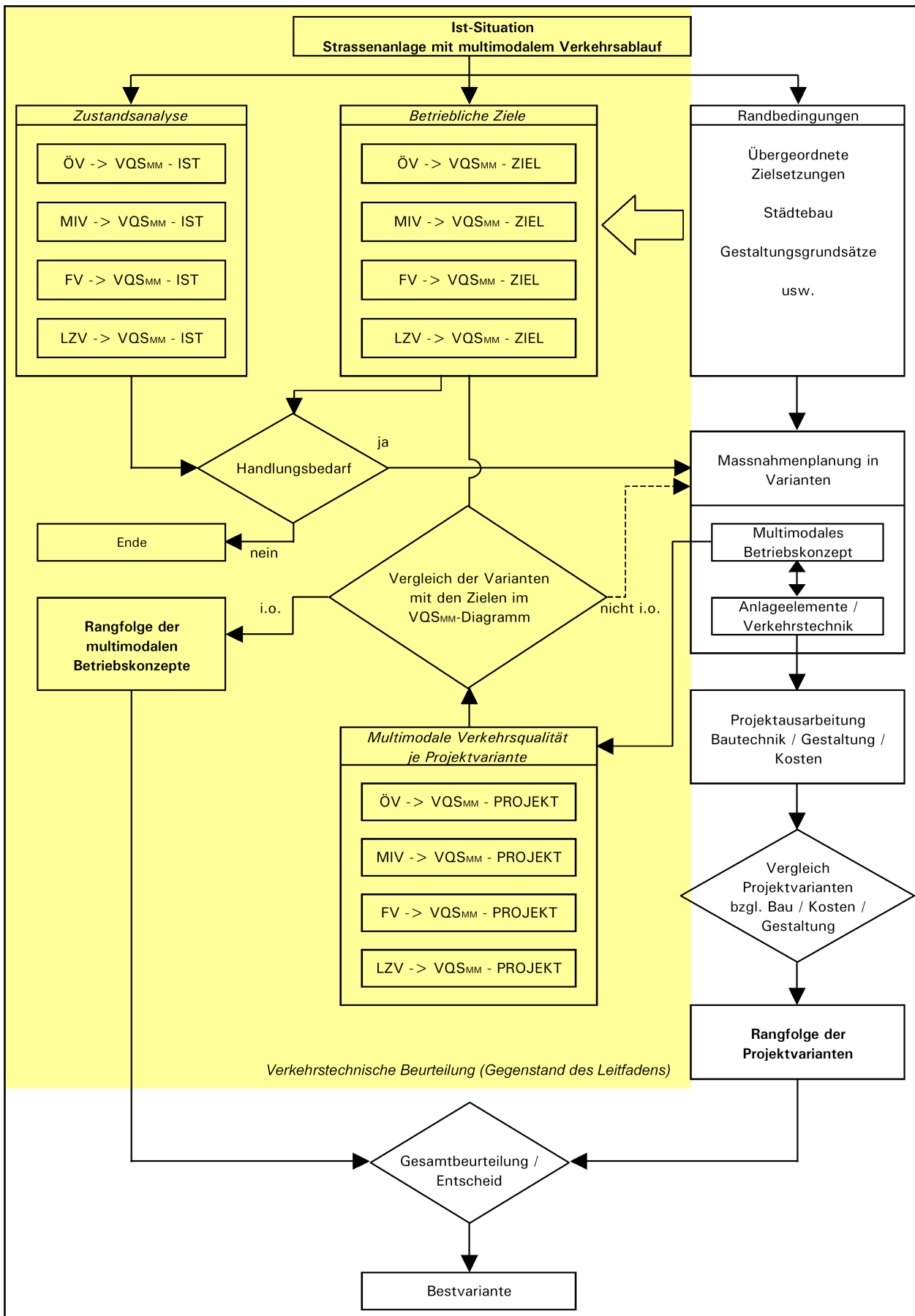


Abb. 6: Vorgehen zur Erarbeitung multimodaler Betriebskonzepte

6.3 Interdisziplinäre Projektorganisation

Aufgrund der Anforderungen an die Grundlagen und die Verkehrsdaten sind die multimodalen Betriebskonzepte grundsätzlich in einem interdisziplinären Team zu erarbeiten. Dazu sind im Minimum die Verantwortlichen der Strasse und des öffentlichen Verkehrs beizuziehen. Es empfiehlt sich bei Projekten, zudem die Verantwortlichen für Städtebau und Gestaltung sowie ggf. weitere Spezialisten einzubinden.

6.4 Hinweise zur Massnahmenplanung

Mit dem Qualitätsdiagramm wird die multimodale Qualität verschiedener Varianten anschaulich dargestellt. Damit kann jedoch kein direkter Vergleich bzw. keine Bestimmung der optimalen Variante ermittelt werden. Die Bestimmung der Bestvariante ist im Einzelfall aufgrund der konkreten Zielsetzungen und der Bedeutung der einzelnen Verkehrsarten festzulegen. Dabei können auch unterschiedliche Vorgehensweisen zur Massnahmenplanung gewählt werden.

Bei der Massnahmenplanung im städtischen Raum steht häufig die Optimierung ÖV unter Berücksichtigung der Anforderungen der übrigen Verkehrsarten im Vordergrund. Dazu wurden in den letzten Jahren verschiedene Arbeiten publiziert. Besonders relevant für die Schweiz sind:

- Mischverkehr MIV/ÖV auf stark befahrenen Strassen, Forschungsbericht UVEK/ASTRA Nr. 1027 (Teamverkehr, 2002)
- Beurteilung von Busbevorzugungsmassnahmen, Forschungsbericht UVEK/ASTRA Nr. xxx (Metron, im Druck)

7. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

7.1 Leitfaden für die Praxis

Die Bearbeitung des vorliegenden Forschungsthemas hat gezeigt, dass die multimodale Optimierung sowohl in der Forschung als auch in der praktischen Anwendung noch viele offene Fragen aufweist. Die Erarbeitung multimodaler Betriebskonzepte ist eine komplexe Aufgabe, da sie einerseits eine Streckenbetrachtung (anstelle der bisher üblichen Punkt- oder Querschnittsbetrachtungen) verlangt und andererseits eine gleichzeitige Optimierung aller Verkehrsarten (anstelle der bisherigen monomodalen Betrachtung) angestrebt wird.

Vor diesen Hintergrund stellt die Zielsetzung der Forschungsarbeit, einen Leitfaden für die Praxis zu erstellen, eine anspruchsvolle Aufgabe dar, da die praktische Anwendbarkeit eine möglichst starke Vereinfachung und ein pragmatisches Vorgehen verlangt, während die Thematik an sich ein Gefüge von komplexen Zusammenhängen und Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Verkehrsarten offenbart.

Der Leitfaden für die Praxis im Anhang 5 ist deshalb eine Art Handbuch für die praktische Projektarbeit. Er enthält sämtliche Definitionen, Abläufe und Kennwerte, die im Forschungsbericht hergeleitet wurden, so dass für die Anwendung einzig der Leitfaden benötigt wird.

Der Leitfaden stellt pragmatische Verfahren zur Verfügung, deren Anwendung jedoch ein breites Fachwissen und spezifische Erfahrungen voraussetzt. Dies gilt insbesondere auch für die Gesamtbeurteilung der multimodalen Betriebskonzepte und die Herleitung der Bestvariante. Mit dem Leitfaden wird ein systematisches Vorgehen zur Beurteilung und Darstellung der Verkehrsqualität der einzelnen Verkehrsarten zur Verfügung gestellt. Die spezifische Schlussfolgerung und fachliche Empfehlung muss hingegen im Einzelfall erfolgen.

Im Leitfaden sind drei konkrete Anwendungsbeispiele dargestellt. Deren Erarbeitung hat gezeigt, dass die vorgeschlagenen Methoden anwendbar sind und zu plausiblen Ergebnissen führen. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass ausreichende Datengrundlagen für die Ist-Situation erhoben wurden und ggf. die Projektvarianten mit Simulationsmodellen geprüft wurden.

Anwender des Leitfadens müssen sich bewusst sein, dass die sorgfältige Erarbeitung einen gewissen Aufwand bedeutet, der sich jedoch aufgrund der Komplexität der multimodalen Fragestellungen rechtfertigt.

Die Vielfalt der Einzelaspekte, die im Leitfaden zusammengefasst sind, führt auch dazu, dass im Rahmen der Forschungsarbeit nicht alle Werte in praktischen Beispielen überprüft werden konnten. Es wird deshalb angeregt, bei der Auswertung der Forschungsergebnisse zu prüfen, ob ein Monitoring der Anwendungen durchgeführt werden soll. Hierfür könnte die SVI als auslösendes Organ des Forschungsthemas eine geeignete Anlaufstelle sein. Denkbar wäre hierfür eine Kompetenzgruppe einzusetzen. Falls dies erfolgt, sollte darauf geachtet werden, dass sowohl die fachlichen Anwendungsaspekte als auch die methodischen und hoheitlichen Fragen entsprechend einbezogen werden. Das heisst, dass die Entscheidungsträger (z.B. Tiefbauämter und die ÖV-Verantwortlichen/ ÖV-Ämter, Verkehrsunternehmen) neben den Anwendern (Planungsbüros) in einer solchen Kompetenzgruppe vertreten sein müssten.

7.2 Auswirkungen auf das Normenschaﬀen

Die vorliegenden Forschungsergebnisse berühren viele Normaspekte. Diese können wie folgt gegliedert werden:

Neue Normierungsthemen

Als neu, d.h. bisher nicht in den Schweizerischen Normen behandelt, sind die folgenden Themen zu betrachten:

- Begriffe und Kennwerte des öffentlichen Verkehrs
- Begriffe und Kennwerte zu multimodalen Aufgaben
- Verkehrsqualitätsstufen Fussverkehr
- Verkehrsqualitätsstufen Leichter Zweiradverkehr

Ergänzung bestehender Normen

Als Erweiterung gegenüber den heutigen Normen sind die folgenden Aspekte zu beurteilen:

- Streckenbezogene Verkehrsqualitätsstufen für den motorisierten Individualverkehr
Dieser Aspekt berührt die laufende Forschungsarbeit VSS 2000/338. Allfällige Synergien bzw. Schnittstellen sollten im entsprechenden Forschungsbericht thematisiert werden.
- Beurteilung multimodaler Betriebskonzepte
Thematisch gehört diese Beurteilung zum Entwurf des Strassenraums, insbesondere zu SN 640 210, Vorgehen für die Entwicklung von Gestaltungs- und Betriebskonzepten.

7.3 Weiterer Forschungsbedarf

In der vorliegenden Forschungsarbeit wurde der Begriff der Verkehrsqualitätsstufe als Schlüsselement für die Beurteilung der Verkehrsanlagen und des Verkehrsablaufs für alle Verkehrsarten herauskristallisiert. Dieses Vorgehen ist im Einklang mit den aktuellen Forschungsarbeiten im Ausland.

Es wird deshalb angeregt zu prüfen, ob die offenen Fragen zu den Verkehrsqualitätsstufen in einem zukünftigen Forschungsblock behandelt werden sollen. In Anlehnung an die Struktur des Forschungsprogramms der SVI können die vier Forschungsthemen wie folgt eingeordnet werden:

Forschungsthema im Bereich „Planungsgrundlagen und –methoden“

Thema Titel	Thema Beschreibung	UVEK- Schwerpunkte
Vergleichbarkeit der Verkehrsqualitätsstufen für MIV, ÖV, FV und RF	Die Definition der Verkehrsqualitätsstufen basiert im Allgemeinen auf Kriterien, welche den Nutzen und das Empfinden aus der Sicht der Verkehrsteilnehmenden erfassen. Es ist unklar, ob die Kriterien für alle Verkehrsarten vergleichbar sind. Es ist auch zu klären, welche Kriterien in Absolutwerten gleich sein sollten (z.B. Zeitkosten) und bei welchen eine Betrachtung des Relativwerts (z.B. Zeitverlust bezogen auf die spezifische Reisezeit) sinnvoller ist.	D G H K

Forschungsthemen im Bereich „Fuss- und Veloverkehr (HPM)“

Thema Titel	Thema Beschreibung	UVEK- Schwerpunkte
Verkehrsqualitätsstufen für den Fussverkehr vollständig definieren	Verkehrsqualitätsstufen (VQS) können für Anlageelemente, Netze oder Betriebszustände definiert werden. Es ist zu definieren, welche VQS Sinn machen. Diese sind anschliessend mit geeigneten Methoden (z.B. Erhebungen) zu erarbeiten.	A F G H
Verkehrsqualitätsstufen für den Leichten Zweiradverkehr vollständig erarbeiten	Verkehrsqualitätsstufen (VQS) können für Anlageelemente, Netze oder Betriebszustände definiert werden. Es ist zu definieren, welche VQS Sinn machen. Diese sind anschliessend mit geeigneten Methoden (z.B. Erhebungen) zu erarbeiten.	A F G H

Forschungsthema im Bereich „Öffentlicher Verkehr“

Thema Titel	Thema Beschreibung	UVEK- Schwerpunkte
Verkehrsqualitätsstufen ÖV vollständig definieren	Verkehrsqualitätsstufen (VQS) können für Netze, Angebote oder Betriebszustände definiert werden. Es ist zu definieren, welche VQS Sinn machen. Diese sind anschliessend mit geeigneten Methoden (z.B. Erhebungen) zu erarbeiten.	A F H K

Anhang 1: Literaturverzeichnis

BCI Bicycle compatibility index (BCI) (1998)

<http://www.hsrc.unc.edu/research/pedbike/98095/index.html>

Bicycle interaction hazard score (1998)

http://www.hsrc.unc.edu/research/pedbike/98072/appa/appa_03.html

Bicycle safety index rating (BSIR) (1998)

<http://www.hsrc.unc.edu/research/pedbike/98072/> → Lit. review

Boston Metropolitan Planning Organization (MPO) (2004): Congestion Management System Report

<http://www.ctps.org/bostonmpo/resources/reports.htm#cms>

Brändli H. (2002): Tagung "Verkehrssysteme Mischverkehr MIV/ÖV; Verkehrsflächenbewirtschaftung"

Currie G., Sarvi M. und Young B. (2004): A Comprehensive Approach to Balanced Road Space Allocation in Relation to Transit Priority. Transportation Research Board, Washington.

Currie G., Sarvi M. und Young B. (2004): "A New Methodology for Allocating Road Space for Public Transport Priority", in: Brebbia C.A. und Wadhwa L.C. (Eds.): Urban Transport and the Environment in the 21st Century. WITpress, Germany, S. 375-388.

Currie G., Sarvi M und Young B. (2005): Balanced Road Space Allocation: A Comprehensive Approach. Institute of Transportation Engineers Annual Meeting 2005 Melbourne, Australia (in press).

Das Planungswerkzeug BALANCE, Langbeschreibung (2000/2006) www.transver.de

Dowling R., Flannery Aimee et al. (2003): NCHRP 3-70 – Multimodal Level of Service Analysis for Urban Streets.

FDOT: Multi-Modal Level of Service Assessment Handbook (2002)

http://www.dot.state.fl.us/planning/systems/sm/los/los_sw2.htm#handbook → Lit. review

<http://www.nctr.usf.edu/PedMidblock.htm>

FDOT, TRB: Bicycle and Pedestrian LOS

<http://www.enhancements.org/trb/1538-001.pdf> → Lit. review

(Florida) Roadway condition Index (RCI) + modified (1998)

http://www.hsrc.unc.edu/research/pedbike/98072/appa/body_appa_02.html

Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (1999): Merkblatt für Massnahmen zur Beschleunigung des öffentlichen Personennahverkehrs mit Strassenbahnen und Bussen

Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (2001): Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen HBS

Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (2003): Empfehlungen für Anlagen des öffentlichen Personennahverkehrs EAÖ

Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (2003): Merkblatt für die Gestaltung von Anlagen des schienengebundenen öffentlichen Verkehrs

Friedrich B. (1999): Ein verkehrsadaptives Verfahren zur Steuerung von Lichtsignalanlagen. FGV / TUM München.

IHT (England) Guidelines for Cycle Audit and Review (1998)

<http://www.iht.org/> und <http://www.jfparker.demon.co.uk/CRP2.txt>

Knoxville Regional Transportation Planning Organization: Congestion Management System (2003)

<http://www.knoxtrans.org/plans/cms.htm>

- LTSA (Government for Land Transport NZL) (2004)
<http://www.ltsa.govt.nz/consultation/ped-network-plan/index.html> → Lit. review
<http://www.ltsa.govt.nz/roads/cycle-network/chapter9.html> → Lit. review
- Municipality of Anchorage, Alaska, Traffic Departement: Congestion Management (2000)
<http://www.muni.org/transplan/congest.cfm>
- Simon M.J., S-ce (2001): Ermittlung der intermodalen Leistungsfähigkeit bei lichtsignalgeregelten Knoten, Forschungsauftrag 48/00 SVI
- Transit Capacity and Quality of Service Manual TCQSM, First Edition, Transit Cooperative Research Program TCRP, USA (1999), <http://transit.kittelson.com/resources.html>
- Transit Cooperative Research Programm TCRP, USA (1998): Improved Traffic Signal Priority for Transit, TCRP Projekt A-16, Interim Report.
- U.S. Departement of Transportation, Federal Highway Administration, Resource Center Planning Team: Congestion Management Systems (2004)
<http://www.fhwa.dot.gov/resourcecenter/teams/planning/cms.cfm>
- VDV (Verband deutscher Verkehrsunternehmen) (2001): VDV-Schrift Nr. 4 „Verkehrerschliessung und Verkehrsangebot im ÖPNV“
- Verkehrstechnik Heft V 92, Bergisch Gladbach (2002): Nahverkehrsbevorrechtigung an Lichtsignalanlagen unter besonderer Berücksichtigung des nichtmotorisierten Verkehrs, Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen
- VSS, Zürich (1999): SN 640 023 Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit, Knoten mit Lichtsignalanlagen
- VSS, Zürich (1994): SN 640 060 – Leichter Zweiradverkehr, Grundlagen.
- Weidmann U. (2004): Betriebsplanung im öffentlichen Personennahverkehr

Anhang 2: Abkürzungsverzeichnis

ASTRA	Bundesamt für Strassen
BCI	Bicycle Compatibility Index
Bsp.	Beispiel
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
C	Leistungsfähigkeit (Capacity)
D	Deutschland
DfT	Department for Transport (UK)
et al.	et alii
ETH	Eidgenössisch-technische Hochschule
EU	Europäische Union
evtl.	eventuell
FDOT	Florida Department of Transportation
FHWA	Federal Highway Administration
FG	Fussgänger
FV	Fussverkehr
ggf.	gegebenenfalls
h	Stunde
HBS	Deutsches Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen
HCM	Highway Capacity Manual
IHT	Institution of Highways and Transport
Kap.	Kapitel
km	Kilometer
LOS	Level of Service
LSA	Lichtsignalanlage
LZV	Leichter Zweiradverkehr
m	Meter
mass.	massgebend
max.	maximal
min	Minute
mind.	mindestens
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MM	multimodal
NMV	Nicht motorisierte Verkehrsteilnehmer
Nr.	Nummer
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
QSV	Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs
RCI	Florida Roadway Condition Index
S-ce	

s	Sekunde
SN	Schweizer Norm
SVI	Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure
SVSA	Strassenverkehrs- und Schiffartsamt Kanton Bern
TCQSM	Transit Capacity and Quality of Service Manual USA
TRB	Transportation Research Board
UK	United Kingdom (Grossbritannien)
USDOT	United States Department of Transportation
usw.	und so weiter
UVEK	Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
V	Geschwindigkeit
VDV	Verband deutscher Verkehrsunternehmen
vgl.	vergleiche
VQS	Verkehrsqualitätsstufen
VSS	Schweizerisches Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil
ZVV	Zürcher Verkehrsverbund

Anhang 3: Glossar

Beförderungsgeschwindigkeit	Geschwindigkeit des öffentlichen Verkehrsmittels unter Berücksichtigung sämtlicher planmässiger und unplanmässiger Halte
Multimodal	Gesamthafte Betrachtung aller Verkehrsarten unter Berücksichtigung der Priorität der wesensgerechten Betriebsabwicklung des ÖV
Multimodale Verkehrsqualität	Die multimodale Verkehrsqualität einer Verkehrsart bezeichnet den Grad der Erfüllung der spezifischen Anforderungen dieser Verkehrsart an die wesensgerechte Betriebsabwicklung in einem multimodalen Betriebskonzept auf einer Strassenstrecke.
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe	Die multimodale Verkehrsqualitätsstufe wird mit Hilfe von Grenzwerten für die relevanten Kriterien in Verkehrsqualitätsstufen A-F ausgedrückt und als VQS _{MM} bezeichnet.
Taktfolgezeit	Fahrplanmässige Folgezeit von Kursen in regelmässigem Abstand (Takt) des öffentlichen Verkehrs
Verkehrsart	Als Verkehrsart werden die Fortbewegungsarten verstanden, wobei unterschieden wird nach Fussverkehr (ohne Verkehrsmittel) und nach den klassischen Verkehrsmitteln.
Verkehrsqualitätsstufe	Gemäss Norm SN 640 017a wird die Verkehrsqualität als Grad der gegenseitigen Behinderungen der Verkehrsteilnehmer (einer Verkehrsart) verstanden. Das Mass an Behinderung wird mit Hilfe von Grenzwerten in Verkehrsqualitätsstufen (VQS) von A-F ausgedrückt.

Anhang 4: Verfahren zur Beschreibung des Fahrradverkehrs (IHT/DETR, Grossbritannien)

IHT (UK) – Radverkehr		
Category	Criterion	Points
Motor vehicle flow (peak hour)	0 – 19 vph	25 to 22
	20 – 99	21 to 16
	100 – 199	15 to 11
	200 – 499	10 to 1
	1000 – 2000	0 to –5
	% heavy vehicles (HGV`s + buses)	0 to –5
Motor vehicle speed	0 – 10 mph	25 to 20
	11 – 20	24 to 20
	21 – 30	19 to 10
	31 – 40	9 to 0
	41 – 50	–1 to –10
	51 – 60+	–11 to –20
Junctions	Large roundabouts/ complex junctions	0 to –20 (–4 for each junction per km)
	Other junctions where cyclists may have to give way	0 to –4 (<2 per km=0; 2 to 3 per km=–2; >3 per km=–5)
	Advanced stop lines for cyclists	6 to 0
	Side-roads (cyclists maintain priority)	0 to –5 (<5 per km=0; 5 to 10 per km=–2; >10 per km=–5)
	Side-roads (cyclists lose priority)	0 to –20 (–1 for side road per km)
	Accesses/driveways to private premises	0 to –10 (No/infrequent=0; intermediate=–3; frequent=–6)
Width (exclude cycle lane or protected parking bays. Where lane is narrowed by frequent horizontal deflections take the restricted width. If no lane markings, take full effective width)	Nearside lane 2,5 – 3 m	8 to 13
	Nearside lane 3,1 – 3,5	14 to 18
	Nearside lane 3,6 – 4	19 to 26
	Nearside lane 4,1 – 4,5	27 to 31
	Bus lane	10 (add to above score for bus lane width)
	Cycle lane	22 to 30 (add to above score for adjacent lane width)
	Kerbside parking deliverables (peak hour) (not in cycle lane)	0 to –8(few=0; intermediate=–4; regular=–8)
	Kerbside parking deliverables (peak hour) (in cycle lane)	0 to –20 (few=0; interm.=–10; regular=–20)
	Horizontal deflections(where lane <4m)	0 to –10 (–1 each narrowing/km)
	Cycle track 1,5 – 3 m	15 to 30 deduct 0,25m per side if bounded
Forward visibility	0 to –12 (–4 for each location where standards not met)	

Convenience	Gradients	5 to -5
	Access/turning restrictions	0 to -10
	Barriers/dismount signs	0 to -10
	Public access points to route Directness	0 to -10
	Direction signing quality	0 to -5
	Pedestrian flow.	0 to -9 (none=0; light=-2; intermediate=-5; heavy=-9)
	Opposing cycle flow	0 to -9 (none=0; light=-2; intermediate=-5; heavy=-9)
Riding surface	Surface material	10 to 0 (metalled = 10; unmetalled but firm = 5; other = 0)
	Surface quality (vertical deflections, upstands, rolling resistance)	5 to -5 (award scores in proportion to quality)
	(potholes, vegetation etc)	0 to -5
Social safety	Surveillance (Extent overlooked by buildings)	5 to -5 (mostly = -5; partly = 0; none = -5)
Other	Any significant factors not included above	10 to -10 (design, traffic features etc.)
Calculations	Total score	Max value = 100

Da hier eine Bewertung nach Punkten für einen konkreten Abschnitt vorgenommen wird, kann das Punkteergebnis schliesslich direkt den nachfolgenden LOS-Stufen zugeordnet werden:

IHT (UK) – Radverkehr						
LOS	A	B	C	D	E	F
Points	81– 100	61 – 80	41 – 60	21 – 40	1 – 20	0 or less



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

Verkehrstechnische Beurteilung multimodaler Betriebskonzepte auf Strassen innerorts

Leitfaden für die Praxis

S-ce Simon consulting experts
Michel J. Simon, dipl. Ing. ETH/SIA/SVI

**Forschungsauftrag 2003/003 auf Antrag der
Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI)**

April 2006

Begleitkommission

Ernst Berger, Verkehrsbetriebe Zürich

Adrian Gugger, Tiefbauamt des Kantons Bern

Roland Koch, Tiefbauamt der Stadt Luzern (Präsident)

Rudolf Keller, Rudolf Keller & Partner AG, Muttenz

Sandro Turcati, Emch + Berger AG Zürich

Klaus Zweibrücken, Hochschule für Technik, Rapperswil

Impressum

Auftraggeber	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation Bundesamt für Strassen Forschungsauftrag 2003/003 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI)
Forschungsstelle	S-ce Simon consulting experts Hönggerstrasse 117, 8037 Zürich Tel. 044 272 40 88 / Fax 044 272 40 43 / info@s-ce.ch Michel J. Simon, dipl. Ing. ETH/SIA/SVI Claudia Kerner, dipl. Ing. TU Larissa Plüss, cand. lic phil I
Dokument	Datei: S-ce\Projekte\SVI_FA_03.003\51_Dokumentation\SVI_FA_03.003_Leitfaden_060428r.doc (Druckausgabe als pdf) Version: v2.2 / Datum: 28. April 2006

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Zweck des Leitfadens.....	1
1.2	Aufbau des Leitfadens.....	1
1.3	Provisorischer Status des Leitfadens und Anwendungserfahrungen.....	1
2	Begriffe und Abgrenzung	3
2.1	Definition des multimodalen Betriebskonzepts.....	3
2.2	Definition der wesensgerechten Betriebsabwicklung.....	3
2.2.1	Allgemeine Definition und Abgrenzung.....	3
2.2.2	Verkehrsarten.....	5
2.3	Anforderungen an die wesensgerechte Betriebsabwicklung im ÖV.....	5
2.4	Anforderungen an die wesensgerechte Betriebsabwicklung im MIV.....	5
2.5	Anforderungen an die wesensgerechte Betriebsabwicklung im FV.....	7
2.6	Anforderungen an die wesensgerechte Betriebsabwicklung im LZV.....	7
3	Erarbeitung multimodaler Betriebskonzepte	9
3.1	Verkehrsqualitätsstufen als Indikator.....	9
3.2	Bearbeitungsablauf.....	9
3.3	Interdisziplinäre Projektorganisation.....	9
4	Multimodale Verkehrsqualitätsstufen je Verkehrsart	11
4.1	Multimodale Verkehrsqualitätsstufen ÖV.....	11
4.1.1	Streckenbetrachtung.....	11
4.1.2	Ermittlung der VQS _{MM} – ÖV.....	13
4.2	Multimodale Verkehrsqualitätsstufen MIV.....	15
4.2.1	Streckenbetrachtung.....	15
4.2.2	Ermittlung der VQS _{MM} – MIV.....	15
4.3	Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Fussverkehr.....	17
4.3.1	Grundsätze.....	17
4.3.2	VQS für Fussverkehr aufgrund von Wartezeiten an Knoten.....	17
4.3.3	Ermittlung der VQS _{MM} – FV.....	19
4.4	Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Leichten Zweiradverkehr.....	21
4.4.1	Verkehrsqualitätsstufen für den leichten Zweiradverkehr aufgrund von Wartezeiten.....	21
4.4.2	Ermittlung der VQS _{MM} – LZV.....	21
5	Beurteilung der multimodalen Verkehrsqualität	23
5.1	Grundsätze.....	23
5.2	Qualitätsziel nach Verkehrsarten.....	25
5.3	Multimodales Qualitätsdiagramm.....	25
5.4	Beurteilung des Multimodalen Qualitätsdiagramms.....	25
6	Hinweise zur Massnahmenplanung und -optimierung	27
6.1	Literatur zur Massnahmenplanung.....	27
6.2	Optimierungsverfahren für Einzelknoten.....	27
6.3	Mikrosimulation.....	27
7	Formulare und Beispiele	29
7.1	Formulare.....	29
7.2	Beispiele.....	29

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verkehrsarten	4
Tabelle 2: Anforderungen im ÖV	4
Tabelle 3: Anforderungen im MIV.....	4
Tabelle 4: Anforderungen im FV	6
Tabelle 5: Anforderungen im LZV.....	6
Tabelle 6: Aufwertungsfaktor α der Störungsaufschaukelung nach Abschnitten	10
Tabelle 7: Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den ÖV (Formular 1).....	12
Tabelle 8: Verkehrsqualitätsstufen der Anschlussicherung im ÖV	13
Tabelle 9: Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den MIV (Formular 2)	14
Tabelle 10: Verkehrsqualitätsstufen für den Fussverkehr an Knoten.....	17
Tabelle 11: Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den FV (Formular 3)	18
Tabelle 12: Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den LZV (Formular 4)....	20
Tabelle 13: Verkehrsqualitätsstufen für den LZV an Knoten.....	21
Tabelle 14: Kriterien zur Bestimmung der VQS _{MM} -ZIEL	22
Tabelle 15: Tableau der Ziele der multimodalen Verkehrsqualität (Formular 5)	22
Tabelle 16: Literatur zur Massnahmenplanung	26
Tabelle 17: Literaturhinweise zu Rechenverfahren für die intermodale Optimierung	26
Tabelle 18: Intermodaler und multimodaler Qualitätsindikator.....	26
Tabelle 19: Abkürzungsverzeichnis.....	30

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Multimodale Verkehrsabwicklung auf Strassen innerorts, Systemdarstellung	2
Abb. 2: Vorgehen zur Erarbeitung und Beurteilung multimodaler Betriebskonzepte	8
Abb. 3: Streckenskizze und Abschnittseinteilung ÖV (Beispiel).....	10
Abb. 4: Untersuchungs- und Einflussstrecke für den MIV	15
Abb. 5: Definition des strassenbegleitenden und strassenquerenden FV	16
Abb. 6: Multimodales Qualitätsdiagramm, Beispiel (Formular 6)	24

1 Einführung

1.1 Zweck des Leitfadens

Der Leitfaden für die Praxis beschreibt die Verfahren zur verkehrstechnischen Beurteilung von „Multimodalen Betriebskonzepten von Strassen“ und enthält Empfehlungen für den Projektablauf.

Der Schwerpunkt des Leitfadens liegt bei der verkehrstechnischen Beurteilung. Diese wird in einen systematischen Bearbeitungsablauf eingebettet, der im Leitfaden beschrieben wird. Damit werden auch die Grundlagen für einen Entscheid zur multimodalen Gesamtoptimierung zur Verfügung gestellt.

Nicht Gegenstand des Leitfadens ist die Gesamtbeurteilung von Projekten, bei denen neben der verkehrstechnischen Beurteilung die Aspekte des Umfelds wie Städtebau / Ortsbild, die Auswirkungen auf Dritte wie Grundeigentümer und die Kosten einzubeziehen sind.

1.2 Aufbau des Leitfadens

Der Leitfaden ist wie folgt gegliedert:

- Begriffe, Anforderungen der Verkehrsarten, Abgrenzung (Kap. 2)
- Vorgehen zur Erarbeitung multimodaler Betriebskonzepte (Kap. 3)
- Zusammenstellung der Grundlagen und Definitionen zur Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufen (Kap. 4)
- Beurteilung der multimodalen Verkehrsqualität (Kap. 5)
- Hinweise zur Massnahmenplanung und -optimierung (Kap. 6)
- Formulare und Beispiele (Kap. 7)

1.3 Provisorischer Status des Leitfadens und Anwendungserfahrungen

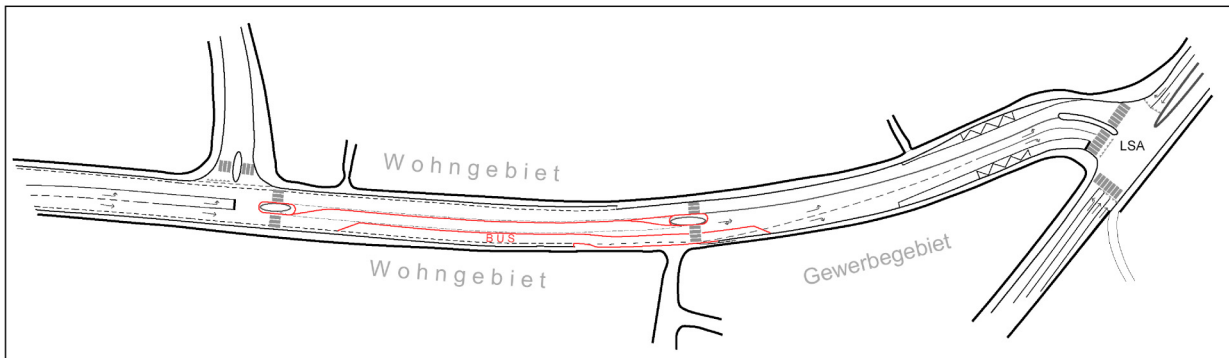
Der vorliegende Leitfaden ist als Erstausgabe mit vorläufigen Empfehlungen zu verstehen. Die praktische Anwendung wird zu zusätzlichen Erfahrungen und Präzisierungen führen. Es wird geprüft, diese in geeigneter Form zu erfassen und gegebenenfalls zu einem späteren Zeitpunkt eine aktualisierte Fassung des Leitfadens herauszugeben. Entsprechende Aktivitäten und Informationen werden über die SVI gesteuert.

Leitfaden „Verkehrstechnische Beurteilung multimodaler Betriebskonzepte auf Strassen innerorts“

Verkehrsarten				
ÖV		MIV	NMV*	
Fahrgäste	Betreiber	Benutzer	Fussverkehr (FV)	Leichter Zweiradverkehr (LZV)

Hauptanforderungen				
Pünktliche Fahrzeiten bei niedrigen Taktfrequenzen	Planbare, stabile Fahrzeiten bei niedriger Taktfrequenz	Planbare Reisezeiten (Fahrzeit inkl. Parkplatzsuche)	Umwegfreie, direkte Verbindungen	Direkter Verlauf von Fahrradrouten
Regelmässige Kursfolgezeiten bei hohen Taktfrequenzen	Planbare, regelmässige Kursfolge bei hoher Taktfrequenz		Hohe Verkehrssicherheit	Hohe Verkehrssicherheit (ausserhalb von Hauptverkehrsstrassen)
Gesicherte Anschlüsse			Leichtes Vorankommen mit hinreichender Bewegungsfreiheit	Rasches Vorankommen mit hinreichender Bewegungsfreiheit
			Kleine Verlustzeiten	Kleine Verlustzeiten

Nebenanforderungen				
Kurze Reisezeiten	Erfüllung der Anforderungen des Fahrgastes hinsichtlich der Betriebsabwicklung	Minimale Reisezeit (zulässige Geschwindigkeiten ausnutzbar)	Ansprechende Gestaltung für angenehmes Gehen und möglichst ebener Trasseeverlauf	Hohe soziale Sicherheit
Kurze Wartezeit (auf Linie oder Anschlusslinie)		Tiefe Betriebskosten (flüssige Fahrt, wenig Verlustzeiten)	Wenig Störungen durch andere Verkehrsteilnehmer	Wenig Störungen durch andere Verkehrsteilnehmer
Wenig unplanmässige Halte (Störungen)		Wenig Halte (Komfort)	Hohe soziale Sicherheit	Gute Wegweisung
Hohe Verfügbarkeit (möglichst kurze Taktfolge)		Hohe Verkehrssicherheit	Gute Wegweisung	Ansprechende Gestaltung für angenehmes Fahren und möglichst ebener Trasseeverlauf
		Parkplatzverfügbarkeit am Start- und am Zielpunkt		Abstellplatz am Start- und am Zielpunkt



Massgebende einzubeziehende Anlageelemente und Kennwerte				
Strecken	Strecken	Strecken	Wichtige Fusswegverbindungen	Wichtige Routen
Strassenknoten / -querungen	Strassenknoten / -querungen	Knoten	Anlagen für den Längsverkehr	Anlagen für den Längsverkehr
Pünktlichkeit	Zuverlässigkeit	Reisezeiten	Strassenquerungen / Knoten	Querungen und Abbiegemanöver
Anschlussicherung	Beförderungsgeschwindigkeit	Geschwindigkeitsniveau	Konflikte und Hindernisse	Knoten
Beförderungsgeschwindigkeit		Auslastungsgrad und Wartezeiten am Knoten	Umwege	Konflikte und Hindernisse
			Sicherungsmaßnahmen	Sicherungsmaßnahmen
			Wartezeiten	Wartezeiten

Städtebauliche Randbedingungen
 Heutige Verkehrsflächen, Baulinien, Aussenraumgestaltung, Schutzobjekte usw.

*: Nicht-motorisierter Verkehr

Abb. 1: Multimodale Verkehrsabwicklung auf Strassen innerorts, Systemdarstellung

2 Begriffe und Abgrenzung

2.1 Definition des multimodalen Betriebskonzepts

Als multimodales Betriebskonzept für eine Strasse wird die bauliche und verkehrstechnische Auslegung der Strassenanlage bezeichnet, welche die betrieblichen Bedingungen (Verkehrsablauf) für die verschiedenen (multimodalen) Verkehrsarten festlegt. Der multimodale Mischverkehr auf Strassen kann als **Systemoptimierungsaufgabe** dargestellt werden, in der die Anforderungen an die wesensgerechte Betriebsabwicklung die Zielsetzungen darstellen und die städtebaulichen Gegebenheiten zusammen mit finanziellen und bautechnischen Vorgaben die Randbedingungen bilden.

Die Erfüllung der Anforderungen an die wesensgerechte Betriebsabwicklung aus Sicht der einzelnen Verkehrsarten werden massgeblich durch die Elemente der Strassenanlage bestimmt. Das Zusammenwirken der einzelnen Elemente und Verkehrsarten ist in der Systemdarstellung in Abbildung 1 dargestellt.

2.2 Definition der wesensgerechten Betriebsabwicklung

2.2.1 Allgemeine Definition und Abgrenzung

Ziel eines multimodalen Betriebskonzepts für Strassen ist, dass für alle Verkehrsarten eine wesensgerechte Betriebsabwicklung gewährleistet werden kann. Dabei werden die folgenden Begriffsdefinitionen verwendet:

Wesensgerechte Betriebsabwicklung: Die Wesensgerechte Betriebsabwicklung für ein Verkehrsmittel ist gewährleistet, wenn die wesentlichen Anforderungen der Benutzer¹ an die Qualität der Fortbewegung mit diesem Verkehrsmittel erfüllt sind. Beim öffentlichen Verkehr sind zusätzlich die Anforderungen des Betreibers zu berücksichtigen.

Die nachfolgenden Qualitätsanforderungen beschränken sich auf die Aspekte der Betriebsabwicklung im **Innerorts-Bereich**, da hier die Optimierungsprobleme in der Praxis aufgrund der beschränkten Platzprobleme klar zum Ausdruck kommen. Das bedeutet auch, dass die Anforderungen an die Netzplanung und an die Angebotsqualität nicht beschrieben werden. Nicht Gegenstand der verkehrstechnischen Beurteilung sind ferner die Anforderungen des Umfelds bzw. von externen Betroffenen, sowie gesetzliche Anforderungen, die unabhängig vom Betriebskonzept erfüllt werden müssen (z.B. behindertengerechte Gestaltung von Wegen oder Haltestellen des ÖV). Diese Aspekte sind beim Vergleich der Projektvarianten zu beurteilen (vgl. Abb. 2, S. 8).

¹ Im vorliegenden Leitfaden wird bei personengebundenen Begriffen nur die männliche Form verwendet, um den Text lesbar zu halten. Die weiblichen Personen/Personengruppen sind entsprechend mit eingeschlossen.

Verkehrsarten

Bei der Beurteilung multimodaler Betriebskonzepte werden die folgenden Verkehrsarten und Bezeichnungen verwendet:

ÖV	Öffentlicher Verkehr
MIV	Motorisierter Individualverkehr
FV	Fussverkehr
LZV	Leichter Zweiradverkehr (Radfahrer und Motorfahrräder gemäss Definition in der Norm SN 640 060)

Tabelle 1: Verkehrsarten

Anforderungen an die wesensgerechte Betriebsabwicklung im ÖV

Anforderungen des Fahrgastes

Hauptanforderungen	<ul style="list-style-type: none">- Pünktliche Fahrzeiten bei langen Taktfolgezeiten- Regelmässige Kursfolge bei kurzen Taktfolgezeiten- Gesicherte Anschlüsse (SOLL = IST)
Nebenanforderungen	<ul style="list-style-type: none">- Kurze Reisezeiten- Kurze Wartezeiten (auf Linie oder Anschlusslinie)- Wenig unplanmässige Halte (Störungen)- Hohe Verfügbarkeit (möglichst kurze Taktfolgezeit)

Anforderungen des Betreibers

Hauptanforderungen	<ul style="list-style-type: none">- Planbare, stabile Fahrzeiten (=pünktlich) bei langen Taktfolgezeiten- Planbare, regelmässige Kursfolge bei kurzen Taktfolgezeiten (SOLL = IST)
Nebenanforderung	<ul style="list-style-type: none">- Erfüllung der Anforderungen des Fahrgastes (s.o.) hinsichtlich der Betriebsabwicklung, z.B. kurze Reisezeiten, steigern die Attraktivität und in Folge die Produktivität.

Tabelle 2: Anforderungen im ÖV

Anforderungen an die wesensgerechte Betriebsabwicklung im MIV

Hauptanforderung	<ul style="list-style-type: none">- Planbare Reisezeiten
Nebenanforderungen	<ul style="list-style-type: none">- Minimale Reisezeit (zulässige Geschwindigkeiten ausnutzbar)- Tiefe Betriebskosten (flüssige Fahrt, wenig Verlustzeiten)- Wenig Halte (Komfort)- Hohe Verkehrssicherheit(- Parkplatzverfügbarkeit am Start- und am Zielpunkt)

Tabelle 3: Anforderungen im MIV

2.2.2 Verkehrsarten

Verkehrsart: Als Verkehrsart werden die Fortbewegungsarten verstanden, wobei unterschieden wird nach Fussverkehr (ohne Verkehrsmittel) und nach den klassischen Verkehrsmitteln.

Die Anforderungen an eine wesensgerechte Behandlung sind somit verkehrsartenspezifisch zu definieren. Im Folgenden werden die Anforderungen verbal umschrieben. Die Quantifizierung erfolgt anschliessend mit Hilfe der multimodalen Verkehrsqualitätsstufen.

Im Leitfaden werden die vier Verkehrsarten immer in der Reihenfolge

Öffentlicher Verkehr (ÖV), Motorisierter Individualverkehr (MIV), Fussverkehr (FV) und Leichter Zweiradverkehr (LZV)

aufgeführt. Diese Reihenfolge ist **nicht** wertend, sondern orientiert sich daran, dass der ÖV häufig Projektauslöser ist. Weiter wurden die motorisierten Verkehrsarten vor den übrigen gruppiert.

2.3 Anforderungen an die wesensgerechte Betriebsabwicklung im ÖV

Im Gegensatz zu den anderen Verkehrsmitteln ist der Fahrgast des öffentlichen Verkehrs (ÖV) passiver Benutzer. Neben seinen Anforderungen an den Betrieb sind deshalb auch die Anforderungen aus Sicht des (aktiven) Betreibers oder Transportunternehmers zu definieren. In der Tabelle 2 sind die Anforderungen aus Sicht beider Anspruchsgruppen dargestellt. Sie werden unterteilt in Haupt- und Nebenanforderungen.

Die Anforderungen sind im Allgemeinen anspruchsvoller als bei den anderen Verkehrsmitteln, weil beim ÖV eine gesetzliche **Liniengebundenheit** und **Fahrplangebundenheit** besteht, d.h. bei Störungen können in der Regel keine Ausweichrouten gewählt werden, und Verspätungen stellen eine Verletzung der Fahrplangebundenheit dar.

Zusätzlich lassen sich aus den hier dargestellten Anforderungen bereits erste Unterschiede in der Betrachtungsweise bzw. der Verhältnisse herleiten. Somit steht für eine Linie mit langen Taktfolgezeiten die Pünktlichkeit (z.B. im ländlichen Raum) und für Linien mit kurzen Taktfolgezeiten (z.B. im städtischen Raum) die Regelmässigkeit im Vordergrund.

2.4 Anforderungen an die wesensgerechte Betriebsabwicklung im MIV

Für den MIV steht in Städten und Agglomerationen die Planbarkeit der Reisezeit im Vordergrund. Diese umfasst auch die Parkplatzsuche, die jedoch für die vorliegende Aufgabenstellung ausgeklammert wird. Als Nebenanforderungen sind tiefe Betriebskosten, wenig Halte und hohe Verkehrssicherheit anzusehen (vgl. Tabelle 3).

Anforderungen an die wesensgerechte Betriebsabwicklung im FV

Hauptanforderungen	<ul style="list-style-type: none">- Umwegfreie, direkte Verbindungen- Hohe Verkehrssicherheit- Leichte Fortbewegung mit ausreichender Bewegungsfreiheit- Kleine Verlustzeiten (wenig Umwege, wenig Halte, kurze Wartezeiten)
Nebenanforderungen	<ul style="list-style-type: none">- Ansprechende Gestaltung für angenehme Fortbewegung und möglichst ebene Trassierung- Wenig Störungen durch andere Verkehrsteilnehmer- Hohe soziale Sicherheit- Gute Wegweisung (Übersichtlichkeit, Begreifbarkeit, Orientierung)

Tabelle 4: Anforderungen im FV

Anforderungen an die wesensgerechte Betriebsabwicklung im LZV

Hauptanforderungen	<ul style="list-style-type: none">- Direkte Verbindungen- Hohe Verkehrssicherheit- Rasches Vorankommen mit ausreichender Bewegungsfreiheit- Kleine Verlustzeiten (wenig Umwege, wenig Halte, kurze Wartezeiten)
Nebenanforderungen	<ul style="list-style-type: none">- Wenig Störungen durch andere Verkehrsteilnehmer- Gute Wegweisung (Übersichtlichkeit, Begreifbarkeit und Orientierung)- Ansprechende Gestaltung für angenehme Fortbewegung und möglichst ebene Trassierung- Hohe soziale Sicherheit(- Abstellplatz am Start- und am Zielpunkt)

Tabelle 5: Anforderungen im LZV

2.5 Anforderungen an die wesensgerechte Betriebsabwicklung im FV

Der Fussverkehr wird überwiegend strassenbegleitend im öffentlichen Strassenraum abgewickelt. Üblicherweise stehen dem Fussgänger dabei eigene, von der Fahrbahn abgetrennte Bereiche zur Verfügung. In Zusammenhang mit den Qualitätsanforderungen der Fussgänger stehen aber vor allem die Konflikte mit den anderen Verkehrsteilnehmern (z.B. Fussgängerübergang) im Vordergrund. Die Anforderungen sind in der Tabelle 4 zusammengestellt und werden hauptsächlich bestimmt von der Sicherheit, der Umwegempfindlichkeit und dem Komfort.

2.6 Anforderungen an die wesensgerechte Betriebsabwicklung im LZV

Der leichte Zweiradverkehr (Radfahrer und Motorfahräder) kann einerseits im Mischverkehr aber auch getrennt davon geführt werden. Wie beim Fussverkehr stehen auch bei den Radfahrern die Anforderungen in Zusammenhang mit den Konflikten mit den anderen Verkehrsteilnehmern im Vordergrund. Sie sind in der Tabelle 5 dargestellt.

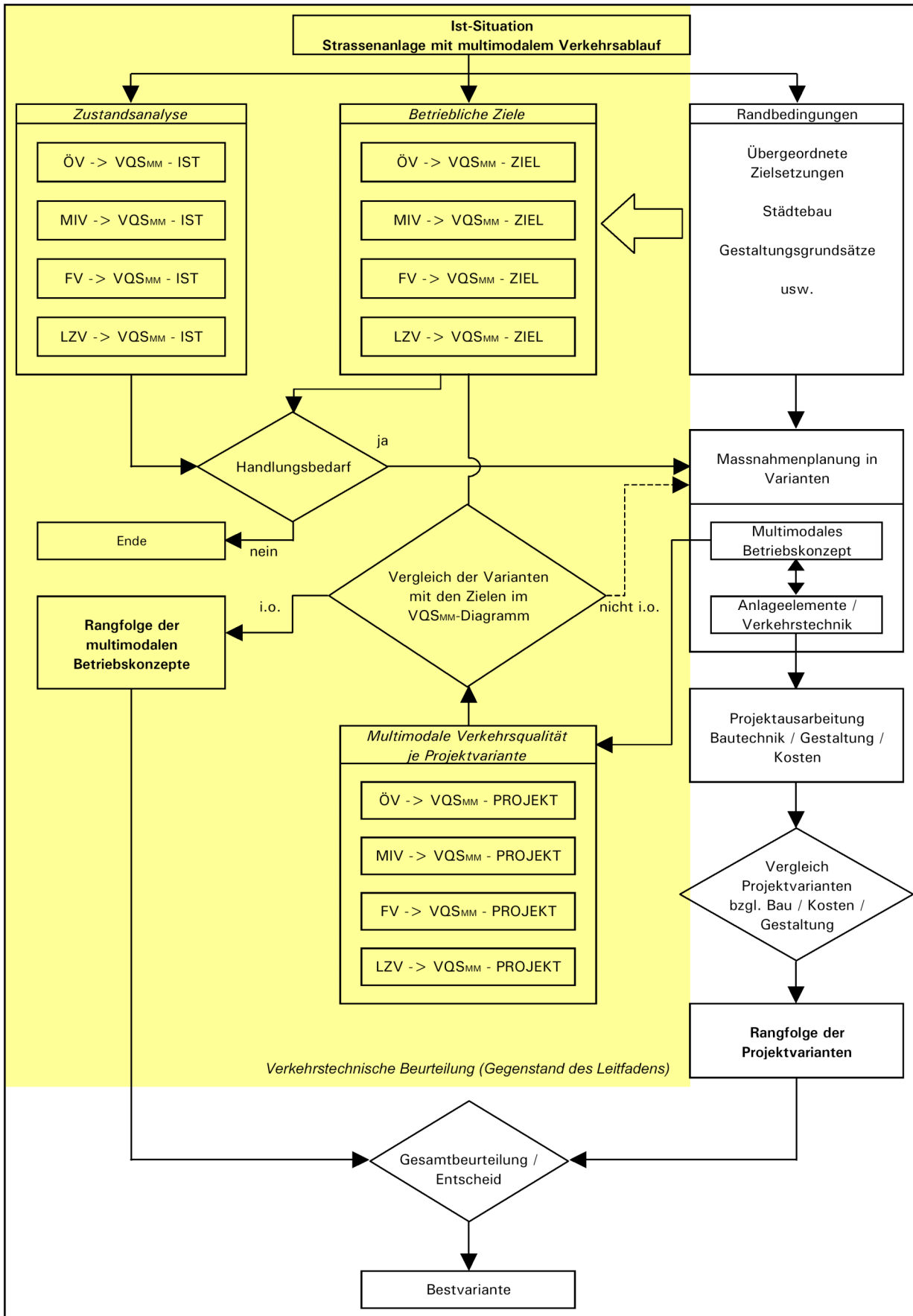


Abb. 2: Vorgehen zur Erarbeitung und Beurteilung multimodaler Betriebskonzepte

3 Erarbeitung multimodaler Betriebskonzepte

3.1 Verkehrsqualitätsstufen als Indikator

Als verkehrstechnisches Hauptinstrument für die Beurteilung der multimodalen Betriebskonzepte wird der Begriff der Verkehrsqualitätsstufe (VQS) auf alle Verkehrsarten ausgedehnt. Dabei wird – wo vorhanden – auf den bekannten Definitionen der VSS aufgebaut.

Die VQS für die multimodalen Betriebskonzepte sind immer strecken- und betriebsablaufbezogen. Sie sind deshalb für alle Verkehrsarten umfassender zu definieren als bei der (bisherigen) reinen Leistungsfähigkeitsbetrachtung. Um Verwechslungen zu vermeiden, werden sie als VQS_{MM} (MM = multimodal) bezeichnet.

3.2 Bearbeitungsablauf

Die Erarbeitung eines multimodalen Betriebskonzepts stellt eine Optimierungsaufgabe dar, die in Varianten und bei Bedarf iterativ erarbeitet werden kann.

Dabei fallen in der Regel die folgenden Arbeitsschritte an:

- 1) Zustandsanalyse und Bestimmung der VQS_{MM} -IST
- 2) Analyse der Randbedingungen und übergeordneten Zielsetzungen
- 3) Festlegung der betrieblichen Ziele für die Verkehrsqualität (VQS_{MM} -ZIEL)
- 4) Bestimmung des Handlungsbedarfs aus dem Vergleich VQS_{MM} -IST zu VQS_{MM} -ZIEL
- 5) Massnahmenplanung in Varianten (multimodale Betriebskonzepte und Projektvarianten)
- 6) Beurteilung der Betriebskonzepte (VQS_{MM} -PROJEKT); evtl. iterative Optimierung
- 7) Vergleich der Projektvarianten und Gesamtbeurteilung / Entscheid Bestvariante

Die Massnahmenplanung kann je nach konkreter Problemstellung schwergewichtig auf den ÖV ausgerichtet sein oder alle Verkehrsarten gleichwertig einbeziehen. Der allgemeine Ablauf ist in der nebenstehenden Grafik dargestellt.

3.3 Interdisziplinäre Projektorganisation

Aufgrund der Anforderungen an die Grundlagen und die Verkehrsdaten sind die multimodalen Betriebskonzepte grundsätzlich in einem interdisziplinären Team zu erarbeiten. Darin sind im Minimum die Verantwortlichen der Strasse und des ÖV einzubeziehen. Es empfiehlt sich bei Projekten, zudem die Verantwortlichen für Städtebau und Gestaltung sowie ggf. weitere Spezialisten einzubinden.

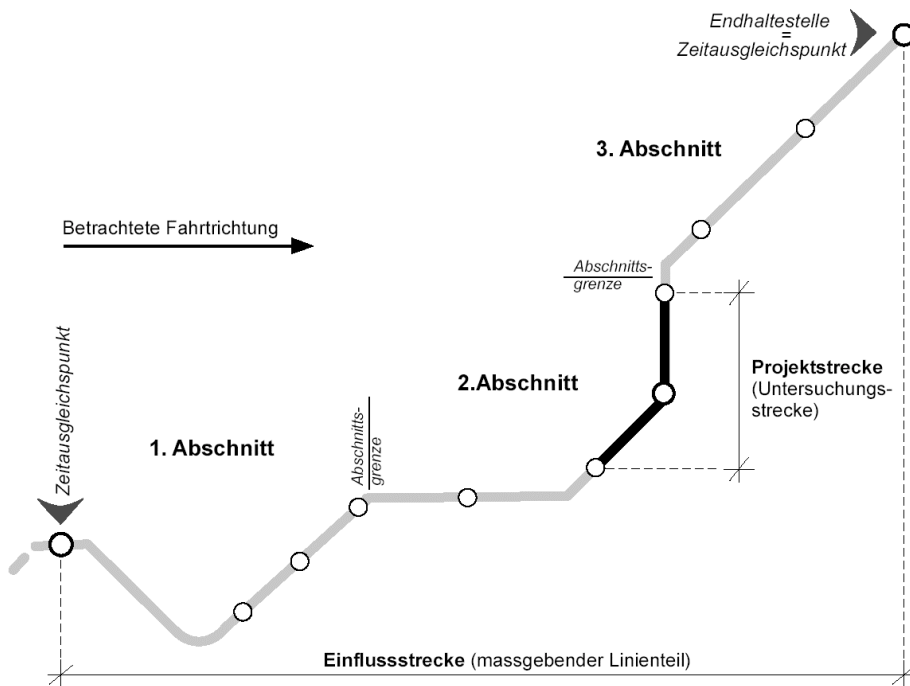


Abb. 3: Streckenskizze und Abschnittseinteilung ÖV (Beispiel)

Aufwertungsfaktor α der Störungsaufschaukelung				
Lage der Störung (in Fahrtrichtung)	Taktfolge(min)	5	7,5	10
1. Abschnitt	α_1	2,3	1,8	1,5
2. Abschnitt	α_2	1,5	1,3	1,2
3. Abschnitt	α_3	1,3	1,2	1,1

Tabelle 6: Aufwertungsfaktor α der Störungsaufschaukelung nach Abschnitten

Massgebende Verspätung auf der Einflussstrecke (S_{mass}):

$$S_{mass} = S_1 \cdot \alpha_1 + S_2 \cdot \alpha_2 + S_3 \cdot \alpha_3$$

wobei s_i die tatsächliche Verlustzeit im Abschnitt i (Einzelwert oder Summe mehrerer Störungen) darstellt.

4 Multimodale Verkehrsqualitätsstufen je Verkehrsart

4.1 Multimodale Verkehrsqualitätsstufen ÖV

4.1.1 Streckenbetrachtung

Für die Verkehrsqualität des ÖV ist nicht nur die absolute Verspätung im Projektperimeter massgebend, sondern darüber hinaus die weiteren Störungen auf den anschliessenden Strecken bis zu Zeitausgleichspunkten. Als Zeitausgleichspunkte werden Haltestellen und Linienendpunkte bezeichnet, an denen fahrplanmässige Zeitreserven eingeplant sind, um Verspätungen aufzufangen oder Anschlüsse sicherzustellen. Aus der nebenstehenden Abbildung ist der so bestimmte, massgebende Linienanteil ersichtlich. Dieser wird als Einflussstrecke bezeichnet.

Zudem muss beim ÖV die Störungsaufschaukelung berücksichtigt werden, die bei kurzen Taktfolgen entsteht, wenn wegen Verspätungen die Fahrgastzahlen an den Haltestellen zunehmen und dadurch die Dauer der Haltestellenaufenthalte länger werden.

Die Störungsaufschaukelung ist abhängig von der Lage der Störung auf der Einflussstrecke. Diese wird deshalb in drei Abschnitte mit etwa gleicher Anzahl Haltestellen unterteilt, wobei die Fahrtrichtung berücksichtigt werden muss (vgl. nebenstehende Abbildung 3). Die für jede Störung in einem Abschnitt erhobene Verlustzeit (HVZ) wird mit einem Faktor α (> 1) multipliziert, d.h. die Bedeutung der Verlustzeit wird in Abhängigkeit der Lage der Störung verstärkt. Die Aufwertungsfaktoren berücksichtigen, dass die Störungsaufschaukelung umso stärkere Auswirkungen hat, je früher sie auf dem massgebenden Streckenabschnitt liegt, bzw. je weiter dass sie vom nächsten Zeitausgleichspunkt entfernt ist. Für die praktische Handhabung wird angenommen, dass die massgebende Einflussstrecke einer städtischen Linie im Allgemeinen 12-15 Haltestellen umfasst, d.h. in jedem Abschnitt 4-5 Haltestellen liegen. In Tabelle 6 sind die Werte für α mit diesen Annahmen und in Abhängigkeit von der Taktfolgezeit zusammengestellt. In besonderen Fällen können die Werte für α für die spezifischen Bedingungen berechnet werden.

Die für die Bestimmung der Pünktlichkeit massgebende Gesamtverspätung s_{mass} ergibt sich als gewichtete Summe der Verlustzeiten in den Abschnitten der Einflussstrecke:

$$s_{\text{mass}} = s_1 \cdot \alpha_1 + s_2 \cdot \alpha_2 + s_3 \cdot \alpha_3,$$

wobei s_i die tatsächliche Verlustzeit bei Störungen im Abschnitt i darstellt. Falls im Abschnitt i mehrere Störungen vorliegen, ist s_i die Summe der einzelnen Verspätungen.

Die vorstehende Betrachtung gilt für den Fall, dass tatsächliche Verlustzeiten (z.B. Wartezeiten an LSA) erhoben werden. Falls die Verspätungen aus einem Vergleich der Soll-Ist-Beförderungszeiten vorliegen (z.B. Leitstellendaten), entfallen die Faktoren α .

Projektname					km			
Linie				Abschnitt				
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den ÖV								
Verlustzeit und Störungsaufschaukelung auf der Einflussstrecke								
Fahrtrichtung	Verlustzeit HVZ* (s) (Summe pro Abschnitt)		Faktor α_i		Massgebende Verspätung ($S_{mass} = S_1 \cdot \alpha_1 + S_2 \cdot \alpha_2 + S_3 \cdot \alpha_3$)			
Abschnitt 1					<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">S_{mass} (s)</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> </table>		S_{mass} (s)	
S_{mass} (s)								
Abschnitt 2								
Abschnitt 3								
Punktebewertung der massgebenden Verspätung (S_{mass})								
Taktfolge	Massgebende Verspätung auf der Einflussstrecke (S_{mass} in s)							
5min	0 bis 60	61 bis 90 oder -30 bis -1	91 bis 120	121 bis 180	181 bis 270	> 270 oder < -30		
7,5min	0 bis 60	61 bis 90 oder -30 bis -1	91 bis 120	121 bis 180	181 bis 390	> 390 oder < -30		
10min	0 bis 60	61 bis 120 oder -30 bis -1	121 bis 180	181 bis 240	241 bis 420	> 420 oder < -30		
15min	0 bis 60	61 bis 120 oder -30 bis -1	121 bis 180	181 bis 240	241 bis 450	> 450 oder < -30		
30min	0 bis 60	61 bis 120 oder -30 bis -1	121 bis 180	181 bis 300	301 bis 600	> 600 oder < -30		
60min	0 bis 60	61 bis 120 oder -30 bis -1	121 bis 180	181 bis 300	301 bis 600	> 600 oder < -30		
Punkte	80	70	60	40	20	10		
Punktebewertung der Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke (HVZ*)								
Km/h	> 24	22 -23.9	19-21.9	15-18.9	< 15			
Punkte	20	15	10	5	0			
Bestimmung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe ÖV								
Punktebewertung					Punkte			
Massgebende Verspätung auf der Einflussstrecke								
Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke								
Punktetotal (Summe)								
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe ÖV ($VQS_{MM} - \text{ÖV}$) aufgrund der untenstehenden Skala								
Punkte	100-81	80-71	70-61	60-41	40-21	< 20		
$VQS_{MM} - \text{ÖV}$	A	B	C	D	E	F		
*: HVZ = Hauptverkehrszeit								

Tabelle 7: Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den ÖV (Formular 1)

4.1.2 Ermittlung der VQS_{MM} – ÖV

Die Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufen für den ÖV (VQS_{MM} – ÖV) kann mit Hilfe des Formulars der Tabelle 7 erfolgen. Neben der massgebenden Verspätung aus den Verlustzeiten (s_{mass}) wird die Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke in der Hauptverkehrszeit berücksichtigt. Für beide Kriterien erfolgt eine Punktbewertung. Anhand der Punkteskala für die Punktesumme wird die VQS_{MM} bestimmt.

Die Ermittlung erfolgt für die massgebende Fahrtrichtung, bzw. für beide Richtungen getrennt, falls beide relevant sind. Für die Bewertung ist der schlechtere Wert massgebend.

Falls mehrere ÖV-Linien relevant sind, ist für jede eine eigene Berechnung durchzuführen. Massgebend für die Bewertung der multimodalen Qualität ist im Allgemeinen die Linie mit dem schlechtesten Wert. Im Einzelfall ist zu entscheiden, ob jede Linie getrennt bearbeitet werden muss.

Im Allgemeinen kann davon ausgegangen werden, dass die Gewährleistung der Pünktlichkeit auch zur Gewährleistung der Anschlusssicherheit an Umsteigeknoten führt. In Einzelfällen, in denen die Pünktlichkeit weniger Bedeutung hat (z.B. ländlicher Raum, lange Kursfolgezeiten), kann die separate Betrachtung des Kriteriums Anschlusssicherheit anhand des Anteils der verpassten Anschlüsse erforderlich sein. Zur Beurteilung können die Richtwerte der Tabelle 8 verwendet werden.

Verkehrsqualitätsstufen der Anschlusssicherung im ÖV						
Taktfolgezeit im Abschnitt (min)	Anteil der verpassten Anschlüsse in %					
5	< 1	1-5	5.1-10	10.1-15	15.1-20	> 20
7.5	< 1	1-4	4.1-8	8.1-12	12.1-16	> 16
10	< 1	1-3	3.1-6	6.1-9	9.1-12	> 12
15	< 1	1-2	2.1-4	4.1-6	6.1-8	> 8
30	0	0.1-1	1.1-2	2.1-3	3.1-4	> 4
60	0	0.1-1	1.1-2	2.1-3	3.1-4	> 4
VQS	A	B	C	D	E	F

Tabelle 8: Verkehrsqualitätsstufen der Anschlusssicherung im ÖV

Projektname				km			
Besonderes				Abschnitt			
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den MIV							
Beurteilung der Reisezeitkonstanz auf der Einflussstrecke							
Fahrtrichtung		Reisezeit Spitzenstunde t_{ss} (s)		Reisezeit Neben- verkehrszeit t_{nv} (s)		Verhältnis Reisezeit $r = t_{ss} / t_{nv}$	
R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
.....						
Verhältnis Reisezeit (r)		≤ 1.10	1.11 - 1.20	1.21 - 1.35	1.36 - 1.50	1.51 - 2.00	> 2.00
Punkte		35	30	20	10	5	0
Beurteilung des Geschwindigkeitsniveaus für den MIV auf der Einflussstrecke (Spitzenstunde)							
V_{85} (km/h) bei $V_{sign} = 50$ km/h*		> 45.0	45.0 - 40.1	40.0 - 35.1	35.0 - 30.1	30.0 - 25.1	≤ 25.0
Punkte		25	20	15	10	5	0
Beurteilung der knotenspezifischen Verkehrsqualitätsstufen Grundlage: Geltende VSS-Normen. Kritischer Knoten der Projektstrecke ist massgebend.							
VQS im Knoten		A	B	C	D	E	F
Punkte		40	35	25	20	10	0
Bestimmung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufen MIV							
Punktebewertung je Fahrtrichtung					Punkte		
					R1	R2	
Reisezeitkonstanz auf der Einflussstrecke							
Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke							
Knotenspezifische Verkehrsqualität							
Punktetotal (Summe)							
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe MIV ($VQS_{MM} - MIV$) aufgrund der untenstehenden Punkteskala							
Punkte		100-81	80-61	60-41	40-21	20-11	10-0
$VQS_{MM} - MIV$		A	B	C	D	E	F
*: Wenn $V_{sign} = 60$ km/h beträgt, sind die Werte um 5 km/h zu erhöhen.							

Tabelle 9: Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den MIV (Formular 2)

4.2 Multimodale Verkehrsqualitätsstufen MIV

4.2.1 Streckenbetrachtung

Für die streckenbezogene Beurteilung der Qualität des Verkehrsablaufs für den MIV sind neben den knotenbezogenen Warte- oder Verlustzeiten zusätzlich die Planbarkeit der Reisezeiten und das Geschwindigkeitsniveau zu berücksichtigen. Für diese zwei Kennwerte muss gegebenenfalls die Einflussstrecke gegenüber dem eigentlichen Projektperimeter (Untersuchungsstrecke) ausgedehnt werden, um zu berücksichtigen, dass sich Rückstau oder Dosierungsanlagen über den eigentlichen Massnahmenbereich hinaus ausdehnen können. Die Einflussstrecke für die Beurteilung des MIV ist dabei im Allgemeinen nicht identisch mit derjenigen für den ÖV.

In der nachstehenden Abbildung sind diese Zusammenhänge skizziert.

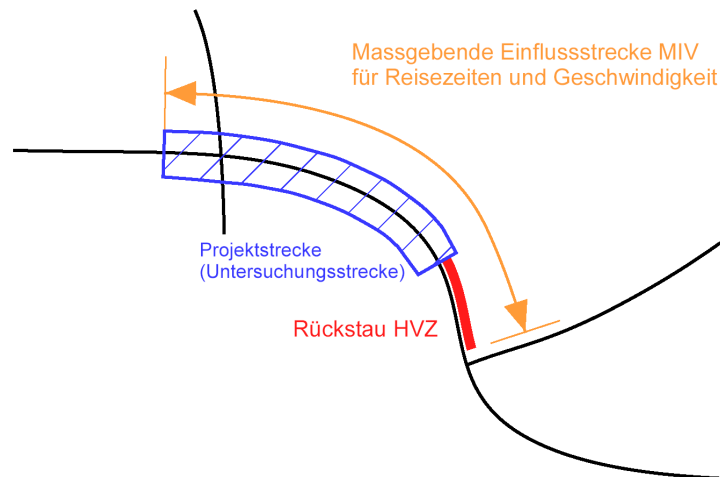


Abb. 4: Untersuchungs- und Einflussstrecke für den MIV

4.2.2 Ermittlung der VQS_{MM} – MIV

Die Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den MIV (VQS_{MM} – MIV) kann mit Hilfe des Formulars der Tabelle 9 erfolgen. Für jedes Kriterium wird aufgrund der zugeordneten Skala eine Punktzahl bestimmt. Die Summe der Punkte ergibt die VQS_{MM} anhand der Punkteskala. Die Ermittlung erfolgt für die massgebende Fahrtrichtung, bzw. für beide Richtungen getrennt, falls beide relevant sind. Für die Bewertung ist der schlechtere Wert massgebend. Bei komplexen Projekten über längere Strecken kann es zweckmässig sein, die Beurteilung auf mehrere Teilstrecken oder Abschnitte zu unterteilen. Bei kürzeren oder homogenen Projektstrecken genügt hingegen eine Gesamtbeurteilung.

Für die Bestimmung der Reisezeiten empfiehlt sich, direkte Erhebungen bzw. Messfahrten im Verkehrsfluss durchzuführen (Floating Car Data FCD). Diese können heute relativ einfach mit mobilen GPS-Geräten erhoben werden.

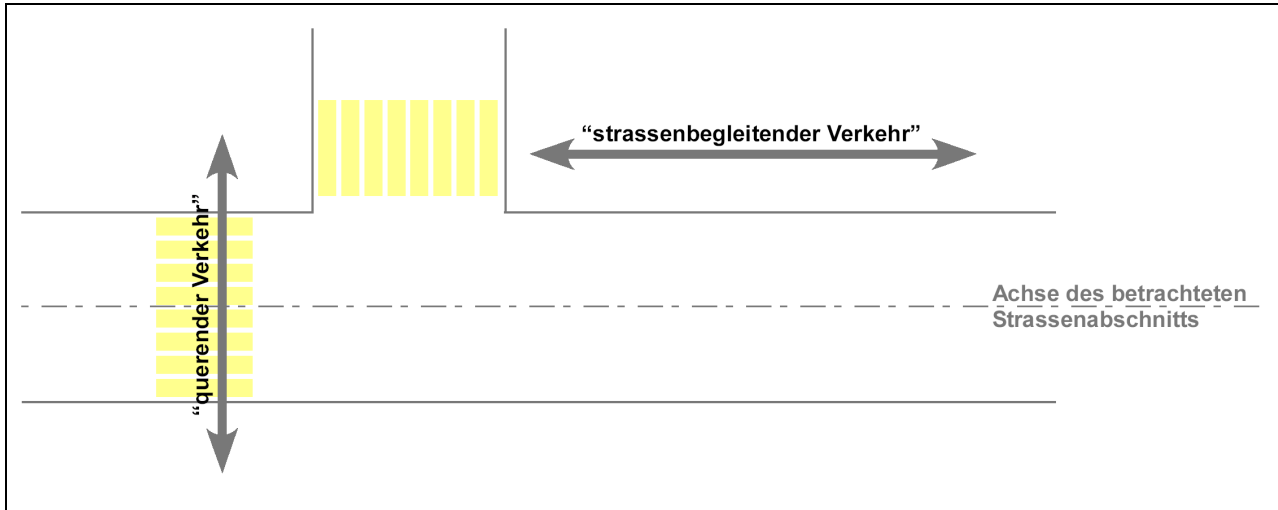


Abb. 5: Definition des strassenbegleitenden und strassenquerenden FV

4.3 Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Fussverkehr

4.3.1 Grundsätze

Die für den Fussverkehr relevanten Kriterien beziehen sich im Rahmen der multimodalen Betriebskonzepte vor allem auf die Konflikte mit den anderen Verkehrsteilnehmern (MIV, ÖV, LZV) und die Qualität im Sinne der Attraktivität der Fussverkehrsanlagen. Dabei wird generell zwischen dem strassenbegleitenden, längsgerichteten und dem strassenquerenden Verkehr unterschieden. Die Begriffe beziehen sich auf die Längsachse des Projekts wie in Abbildung 5 schematisch dargestellt.

Bei der Beurteilung des Fussverkehrs werden objektiv erfassbare Kriterien verwendet. Um den Erhebungsaufwand in Grenzen zu halten, wird jedoch im Allgemeinen eine quantitative Abschätzung der Bewertung statt eine genaue Erhebung angestrebt. Dazu werden unter 4.3.3 Bewertungsskalen zur Verfügung gestellt.

4.3.2 VQS für Fussverkehr aufgrund von Wartezeiten an Knoten

Bei der Ermittlung der VQS für den Fussverkehr werden die Wartezeiten des Fussverkehrs an Knoten berücksichtigt. Hierfür werden knotenspezifische VQS mit folgenden Grenzwerten definiert:

Verkehrsqualitätsstufen für den Fussverkehr an Knoten						
VQS	A	B	C	D	E	F
Knoten mit LSA (Mittlere Wartezeit s)	≤ 15	16–20	21–25	26–30	31–35	> 35
Knoten mit LSA, Übergang in 2 Etappen (Mittlere Gesamtwartezeit s)	≤ 20	21–25	26–30	31–35	36–40	> 40
Knoten ohne LSA (Mittlere Wartezeit s)	≤ 5	6–10	11–15	16–20	21–25	> 25

Tabelle 10: Verkehrsqualitätsstufen für den Fussverkehr an Knoten

Leitfaden „Verkehrstechnische Beurteilung multimodaler Betriebskonzepte auf Strassen innerorts“

Projektname		km																																	
Besonderes		Abschnitt																																	
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den Fussverkehr																																			
Bewertung je Kriterium		Bewertungsskala je Kriterium (Bewertung soweit möglich anhand von Normen und Richtlinien)	Punkte																																
Strassenbegleitende Anlagen für den Fussverkehr																																			
Anordnung der Fusswege		- beidseitig auf ganzer Strecke - einseitig auf ganzer Strecke - keine	10 5 0																																
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte (Feld ankreuzen)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																								
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																									
Breite der Fusswege		- anforderungsgerecht dimensioniert - genügend - ungenügend	10 5 0																																
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																								
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																									
Konflikte und Hindernisse		- keine - wenig bzw. vereinzelt - viel	10 5 0																																
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																								
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																									
Attraktivität der Anlagen		- hoch, gestalteter Strassenraum und geeignete Möblierung - mittel - niedrig, keine Zusatzmassnahmen	10 5 0																																
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																								
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																									
Geschwindigkeitsniveau MIV ausserhalb Hauptverkehrszeit		- $V_{85} \leq 30$ km/h - $V_{85} = 40$ km/h - $V_{85} > 45$ km/h	10 5 0																																
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																								
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																									
Strassenquerungen und Knoten																																			
Freiheitsgrad der Querungsmöglichkeiten (Trennwirkung)		- Querungen frei, keine Sperrbereiche, geringes Konfliktpotential - genügend Querungsmöglichkeiten, aber vorgegebene Übergänge - wenig Querungsmöglichkeiten; bauliche Sperren (z.B. Ketten)	10 5 0																																
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																								
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																									
Umfangfaktor bei Querungen		- direkte Wege à niveau - indirekte Führung / Umwege à niveau - Unterführung / Überführung oder fehlende Querungsmöglichkeit	10 5 0																																
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																								
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																									
Sicherung der Querungen / Übergänge		- Fussgängerstreifen mit Trenninsel / -streifen - Unter- / Überführung - Lichtsignalanlage - Trenninseln / baulicher Trennstreifen im Streckenverlauf - Fussgängerstreifen ohne Trenninsel / -streifen - keine Sicherungsmassnahmen	15 10 10 10 8 0																																
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> P.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																			
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																				
		<i>Punkteabzug bei:</i> - übermässige Querungsdistanz (Strassenbreite) - Trennstreifen ohne baulichen Schutz oder mit ungenügender Breite	-5 -5																																
Wartezeiten bei Knoten		- Verkehrsqualitätsstufe A - Verkehrsqualitätsstufe B - Verkehrsqualitätsstufe C - Verkehrsqualitätsstufe D - Verkehrsqualitätsstufe E, F	15 10 10 5 0																																
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> P.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																			
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																				
Punktetotal (Summe der Kriterien)																																			
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe Fussverkehr (VQS_{MM} - FV)			(aufgrund der untenstehenden Punkteskala)																																
Punkte	100 - 81	80 - 61	60 - 51																																
VQS _{MM} - FV	A	B	C																																
			50 - 31																																
			30 - 21																																
			20 - 0																																
			D																																
			E																																
			F																																

Tabelle 11: Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den FV (Formular 3)

4.3.3 Ermittlung der VQS_{MM} – FV

Die Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufen für den Fussverkehr (VQS_{MM} – FV) erfolgt mit Hilfe des Formulars in der nebenstehenden Tabelle. Zu jedem Kriterium ist eine Punktetabelle vorgegeben, in der die massgebende Anzahl Punkte angekreuzt wird. Daneben ist die Bewertungsskala für das einzelne Element aufgeführt. Da in der Regel mehrere gleiche Elemente auf einer Projektstrecke vorhanden sind, soll bei der Punktebestimmung ein globaler Mittelwert aus einer qualitativen Gesamtbeurteilung erfolgen.

Beispiel: Falls auf 2/3 der Strecke ein beidseitiger Fussweg (Gehweg, Trottoir) (10 Punkte) und auf der übrigen Strecke nur ein einseitiger Fussweg vorhanden ist (5 Punkte), soll als Bewertung 8 angekreuzt werden.

Teilstrecken: Bei langen, komplexen Projektstrecken empfiehlt es sich, die Bewertung für überschaubare Teilstrecken durchzuführen, die jeweils nur einen grossen Knoten (aber evtl. mehrere Querungen) enthalten. Für die Bestimmung der VQS_{MM} soll das gewichtete Punktemittel der einzelnen Streckenabschnitte verwendet werden. Die Gewichtung erfolgt aufgrund der Längen der Teilstrecken.

Hinweise zu einzelnen Kriterien und Punkteskalen der Tabelle 11

Bewertung generell	<i>In den Bewertungsskalen werden z.T. relative Ausprägungen wie anforderungsgerecht oder genügend verwendet. Die quantitativen Grössen, die dieser Ausprägung entsprechen, sind im Einzelfall aufgrund der Bedeutung des Fussverkehrs, der besonderen Anforderungen, usw. mit Hilfe der Normen und anderen verfügbaren Richtlinien festzulegen.</i>
Breite der Fusswege	<i>Massgebend sind die geltenden VSS-Normen und die Verkehrsmengen.</i>
Konflikte und Hindernisse	<i>Hierunter fallen sämtliche Erschwernisse und Konflikte für den strassenbegleitenden Fussverkehr in Längsrichtung, z.B. Querstrassen, die nicht als Trottoirüberfahrt gestaltet sind, gemischte Rad-/ Gehwege (Velokonflikt), Vorplätze mit Parkierung neben dem Gehweg, usw.</i>
Geschwindigkeitsniveau MIV ausserhalb Hauptverkehrszeit	<i>Mit diesem Kriterium wird die Notwendigkeit der Anlagen für den Fussverkehr aufgrund des allgemeinen Geschwindigkeitsniveaus berücksichtigt. Der Wert der Spitzenstunde ist nicht massgebend, da bei Stausituationen keine freien Geschwindigkeiten gefahren werden können.</i>
Freiheitsgrad der Querungsmöglichkeiten	<i>Hiermit wird die Trennwirkung der Strasse beurteilt. Es ist einzig zu beurteilen, welche Möglichkeiten zum Queren und Abbiegen bestehen.</i>
Sicherung der Querungen / Übergänge	<i>Beurteilt wird nur die Verkehrssicherheit. Die soziale Sicherheit z.B. in Unterführungen ist bei der Gesamtbeurteilung der Projekte zu bewerten.</i>
Wartezeiten an Knoten	<i>Hier sind nur wichtige Knoten und relevante Beziehungen zu berücksichtigen. Massgebend ist der schlechteste Wert. Bei sehr unterschiedlichen Knoten soll die Projektstrecke in mehrere Abschnitte, die einzeln bewertet werden, unterteilt werden.</i>

Leitfaden „Verkehrstechnische Beurteilung multimodaler Betriebskonzepte auf Strassen innerorts“

Projektname		km																																												
Besonderes		Abschnitt																																												
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den Leichten Zweiradverkehr																																														
Bewertung je Kriterium	Bewertungskala je Kriterium (Bewertung soweit möglich anhand von Normen und Richtlinien)		Punkte																																											
Anlagen für den Längsverkehr																																														
Radverkehrsmassnahmen <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table> (massgebendes Feld ankreuzen)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																							- Geeignete, bedürfnisgerechte Massnahmen vorhanden 20 - Mischverkehr, keine Massnahmen erforderlich 15 - Erforderliche Massnahmen teilweise vorhanden 10 - Keine Massnahmen vorhanden, obwohl erforderlich (ungeeigneter Mischverkehr) 0		P.
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																										
Dimensionierung der Radverkehrsmassnahmen <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table> Punkte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												- gut / grosszügig (norm- / anforderungsgerecht) 10 - genügend 5 - ungenügend 0																							
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																				
Konflikte und Hindernisse <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table> Punkte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												- keine 10 - wenig bzw. vereinzelt 5 - viel 0																							
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																				
Querungen / Abbiegemanöver und Knoten																																														
Freiheitsgrad der Querungsmöglichkeiten <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table> Punkte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												- Querungen frei, keine Sperrbereiche 10 - beschränkt, aber ausreichend 5 - ungenügend (Sicherheitslinien) 0																							
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																				
Sicherheitsaspekte (Abbiegen und Queren, ohne Knoten) <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table> Punkte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																	- baulich gesicherte Abbiegestreifen oder Querungen 15 - Lichtsignalanlagen 10 - Aufstellflächen und markierte Bereiche 5 - keine Massnahmen 0													
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																															
Besondere Massnahmen an Knoten <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table> Punkte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																	- Radstreifen bzw. Aufstellflächen 15 - Mischverkehr, genügende Breiten 10 - sichere Umwege / indirekte Linksabbieger 5 - Mischverkehr, ungenügende Breiten 0													
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																															
Wartezeiten an Knoten <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table> Punkte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																							- Verkehrsqualitätsstufe A 20 - Verkehrsqualitätsstufe B 15 - Verkehrsqualitätsstufe C 10 - Verkehrsqualitätsstufe D 5 - Verkehrsqualitätsstufe E, F 0		P.
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																										
Punktetotal (Summe der Kriterien)																																														
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe Leichter Zweiradverkehr (VQS_{MM} - LZV)																																														
(aufgrund der untenstehenden Punkteskala)																																														
Punkte	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 31	30 - 21	20 - 0																																								
VQS _{MM} - LZV	A	B	C	D	E	F																																								

Tabelle 12: Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den LZV (Formular 4)

4.4 Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Leichten Zweiradverkehr

4.4.1 Verkehrsqualitätsstufen für den leichten Zweiradverkehr aufgrund von Wartezeiten

Bei der Ermittlung der VQS für den LZV werden die Wartezeiten des LZV an Knoten berücksichtigt. Hierfür werden knotenspezifische VQS mit folgenden Grenzwerten definiert:

Verkehrsqualitätsstufen für den Leichten Zweiradverkehr an Knoten						
VQS	A	B	C	D	E	F
Knoten mit LSA (Mittlere Wartezeit s)	≤ 15	16-25	26-35	36-45	46-60	> 60
Knoten ohne LSA (Mittlere Wartezeit s)	≤ 10	11-20	21-25	26-35	36-45	> 45

Tabelle 13: Verkehrsqualitätsstufen für den LZV an Knoten

4.4.2 Ermittlung der VQS_{MM} – LZV

Die Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufen für den leichten Zweiradverkehr (VQS_{MM} – LZV) erfolgt mit Hilfe des Formulars in der nebenstehenden Tabelle. Zu jedem Kriterium ist eine Punktetabelle vorgegeben, in der die massgebende Anzahl Punkte angekreuzt wird. Daneben ist die Bewertungsskala für das einzelne Element aufgeführt. Da in der Regel mehrere gleiche Elemente auf einer Projektstrecke vorhanden sind, soll bei der Punktebestimmung ein globaler Mittelwert aus einer qualitativen Gesamtbeurteilung erfolgen.

Beispiel: Falls auf 2/3 der Strecke normgerechte Radverkehrsmassnahmen vorhanden sind (10 Punkte) und diese aber auf der übrigen Strecke fehlen (0 Punkte), soll als Bewertung 6 angekreuzt werden.

Teilstrecken: Bei langen, komplexen Projektstrecken empfiehlt es sich, die Bewertung für überschaubare Teilabschnitte durchzuführen, die jeweils nur einen grossen Knoten (aber evtl. mehrere Querungen) enthalten. Die VQS_{MM} wird aus dem mit den Abschnittslängen gewichteten Punktemittel der einzelnen Streckenabschnitte bestimmt.

Hinweise zu einzelnen Kriterien und Punkteskalen der Tabelle 12

- Bewertung generell** *In den Bewertungsskalen werden z.T. relative Ausprägungen wie anforderungsgerecht oder genügend verwendet. Die quantitativen Grössen, die dieser Ausprägung entsprechen, sind im Einzelfall aufgrund der Bedeutung des Fussverkehrs, der besonderen Anforderungen, usw. mit Hilfe der Normen und anderen verfügbaren Richtlinien festzulegen.*
- Konflikte und Hindernisse** *z.B. Längsparkierung neben der Fahrbahn, gemischter Rad-/ Gehweg (Fussgängerkonflikt), Seiteneinfahrten über Radweg, usw.*
- Freiheitsgrad** *Es ist einzig zu beurteilen, welche **Möglichkeiten** zum Queren und Abbiegen bestehen.*
- Wartezeiten an Knoten** *Hier sind nur wichtige Knoten und relevante Beziehungen zu berücksichtigen. Massgebend ist der schlechteste Wert.*

Kriterien zur Bestimmung der Zielwerte für die multimodalen Verkehrsqualitätsstufen		
Verkehrsart	Kriterien	Ziel VQS _{MM}
ÖV	Fahrgastaufkommen Bedeutung der Anschlusssicherung	Standard: C Erhöhte Ansprüche: B
MIV	Klassierung der Strasse Funktion der Strasse	Standard: D* Erhöhte Ansprüche: C*
FV	Ansprüche aufgrund der Siedlungslage (Erhöhte Ansprüche: City, Quartierzentrum, usw.) Fussgängermengen Besonderer Anspruchsgruppen (Kinder, Betagte) Bedeutung des MIV und Anteil Schwerverkehr	Standard: C, evtl. D Erhöhte Ansprüche: B
LZV	Bedeutung des LZV Bedeutung des MIV und Anteil Schwerverkehr	Standard: D Hohe Ansprüche: C, evtl. B

*: Die Bedeutung der streckenbezogenen VQS ist nicht identisch mit der Beurteilung der Leistungsfähigkeit am Knoten. Aus reiner MIV-Optik sind die Ziele deshalb bei erhöhten Ansprüchen höher anzusetzen als bei der Knotenbetrachtung.

Tabelle 14: Kriterien zur Bestimmung der VQS_{MM}-ZIEL

Begründung und Zusammenstellung der multimodalen Qualitätsziele					
Begründung der Qualitätsziele (Hauptverkehrszeit)					
ÖV	Standard: VQS _{MM} – ÖV: C, evtl. B	<input type="checkbox"/> Standard <input type="checkbox"/> von Standard abweichen*			
*Begründung:					
.....		Gewählt: VQS _{MM} – ÖV:			
MIV	Standard: VQS _{MM} – MIV: D, evtl. C	<input type="checkbox"/> Standard <input type="checkbox"/> von Standard abweichen*			
*Begründung:					
.....		Gewählt: VQS _{MM} – MIV:			
FV	Standard: VQS _{MM} – FV: C, evtl. D, B	<input type="checkbox"/> Standard <input type="checkbox"/> von Standard abweichen*			
*Begründung:					
.....		Gewählt: VQS _{MM} – FV:			
LZV	Standard: VQS _{MM} – LZV: D, evtl. C, B	<input type="checkbox"/> Standard <input type="checkbox"/> von Standard abweichen*			
*Begründung:					
.....		Gewählt: VQS _{MM} – LZV:			
Multimodale Qualitätsziele Übersicht	Verkehrsart	ÖV	MIV	FV	LZV
	VQS _{MM} -ZIEL				

Tabelle 15: Tableau der Ziele der multimodalen Verkehrsqualität (Formular 5)

5 Beurteilung der multimodalen Verkehrsqualität

5.1 Grundsätze

Das multimodale Betriebskonzept einer bestehenden Strassenanlage oder eines Projekts wird mit Hilfe der multimodalen Verkehrsqualitätsstufen (VQS_{MM}) beurteilt. Bei der Beurteilung sind die folgenden Grundsätze zu beachten:

- Der wesentliche Schritt der multimodalen Betrachtung ist die Erfassung aller Verkehrsarten mit ähnlichen Methoden und die Darstellung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufen (VQS_{MM}) für alle Verkehrsarten.
- Die Bildung eines einzigen Gesamtindicators, der die multimodale Gesamtqualität abbildet, ist nicht zulässig.
- Die Beurteilung der Projektqualität erfolgt aufgrund der synoptischen Darstellung der VQS_{MM} der einzelnen Verkehrsarten und stellt eine Abwägungsfrage mit Zielkonflikten (Trade-offs) dar.
- Die Frage der Vergleichbarkeit der VQS_{MM} für die einzelnen Verkehrsarten ist zentral für die Gültigkeit des vorgeschlagenen Verfahrens. Sie wird verstärkt durch die vielen neuen Ansätze, die mit den Definitionen der VQS_{MM} für die Schweiz verbunden sind. Die Frage ist derzeit auch im Ausland noch unbeantwortet bzw. wird in umfangreichen Forschungsarbeiten untersucht. Aus diesem Grund ist der vorliegende Leitfaden als vorläufige Erstfassung anzusehen, die nach vorliegender praktischer Erfahrung und neuen Erkenntnisse überarbeitet werden soll.

Aus diesen Grundsätzen ergibt sich, dass die Beurteilung der multimodalen Betriebskonzepte situativ anhand der definierten Qualitätsziele erfolgen muss (IST- zu ZIEL-Vergleich).

Unter 5.2 werden generelle Hinweise zur Festlegung der ZIEL-VQS_{MM} angegeben.

Um die Beurteilung zwischen Ist- bzw. Projektwerten und Zielwerten möglichst anschaulich darstellen zu können, wird ein multimodales Qualitätsdiagramm verwendet. Dieses Instrument wird nachfolgend erläutert.

Schliesslich ist zu beachten, dass die Gesamtbeurteilung von Projekten sich nicht auf die verkehrstechnischen Aspekte beschränkt. Die Frage der Zuteilung des (beschränkten) Strassenraumes muss umfassender unter Einbezug von städtebaulichen und z.T. weitergehenden Betrachtungen erfolgen (vgl. Kapitel 3).

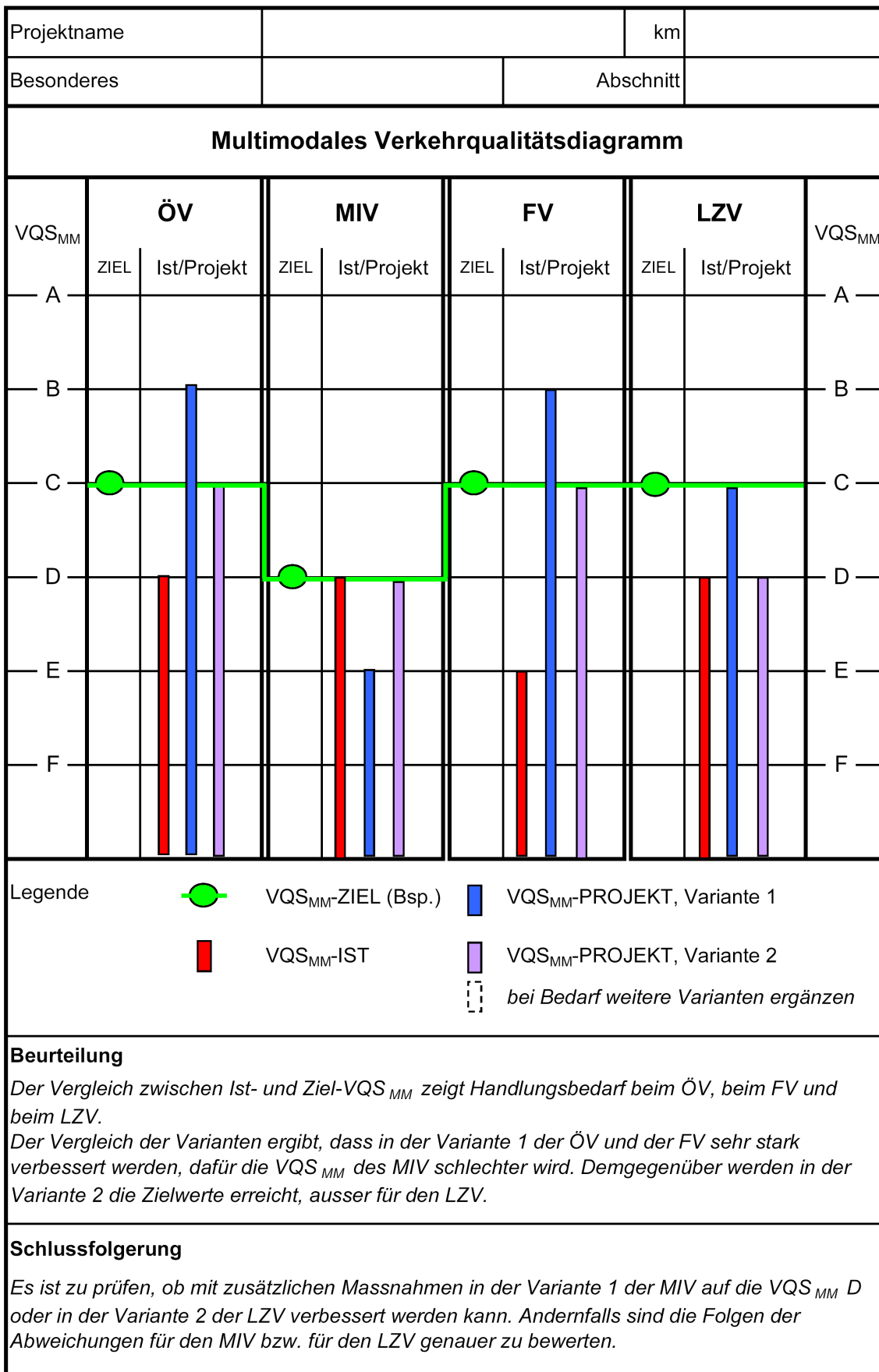


Abb. 6: Multimodales Qualitätsdiagramm, Beispiel (Formular 6)

5.2 Qualitätsziel nach Verkehrsarten

Die anzustrebenden Verkehrsqualitätsstufen müssen für jede Verkehrsart aufgrund von konzeptionellen, strategischen oder verkehrspolitischen Überlegungen festgelegt werden. Es ist anzustreben, dass diese Zielsetzungen unabhängig von den Lösungen bestimmt bzw. bei der Projektdefinition vorgegeben werden. Damit kann eine nachvollziehbare Vorgehensweise gewährleistet werden.

Die verkehrlichen (verkehrstechnischen) Qualitätsansprüche des Einzelnen sind für jede Verkehrsart hoch, wenn diese Verkehrsart gerade die eigene ist. Aus Sicht der Gesamtheit der Verkehrsteilnehmer ändern die Ziele hingegen in Abhängigkeit von der Bedeutung bzw. den Verkehrsmengen der einzelnen Verkehrsarten und den Auswirkungen ihrer Qualitätsausprägung. Daraus folgen in der Regel gegenläufige und z.T. widersprüchliche Zielformulierungen.

Neben den verkehrlichen Kriterien werden vermehrt auch verkehrspolitische Zielsetzungen bei multimodalen Verkehrskonzepten verfolgt. Diese können zu anderen Zielwerten führen als die technischen Kriterien. Falls für einzelne Verkehrsarten sehr hohe Anforderungen gestellt werden, kann dies bedeuten, dass andere Verkehrsarten entsprechend stark beeinträchtigt werden.

In der Tabelle 14 sind die wesentlichen Kriterien zur Bestimmung der VQS_{MM}-ZIEL nach Verkehrsart zusammengestellt. Die gewählten Ziele und deren Begründung sollen in einem Übersichts-Tableau gemäss Tabelle 15 zusammengestellt werden.

5.3 Multimodales Qualitätsdiagramm

Das multimodale Qualitätsdiagramm ermöglicht die gleichzeitige Darstellung der streckenbezogenen VQS_{MM} für alle Verkehrsarten mit gleichzeitiger Abbildung der Projektvarianten, des IST-Zustandes und der Zielwerte.

5.4 Beurteilung des Multimodalen Qualitätsdiagramms

Der vorliegende Leitfaden stellt eine Methode zu vollständigen Erfassung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufen dar. Die Interpretation der Ergebnisse muss im Einzelfall erfolgen. Bei Abweichungen sollen u.a. die folgenden Betrachtungen zur Entscheidungsfindung beigezogen werden:

- projektspezifische, absolute und/oder strategische Bedeutung der Verkehrsarten vertieft darlegen (Rangfolge der Ziele);
- VQS_{MM} schlechter als D sind nach Möglichkeit zu vermeiden;
- Abweichungen (Verschlechterung) um mehr als eine Stufe vom Zielwert sind zu vermeiden.

Literatur zur Massnahmenplanung

Mischverkehr MIV/ÖV auf stark befahrenen Strassen, Forschungsbericht UVEK/ASTRA Nr. 1027 (Teamverkehr, 2002)

Beurteilung von Busbevorzugungsmassnahmen, Forschungsbericht UVEK/ASTRA Nr. xxx (Metron, im Druck)

Tabelle 16: Literatur zur Massnahmenplanung

Literatur zu Rechenverfahren für intermodale Optimierung ÖV + MIV

Optimierung der gewichteten Verlustzeiten:

Das Planungswerkzeug BALANCE, Langbeschreibung, www.transver.de

Friedrich B. (1999): Ein verkehrsadaptives Verfahren zur Steuerung von Lichtsignalanlagen. FGV / TUM München.

Optimierung der generalisierten Kosten:

Currie G., Sarvi M und Young B. (2005): Balanced Road Space Allocation: A Comprehensive Approach. Institute of Transportation Engineers Annual Meeting 2005 Melbourne, Australia

Tabelle 17: Literaturhinweise zu Rechenverfahren für die intermodale Optimierung

Intermodaler Qualitätsindikator IQI

$$IQI = - (\sum_i \text{Personenverlustzeiten MIV} + \sum_i \alpha_i \text{Personenverlustzeiten ÖV})$$

Dokumentation: Ermittlung der intermodalen Leistungsfähigkeit bei lichtsignalgeregelten Knoten, Forschungsbericht UVEK/ASTRA Nr. 485 (S-ce Simon consulting experts, 2001)

Ermittlung der intermodalen Leistungsfähigkeit MIV + ÖV bei lichtsignalgeregelten Knoten, Anleitung für die Praxis (SVSA Kt. Bern / S-ce, Zürich, 2002)

Multimodaler Qualitätsindikator MQI

Für die multimodale Betrachtung von Einzelknoten kann die Methode zur Ermittlung des IQI zu einem generalisierten Personenverlustzeiten-Modell erweitert werden. Der multimodale Qualitätsindikator für Einzelknoten ergibt sich damit wie folgt:

$$MQI = - (\sum_i \text{Personenverlustzeiten MIV} + \sum_i \alpha_i \text{Personenverlustzeiten ÖV} + \sum_i \text{Personenverlustzeiten FV} + \sum_i \text{Personenverlustzeiten LZV})$$

wobei für α_i die Werte gemäss Tabelle 6 in Abhängigkeit von der Lage der Störung auf der Untersuchungsstrecke zu verwenden sind.

Tabelle 18: Intermodaler und multimodaler Qualitätsindikator

6 Hinweise zur Massnahmenplanung und -optimierung

Bei der Erarbeitung der Massnahmen können unterschiedliche Vorgehensweisen in Abhängigkeit der Aufgabenstellung gewählt werden (s. Kapitel 6.1 und 6.2).

Die multimodale Verkehrsqualität wird massgeblich durch Reisezeiten und Wartezeiten bestimmt. Die Ermittlung dieser Kennwerte für Projekte bedingt in der Regel Modellrechnungen (s. Kapitel 6.3).

6.1 Literatur zur Massnahmenplanung

Bei der Massnahmenplanung im städtischen Raum steht häufig die Optimierung ÖV unter Berücksichtigung der Anforderungen der übrigen Verkehrsarten im Vordergrund. Dazu wurden in den letzten Jahren verschiedene Arbeiten publiziert. Hinweise dazu enthält Tabelle 16.

6.2 Optimierungsverfahren für Einzelknoten

Multimodale Optimierungsverfahren bedingen im Allgemeinen einen hohen Rechenaufwand, weshalb verschiedene Informatiklösungen entwickelt wurden. Diese beschränken sich allerdings bisher auf die bimodale Optimierung von ÖV und MIV an Lichtsignalknoten und -strecken. Beispiele solcher Verfahren sind in Tabelle 17 aufgeführt.

In der Schweiz wurde ein vereinfachtes Modell zur Optimierung der Personenverlustzeiten an Lichtsignalknoten entwickelt. Dabei wurde ein intermodaler Qualitätsindikator IQI für MIV und ÖV definiert. Die Methode kann für die multimodale Betrachtung verallgemeinert werden. Die Berechnungsformeln sind in Tabelle 18 zusammengestellt.

Der multimodale Qualitätsindikator IQI kann als generalisiertes Personenverlustzeiten-Modell bezeichnet werden.

6.3 Mikrosimulation

Die Kennwerte für den ÖV und für den MIV, die zur Ermittlung der VQS von Projekten erforderlich sind, können in der Regel nur mit Hilfe von Simulationsprogrammen bestimmt werden. Dies bedingt einen erheblichen Aufwand bei der Datenbeschaffung und dem Aufbau des Simulationsmodells. Insbesondere ist zu beachten, dass die Rückstau- und Verspätungsproblematik häufig richtungsspezifisch ist und dadurch die Störungen teils in der Morgen- und teils in der Abendspitzenstunde auftreten. Eine sorgfältige Bearbeitung erfordert deshalb eine Mikrosimulation der Morgen- und der Abendspitzenstunde.

Formulare

Für die praktische Arbeit wurden die Tabellen 7, 9, 11, 12 und 15 sowie die Abbildung 6 als elektronische Formulare aufgearbeitet. Diese können im Internet wie folgt heruntergeladen werden:

Homepage SVI: www.svi.ch oder Homepage S-ce: www.s-ce.ch

Leitfaden

Auf den obengenannten Internetseiten ist auch eine elektronische Fassung (PDF) des Leitfadens abrufbar.

7 Formulare und Beispiele

7.1 Formulare

In den Beispielen werden die Formulare verwendet, die für die praktische Arbeit erarbeitet wurden:

- F1 ÖV: entspricht Tabelle 7
- F2 MIV: entspricht Tabelle 9
- F3 FV: entspricht Tabelle 11
- F4 LZV: entspricht Tabelle 12
- F5 VQSM_{MM}-ZIEL: entspricht Tabelle 15
- F6 Diagramm: entspricht Abbildung 6

Diese Formulare sind im Internet unter www.svi.ch oder www.s-ce.ch abrufbar.

7.2 Beispiele

Im Folgenden sind drei fiktive Beispiele dargestellt, die auf tatsächlichen Strassenanlagen basieren, für die z.T. jedoch zusätzliche Daten abgeschätzt werden mussten. Aus den Beispielen können deshalb keine direkten Rückschlüsse auf die tatsächliche Situation gezogen werden.

Die einzelnen Beispiele zeigen schwerpunktmässig die folgenden Aspekte des Leitfadens:

- Beispiel 1: Grundsätzliches Vorgehen, Beurteilung einer Ist-Situation
Berücksichtigung der Störungsaufschaukelung im ÖV
- Beispiel 2: Einfacher Variantenvergleich für die Einrichtung einer
Busspur
- Beispiel 3: Variantenvergleich für unterschiedliche Lösungen mit
Verbesserungen des ÖV (Vorortsbahn) und des FV

Abkürzungsverzeichnis

FG	Fussgänger
FV	Fussverkehr
h	Stunde
HBS	Deutsches Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen
HCM	Highway Capacity Manual
Kap.	Kapitel
km	Kilometer
LOS	Level of Service
LSA	Lichtsignalanlage
LZV	Leichter Zweiradverkehr
m	Meter
min	Minute
mind.	mindestens
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MM	multimodal
NMV	Nicht motorisierte Verkehrsteilnehmer
Nr.	Nummer
ÖV	Öffentlicher Verkehr
s	Sekunde
SN	Schweizer Norm
SVI	Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure
V	Geschwindigkeit
VQS	Verkehrsqualitätsstufen
VSS	Schweizerisches Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute

Tabelle 19: Abkürzungsverzeichnis

Beispiel 1: Zürich – Höngg: Limmattalstrasse im Bereich Meierhofplatz

Das Beispiel soll das prinzipielle Vorgehen bei der Ermittlung der VQS zeigen. Es werden nur die VQS des IST-Zustands ermittelt; auf eine Zieldefinition der VQS oder einen Variantenvergleich wird verzichtet.

Situation: Untersuchungsstrecke: Meierhofplatz bis Zwielplatz 290 m (vgl. Skizze Seite 32)
Einflussstrecke ÖV: Escher-Wyss-Platz bis Frankental (vgl. Skizze Seite 33)

Vereinfachung: Die Buslinien 80 und 38 werden im Beispiel vernachlässigt.

Grundlage: Verkehrsstudie zum Knoten Meierhofplatz

Angaben ÖV:

Tram 13

Taktfolgezeit: 62/3 min
 Zeitausgleichspunkt 1: Frankental = Haltestelle 1 = Linienendpunkt
 Zeitausgleichspunkt 2: Escher-Wyss-Platz = Haltestelle 11
 Meierhofplatz = Haltestelle 5 (→ im 2. Abschnitt)
 Verlustzeit in der Spitzenstunde:
 Richtung Albisgütli: im Projektabschnitt Meierhofplatz 49 s
 Richtung Frankental: ab Escher-Wyss-Platz (1.Abschnitt) 60 s
 im Projektabschnitt Meierhofplatz 31 s
 Beförderungsgeschwindigkeit: Richtung Albisgütli: 16 km/h; Richtung Frankental: 20 km/h

Bus 46

Taktfolgezeit: 5 min
 Zeitausgleichspunkt 1: Rütihof = Haltestelle 1
 Zeitausgleichspunkt 2: Bahnhofquai = Haltestelle 19
 Meierhofplatz = Haltestelle 8 (→ im 2. Abschnitt)
 Verlustzeit in der Spitzenstunde:
 Richtung Bahnhofquai: im Projektabschnitt Meierhofplatz 80 s
 Richtung Rütihof: im Projektabschnitt Meierhofplatz 70 s
 Beförderungsgeschwindigkeit: Richtung Bahnhofquai: 20 km/h; Richtung Rütihof: 21 km/h

Angaben MIV:

Auslastungsgrad des Knotens 108%

	Reisezeiten:	Geschwindigkeitsniveau:
Limmattalstrasse stadteinwärts:	$t_{SS} = 410 \text{ s}; t_{NV} = 180 \text{ s}$	$v_{85,SS} = 13 \text{ km/h}$
Limmattalstrasse stadtauswärts:	$t_{SS} = 305 \text{ s}; t_{NV} = 180 \text{ s}$	$v_{85,SS} = 18 \text{ km/h}$

Angaben FV:

Situation lt. Skizze für Teilabschnitt a_2

Geschwindigkeitsniveau des MIV: $v_{85,NV} = 36 \text{ km/h}$

Wartezeiten an den Knoten:

Übergänge mit LSA: LSA 1: 25 s / LSA 2: 30 s / LSA 3: 60 s / LSA 4: 53 s (vgl. Skizze Seite 32) → VQS F

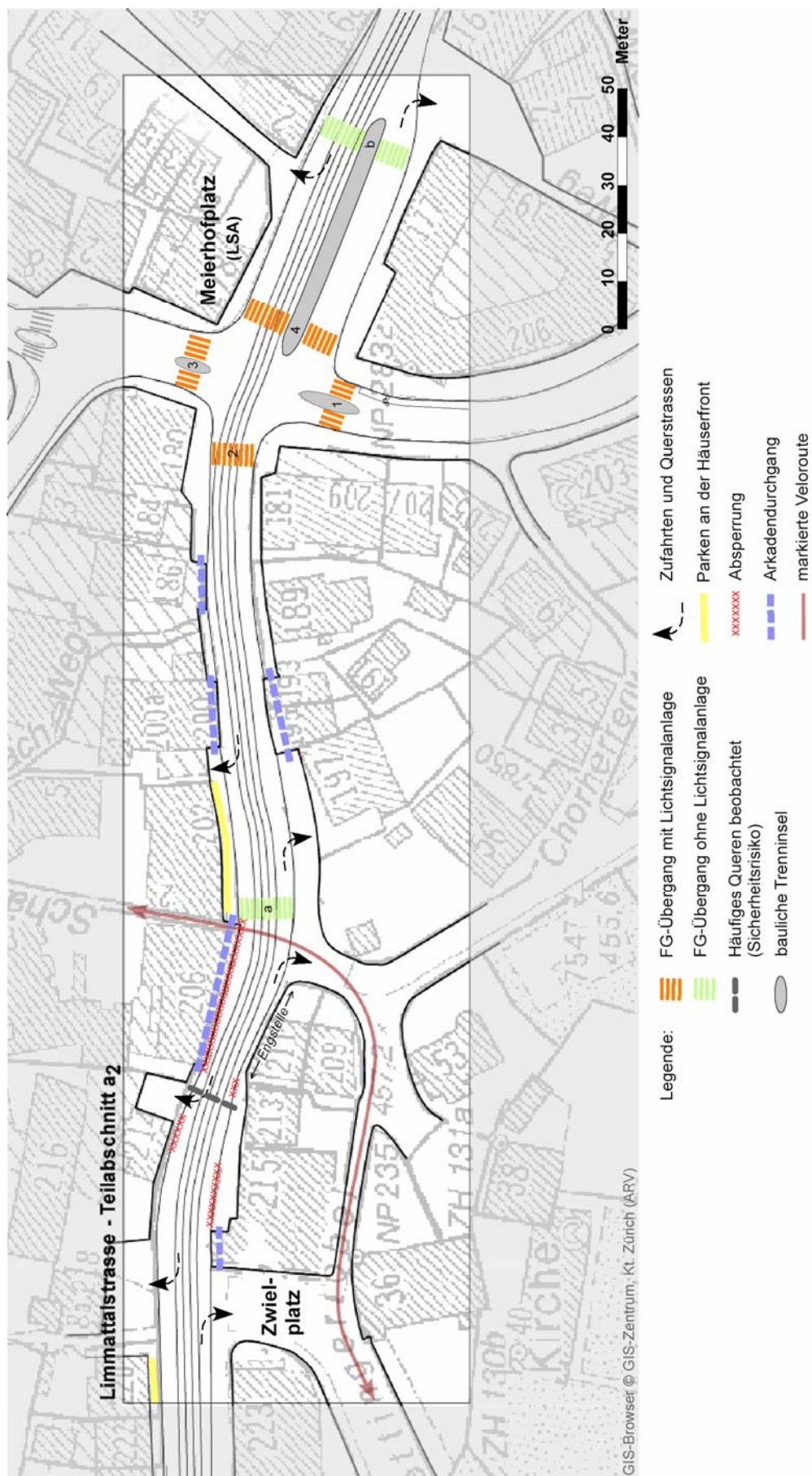
Angaben LZV:

Situation lt. Skizze für Teilabschnitt a_2

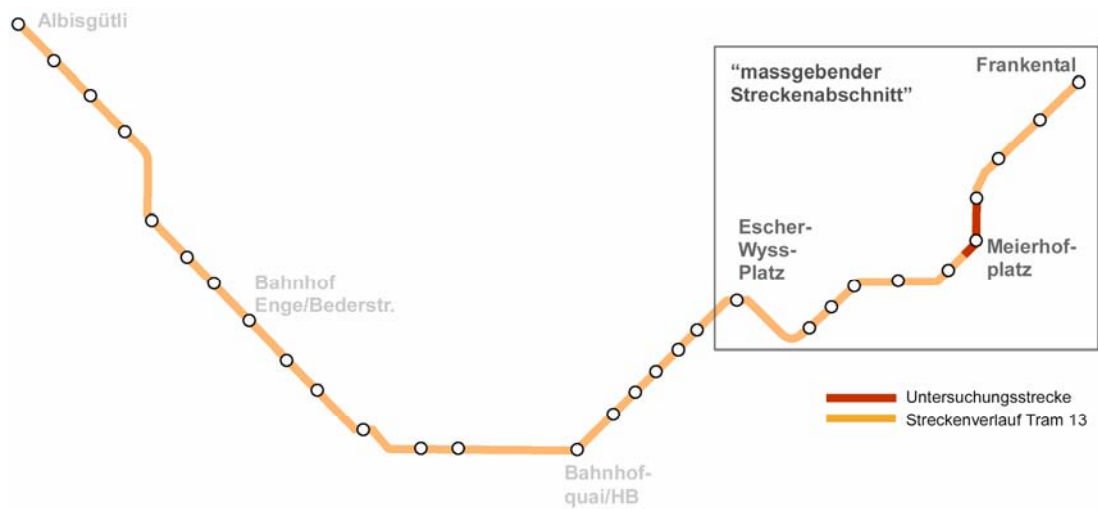
Wartezeiten am Knoten (Annahme: $\frac{1}{2}$ der MIV-Werte):

Limmattalstrasse stadteinwärts:	105 s	Ackersteinstrasse:	100 s
Limmattalstrasse stadtauswärts:	135 s	Regensberg-/Gsteigstrasse:	140 s

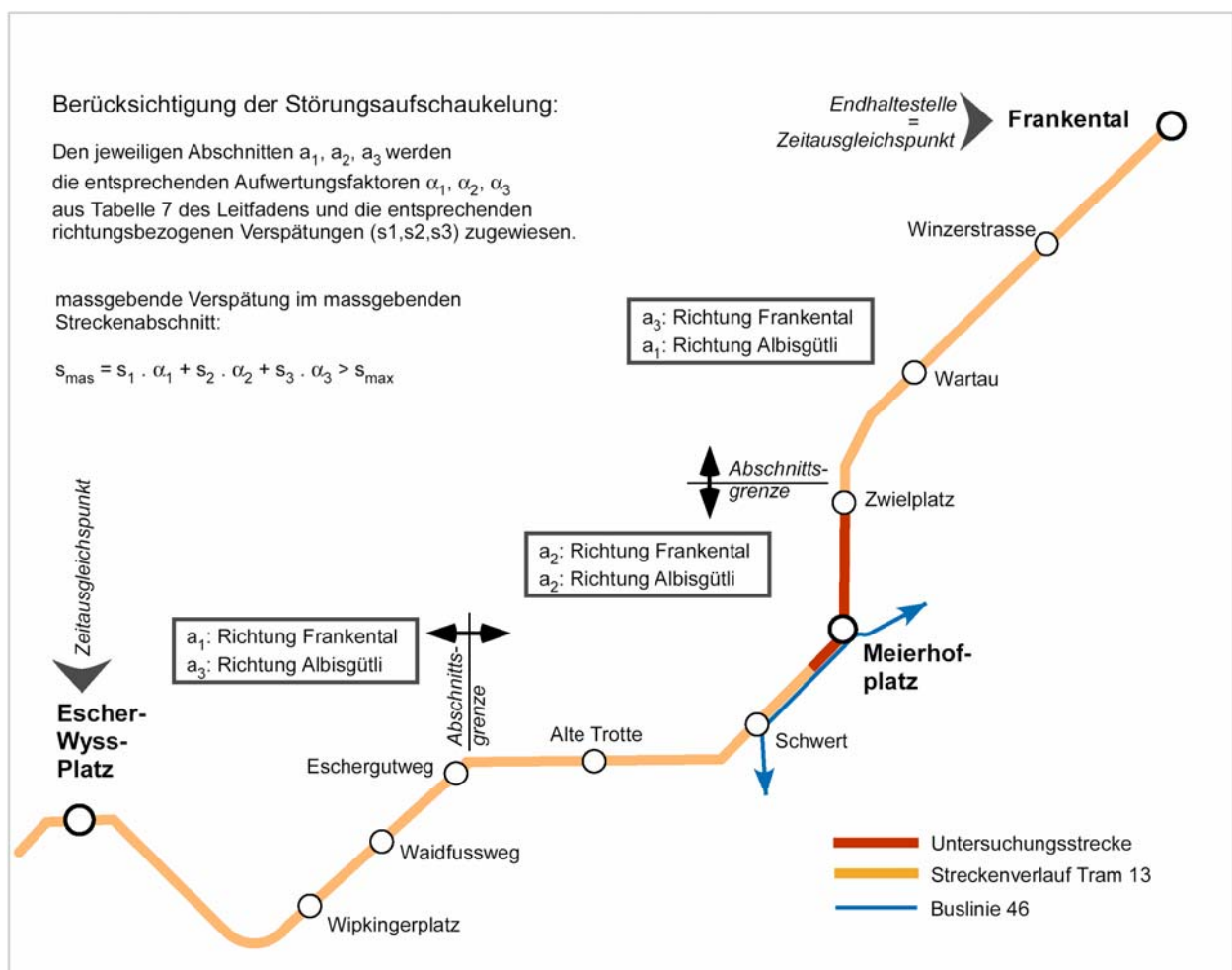
Situation



Streckenverlauf der Tramlinie 13



„massgebender Streckenabschnitt“ = Strecke zwischen zwei Zeitausgleichspunkten



Projektname	Meierhofplatz -Zwielplatz		km	0.29				
Linie	Tram 13		Projektabschnitt	(gesamte Projektstrecke)				
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den ÖV								
Verlustzeit und Störungsaufschaukelung auf der Einflussstrecke								
Fahrrichtung Frankental	Verlustzeit HVZ* (s) (Summe pro Abschnitt)		Faktor α_i (linear interpoliert)		Massgebende Verspätung ($S_{\text{mass}} = S_1 \cdot \alpha_1 + S_2 \cdot \alpha_2 + S_3 \cdot \alpha_3$)			
Abschnitt 1	60		2.1		<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>S_{mass} (s)</td> <td>169</td> </tr> </table>		S_{mass} (s)	169
S_{mass} (s)	169							
Abschnitt 2	31		1.42					
Abschnitt 3	0		0					
Punktebewertung der massgebenden Verspätung (s_{mass})								
Taktfolge	Massgebende Verspätung auf der Einflussstrecke (s_{mass} in s)							
5min	≤60	90 oder -30 bis -1	120	180	270	>270 oder <-30		
7,5min	≤60	90 -30 bis -1	120	180	390	>420 oder <-30		
10min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	240	420	>420 oder <-30		
15min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	240	450	>450 oder <-30		
30min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	300	600	>600 oder <-30		
60min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	300	600	>600 oder <-30		
Punkte	80	70	60	30	10	0		
Punktebewertung der Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke (HVZ*)								
Km/h	>24	22 -23.9	19-21.9	15-18.9	↓ 16km/h	< 15		
Punkte	20	15	10	5		0		
Bestimmung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe ÖV								
Punktebewertung					Punkte			
Massgebende Verspätung auf der Einflussstrecke (Zwischenwerte linear interpoliert)					36			
Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke					5			
Punktetotal (Summe)					41			
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe ÖV (VQS_{MM} – ÖV) aufgrund der untenstehenden Skala					D¹			
Punkte	100-81	80-71	70-61	60-41	40-21	<20		
VQS _{MM} – ÖV	A	B	C	D	E	F		
*: HVZ = Hauptverkehrszeit; ₁ : niedrigste VQS der Linien bzw. Richtungen ist massgebend								

Leitfaden „Verkehrstechnische Bewertung multimodaler Betriebskonzepte auf Strassen innerorts“

Projektname	Meierhofplatz - Zwielplatz		km	0.29		
Linie	Tram 13		Projektabschnitt	(gesamte Projektstrecke)		
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den ÖV						
Verlustzeit und Störungsaufschaukelung auf der Einflussstrecke						
Fahrtrichtung Albisgütli	Verlustzeit HVZ* (s) (Summe pro Abschnitt)		Faktor α_i (linear interpoliert)		Massgebende Verspätung ($s_{mass} = s_1 \cdot \alpha_1 + s_2 \cdot \alpha_2 + s_3 \cdot \alpha_3$)	
Abschnitt 1	0		0		s_{mass} (s) 69	
Abschnitt 2	49		1.42			
Abschnitt 3	0		0			
Punktebewertung der massgebenden Verspätung (s_{mass})						
Taktfolge	Massgebende Verspätung auf der Einflussstrecke (s_{mass} in s)					
5min	≤60	90 oder -30 bis -1	120	180	270	>270 oder <-30
7,5min	≤60	90 -30 bis -1	120	180	390	>420 oder <-30
10min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	240	420	>420 oder <-30
15min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	240	450	>450 oder <-30
30min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	300	600	>600 oder <-30
60min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	300	600	>600 oder <-30
Punkte	80	70	60	30	10	0
Punktebewertung der Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke (HVZ*)						
Km/h	>24	22 -23.9	19-21.9	15-18.9	< 15	
Punkte	20	15	10 20km/h	5	0	
Bestimmung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe ÖV						
Punktebewertung					Punkte	
Massgebende Verspätung auf der Einflussstrecke (Zwischenwerte linear interpoliert)					77	
Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke					10	
Punktetotal (Summe)					87	
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe ÖV (VQS_{MM} – ÖV) aufgrund der untenstehenden Skala					(A)¹	
Punkte	100-81	80-71	70-61	60-41	40-21	<20
VQS _{MM} – ÖV	A	B	C	D	E	F
*: HVZ = Hauptverkehrszeit; ¹ : Gegenrichtung ist massgebend						

Projektname	Meierhofplatz -Zwielfplatz		km	0.1		
Linie	Bus 46		Projektabschnitt	Meierhofplatz		
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den ÖV						
Verlustzeit und Störungsaufschaukelung auf der Einflussstrecke						
Fahrtrichtung Bahnhofquai	Verlustzeit HVZ* (s) (Summe pro Abschnitt)		Faktor α_i (linear interpoliert)	Massgebende Verspätung ($S_{\text{mass}} = S_1 \cdot \alpha_1 + S_2 \cdot \alpha_2 + S_3 \cdot \alpha_3$)		
Abschnitt 1	0		0	S_{mass} (s) 114		
Abschnitt 2	80		1.42			
Abschnitt 3	0		0			
Punktebewertung der massgebenden Verspätung (S_{mass})						
Taktfolge	Massgebende Verspätung auf der Einflussstrecke (S_{mass} in s)					
5min	≤60	90 oder -30 bis -1	120	180	270	>270 oder <-30
7,5min	≤60	90 -30 bis -1	120	180	390	>420 oder <-30
10min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	240	420	>420 oder <-30
15min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	240	450	>450 oder <-30
30min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	300	600	>600 oder <-30
60min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	300	600	>600 oder <-30
Punkte	80	70	60	30	10	0
Punktebewertung der Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke (HVZ*)						
Km/h	>24	22 -23.9	19-21.9	↓ 20	15-18.9	< 15
Punkte	20	15	Ⓟ 10		5	0
Bestimmung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe ÖV						
Punktebewertung					Punkte	
Massgebende Verspätung auf der Einflussstrecke (Zwischenwerte linear interpoliert)					62	
Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke					10	
Punktetotal (Summe)					72	
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe ÖV (VQS_{MM} – ÖV) aufgrund der untenstehenden Skala					(B)¹	
Punkte	100-81	80-71	70-61	60-41	40-21	<20
VQS _{MM} – ÖV	A	B	C	D	E	F
*: HVZ = Hauptverkehrszeit; ¹ : nicht massgebend						

Projektname	Meierhofplatz -Zwielplatz		km	0.1				
Linie	Bus 46		Projektabschnitt	Meierhofplatz				
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den ÖV								
Verlustzeit und Störungsaufschaukelung auf der Einflussstrecke								
Fahrtrichtung Rütihof	Verlustzeit HVZ* (s) (Summe pro Abschnitt)		Faktor α_i (linear interpoliert)		Massgebende Verspätung ($s_{\text{mass}} = s_1 \cdot \alpha_1 + s_2 \cdot \alpha_2 + s_3 \cdot \alpha_3$)			
Abschnitt 1	0		0		<table border="1" style="display: inline-table;"> <tr> <td>s_{mass} (s)</td> <td style="text-align: center;">99</td> </tr> </table>		s_{mass} (s)	99
s_{mass} (s)	99							
Abschnitt 2	70		1.42					
Abschnitt 3	0		0					
Punktebewertung der massgebenden Verspätung (s_{mass})								
Taktfolge	Massgebende Verspätung auf der Einflussstrecke (s_{mass} in s)							
5min	≤60	90 oder -30 bis -1	120	180	270	>270 oder <-30		
7,5min	≤60	90 -30 bis -1	120	180	390	>420 oder <-30		
10min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	240	420	>420 oder <-30		
15min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	240	450	>450 oder <-30		
30min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	300	600	>600 oder <-30		
60min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	300	600	>600 oder <-30		
Punkte	80	70	60	30	10	0		
Punktebewertung der Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke (HVZ*)								
Km/h	>24	22 -23.9	19-21.9	↓ 21km/h	15-18.9	< 15		
Punkte	20	15	10		5	0		
Bestimmung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe ÖV								
Punktebewertung					Punkte			
Massgebende Verspätung auf der Einflussstrecke (Zwischenwerte linear interpoliert)					67			
Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke					10			
Punktetotal (Summe)					77			
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe ÖV (VQS_{MM} – ÖV) aufgrund der untenstehenden Skala					(B)¹			
Punkte	100-81	80-71	70-61	60-41	40-21	<20		
VQS _{MM} – ÖV	A	B	C	D	E	F		
*: HVZ = Hauptverkehrszeit; ¹ : nicht massgebend								

Projektname	<i>Meierhofplatz -Zwielpplatz</i>		km	1.6			
Besonderes	Rückstau bis Winzerstrasse berücksichtigen		Abschnitt	<i>Winzerstr.- Schwert</i>			
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den MIV							
Beurteilung der Reisezeitkonstanz auf der Einflussstrecke							
Fahrtrichtung		Reisezeit Spitzenstunde t_{ss} (s)		Reisezeit Neben- verkehrszeit t_{nv} (s)		Verhältnis Reisezeit $r = t_{ss} / t_{nv}$	
R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
<i>stadteinwärts</i>	<i>stadtauswärts</i>	410	305	180	180	2.28	1.69
Verhältnis Reisezeit (r)		≤1.10	1.11 - 1.20	1.21 - 1.35	1.36 - 1.50	1.51 - 2.00	>2.00
Punkte		35	30	20	10	⑤	①
Beurteilung des Geschwindigkeitsniveaus für den MIV auf der Einflussstrecke (Spitzenstunde)							
V_{85} (km/h) bei $V_{sign} = 50$ km/h*		>45.0	45.0 - 40.1	40.0 - 35.1	35.0 - 30.1	30.0 - 25.1	≤25.0
Punkte		25	20	15	10	5	①
Beurteilung des Geschwindigkeitsniveaus für den MIV auf der Einflussstrecke (Spitzenstunde)							
VQS im Knoten		A	B	C	D	E	F
Punkte		40	35	25	20	10	①
Bestimmung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufen MIV							
Punktebewertung je Fahrtrichtung						Punkte	
						R1	R2
Reisezeitkonstanz auf der Einflussstrecke						0	5
Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke						0	0
Knotenspezifische Verkehrsqualität						0	0
Punktetotal (Summe)						0	5
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe MIV (VQS_{MM} – MIV) aufgrund der untenstehenden Punkteskala						F	F
Punkte		100-81	80-61	60-41	40-21	20-11	10-0
VQS _{MM} – MIV		A	B	C	D	E	F
*: Wenn $V_{sign} = 60$ km/h beträgt, sind die Werte um 5 km/h zu erhöhen.							

Projektname	Meierhofplatz -Zwielplatz	km	0.29																																			
Besonderes		Abschnitt	a ₂ : Meierhofplatz - Zwielplatz																																			
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den Fussverkehr																																						
Bewertung je Kriterium		Bewertungskala je Kriterium (Bewertung soweit möglich anhand von Normen und Richtlinien)			Punkte																																	
Strassenbegleitende Anlagen für den Fussverkehr																																						
Anordnung der Fusswege		- beidseitig auf ganzer Strecke - einseitig auf ganzer Strecke - keine			10 5 0																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte (Feld ankreuzen)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								X																		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																												
							X																															
Breite der Fusswege		- anforderungsgerecht dimensioniert - genügend - ungenügend			10 5 0																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				X																						
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																												
			X																																			
Konflikte und Hindernisse		- keine - wenig bzw. vereinzelt - viel			10 5 0																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				X																						
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																												
			X																																			
Attraktivität der Anlagen		- hoch, gestalteter Strassenraum und geeignete Möblierung - mittel - niedrig, keine Zusatzmassnahmen			10 5 0																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								X																		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																												
							X																															
Geschwindigkeitsniveau MIV ausserhalb Hauptverkehrszeit		- V ₈₅ ≤ 30 km/h - V ₈₅ = 40 km/h - V ₈₅ > 45 km/h			10 5 0																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								X																		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																												
							X																															
Strassenquerungen und Knoten																																						
Freiheitsgrad der Querungsmöglichkeiten (Trennwirkung)		- Querungen frei, keine Sperrbereiche, geringes Konfliktpotential - genügend Querungsmöglichkeiten, aber vorgegebene Übergänge - wenig Querungsmöglichkeiten; bauliche Sperren (z.B. Ketten)			10 5 0																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				X																						
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																												
			X																																			
Umfwegfaktor bei Querungen		- direkte Wege à niveau - indirekte Führung / Umwege à niveau - Unterführung / Überführung oder fehlende Querungsmöglichkeit			10 5 0																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10											X															
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																												
										X																												
Sicherung der Querungen / Übergänge		- Fussgängerstreifen mit Trenninsel / -streifen - Unter- / Überführung - Lichtsignalanlage - Trenninseln / baulicher Trennstreifen im Streckenverlauf - Fussgängerstreifen ohne Trenninsel / -streifen - keine Sicherungsmassnahmen			15 10 10 10 8 0																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15											X										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																							
										X																												
		Punkteabzug bei: - übermässige Querungsdistanz (Strassenbreite) -5 - Trennstreifen ohne baulichen Schutz oder mit ungenügender Breite -5																																				
Wartezeiten bei Knoten		- Verkehrsqualitätsstufe A - Verkehrsqualitätsstufe B - Verkehrsqualitätsstufe C - Verkehrsqualitätsstufe D - Verkehrsqualitätsstufe E, F			15 10 10 5 0																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	X																				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																							
X																																						
Punktetotal (Summe der Kriterien)		50																																				
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe Fussverkehr (VQS_{MM} - FV)		D			(aufgrund der untenstehenden Punkteskala)																																	
Punkte	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 31	30 - 21	20 - 0																																
VQS _{MM} - FV	A	B	C	D	E	F																																

Projektname	Meierhofplatz -Zwielplatz		km	0.29																																													
Besonderes			Abschnitt	a ₂ : Meierhofplatz - Zwielplatz																																													
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den Leichten Zweiradverkehr																																																	
Bewertung je Kriterium				Bewertungskala je Kriterium (Bewertung soweit möglich anhand von Normen und Richtlinien)		Punkte																																											
Anlagen für den Längsverkehr																																																	
Radverkehrsmassnahmen																																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> (massgebendes Feld ankreuzen)				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				X																			P.		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																													
			X																																														
				- Geeignete, bedürfnisgerechte Massnahmen vorhanden		20																																											
				- Mischverkehr, keine Massnahmen erforderlich		15																																											
				- Erforderliche Massnahmen teilweise vorhanden		10																																											
				- Keine Massnahmen vorhanden, obwohl erforderlich (ungeeigneter Mischverkehr)		0																																											
Dimensionierung der Radverkehrsmassnahmen																																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X																																		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																							
X																																																	
				- gut / grosszügig (norm- / anforderungsgerecht)		10																																											
				- genügend		5																																											
				- ungenügend		0																																											
Konflikte und Hindernisse																																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X																																		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																							
X																																																	
				- keine		10																																											
				- wenig bzw. vereinzelt		5																																											
				- viel		0																																											
Querungen / Abbiegemanöver und Knoten																																																	
Freiheitsgrad der Querungsmöglichkeiten																																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				X																															
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																							
			X																																														
				- Querungen frei, keine Sperrbereiche		10																																											
				- beschränkt, aber ausreichend		5																																											
				- ungenügend (Sicherheitslinien)		0																																											
Sicherheitsaspekte (Abbiegen und Queren, ohne Knoten)																																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					X																									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																		
				X																																													
				- baulich gesicherte Abbiegestreifen oder Querungen		15																																											
				- Lichtsignalanlagen		10																																											
				- Aufstellflächen und markierte Bereiche		5																																											
				- keine Massnahmen		0																																											
Besondere Massnahmen an Knoten																																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																														
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																		
				- Radstreifen bzw. Aufstellflächen		15																																											
				- Mischverkehr, genügende Breiten		10																																											
				- sichere Umwege / indirekte Linksabbieger		5																																											
				- Mischverkehr, ungenügende Breiten		0																																											
Wartezeiten an Knoten																																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr> <tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> P.				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	X																								
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																													
X																																																	
				- Verkehrsqualitätsstufe A		20																																											
				- Verkehrsqualitätsstufe B		15																																											
				- Verkehrsqualitätsstufe C		10																																											
				- Verkehrsqualitätsstufe D		5																																											
				- Verkehrsqualitätsstufe E, F		0																																											
Punktetotal (Summe der Kriterien)				14																																													
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe Leichter Zweiradverkehr (VQS_{MM} - LZV)				F		(aufgrund der untenstehenden Punkteskala)																																											
Punkte	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 31	30 - 21	20 - 0																																											
VQS _{MM} - LZV	A	B	C	D	E	F																																											

Projektname	Meierhofplatz -Zwielplatz		km	0.29					
Besonderes	FV und LZV wurden exemplarisch nur im Teilabschnitt a ₂ bewertet		Abschnitt	a ₂ : Meierhofpl.-Zwielpl.					
Multimodales Verkehrsqualitätsdiagramm									
VQS _{MM}	ÖV		MIV		FV		LZV		VQS _{MM}
	ZIEL	Ist/Projekt	ZIEL	Ist/Projekt	ZIEL	Ist/Projekt	ZIEL	Ist/Projekt	
A									A
B									B
C									C
D		█				█			D
E									E
F				█				█	F
<p>Legende</p> <p style="text-align: center;">█ VQS_{MM}-IST</p>									
<p>Beurteilung</p> <p>Es wurden keine VQS_{MM}-Ziele definiert.</p>									
<p>Schlussfolgerung</p> <p>Aus der IST-Darstellung allein können keine weiteren Schlussfolgerungen gezogen werden.</p>									

Beispiel 2: Einrichtung einer Busspur statt überbreiter Fahrbahn

Situation: Untersuchungsstrecke siehe Skizze Seite 44

Sinnvolle Vereinfachung: Es wird nur die massgebende Fahrtrichtung A betrachtet - (keine Massnahmen u./o. Behinderungen in der Gegenrichtung)

Angaben ÖV:

Bus 300

Taktfolgezeit:	7.5 min		
Verspätungen in der Spitzenstunde:			
Richtung A – vorher:	Gesamtstrecke gemessen	173 s	
Richtung A – nachher:	Gesamtstrecke gemessen	128 s	
Beförderungsgeschwindigkeit – vorher:	19.8 km/h		
Beförderungsgeschwindigkeit – nachher:	21.2 km/h		

Angaben MIV:

Rückstau: „während der ganzen Spitzenstunde keine Abbau des Rückstaus“ → VQS-Knoten: F

	Reisezeiten:	Geschwindigkeitsniveau:
Strassenabschnitt – vorher:	$t_{SS} = 98 \text{ s}; t_{nv} = 53 \text{ s}$	$v_{85,SS} = 12.5 \text{ km/h}$
Strassenabschnitt – nachher:	$t_{SS} = 98 \text{ s}; t_{nv} = 53 \text{ s}$	$v_{85,SS} = 12.5 \text{ km/h}$

Angaben FV:

Geschwindigkeitsniveau des MIV:	$v_{85,nv} = 39 \text{ km/h}$ (vorher = nachher)
Wartezeiten an den Knoten:	(vorher = nachher)
Übergänge mit LSA:	LSA 1: 39 s / LSA 2: 59 s → VQS E

Angaben LZV:

Wartezeiten an den Knoten:	(vorher = nachher)
Übergänge mit LSA:	LSA 1: 39 s / LSA 2: 59 s (vgl. Skizze Seite 44)
Geradeaus (auf Rad/Gehweg):	LSA 1+2: 98 s

Projektname	Busspur NEU - vorher		km	17				
Linie	Bus 300		Abschnitt	Gesamte Kursstrecke				
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den ÖV								
Verlustzeit und Störungsaufschaukelung auf der Einflussstrecke								
Fahrtrichtung A	Verlustzeit HVZ* (s) (Summe pro Abschnitt)		Faktor α_i	Massgebende Verspätung ($S_{mass} = S_1 \cdot \alpha_1 + S_2 \cdot \alpha_2 + S_3 \cdot \alpha_3$)				
Abschnitt 1	<i>Störungsaufschaukelung muss nicht berücksichtigt werden, da die tatsächliche Verspätung gemessen wurde.</i>		<table border="1"> <tr> <td>S_{mass} (s)</td> <td>173</td> </tr> </table>		S_{mass} (s)	173		
S_{mass} (s)					173			
Abschnitt 2								
Abschnitt 3								
Punktebewertung der massgebenden Verspätung (S_{mass})								
Taktfolge	Massgebende Verspätung auf der Einflussstrecke (S_{mass} in s)							
5min	≤60	90 oder -30 bis -1	120	180	270	>270 oder <-30		
7,5min	≤60	90 -30 bis -1	120	180	390	>420 oder <-30		
10min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	240	420	>420 oder <-30		
15min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	240	450	>450 oder <-30		
30min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	300	600	>600 oder <-30		
60min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	300	600	>600 oder <-30		
Punkte	80	70	60	30	10	0		
Punktebewertung der Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke (HVZ*)								
Km/h	>24	22 -23.9	19-21.9	15-18.9	< 15			
Punkte	20	15	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">↓ 19.8</td> </tr> </table>	10	↓ 19.8	5	0	
10	↓ 19.8							
Bestimmung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe ÖV								
Punktebewertung					Punkte			
Massgebende Verspätung auf der Einflussstrecke					34			
Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke					10			
Punktetotal (Summe)					44			
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe ÖV (VQS_{MM} – ÖV) aufgrund der untenstehenden Skala					D			
Punkte	100-81	80-71	70-61	60-41	40-21	<20		
VQS _{MM} – ÖV	A	B	C	D	E	F		
*: HVZ = Hauptverkehrszeit								

Leitfaden „Verkehrstechnische Bewertung multimodaler Betriebskonzepte auf Strassen innerorts“

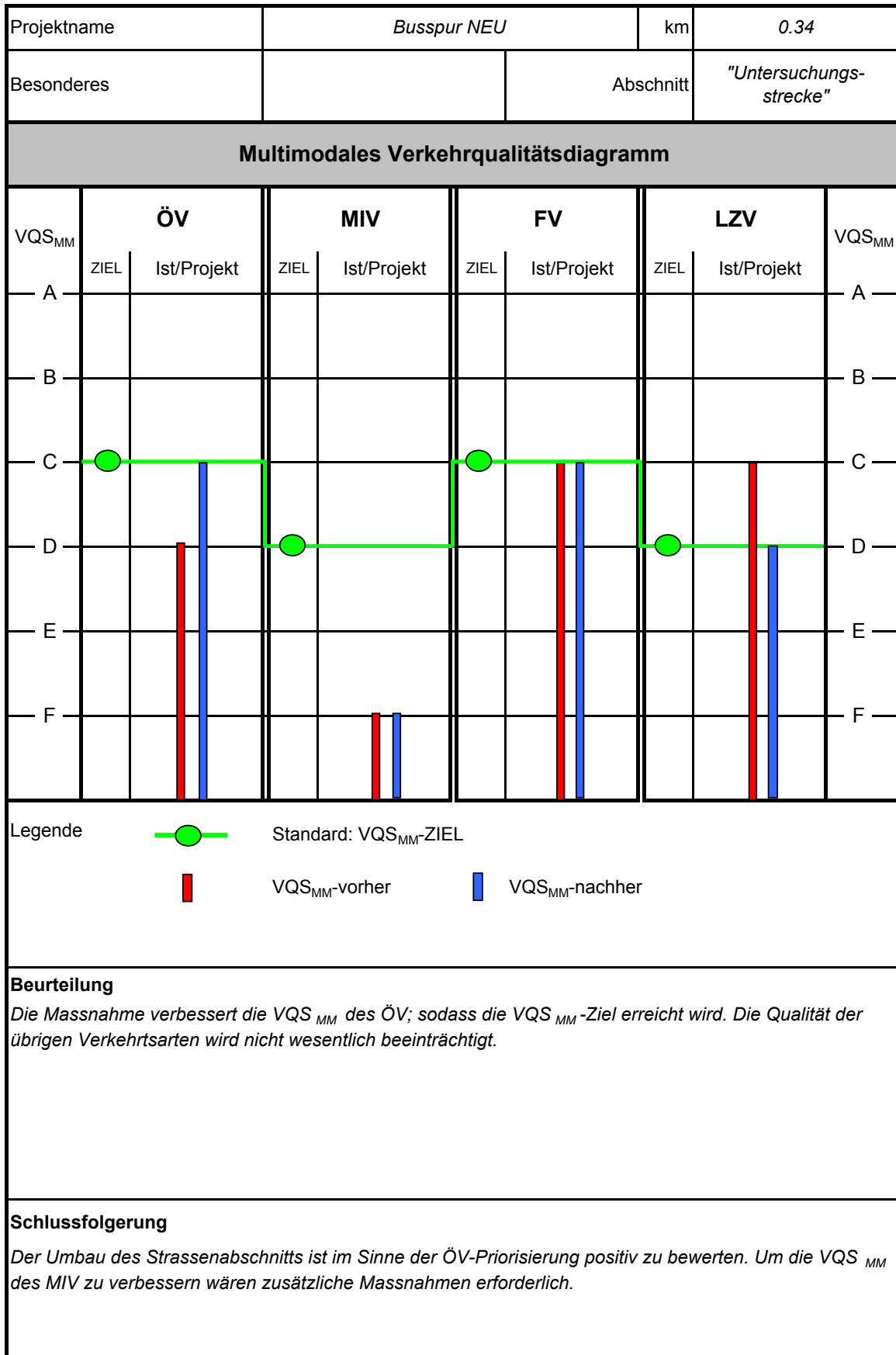
Projektname	Busspur NEU - nachher		km	17				
Linie	Bus 300		Abschnitt	Gesamte Kursstrecke				
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den ÖV								
Verlustzeit und Störungsaufschaukelung auf der Einflussstrecke								
Fahrtrichtung A	Verlustzeit HVZ* (s) (Summe pro Abschnitt)		Faktor α_i	Massgebende Verspätung ($s_{mass} = s_1 \cdot \alpha_1 + s_2 \cdot \alpha_2 + s_3 \cdot \alpha_3$)				
Abschnitt 1	<i>Störungsaufschaukelung muss nicht berücksichtigt werden, da die tatsächliche Verspätung gemessen wurde.</i>		<table border="1"> <tr> <td>s_{mass} (s)</td> <td>128</td> </tr> </table>				s_{mass} (s)	128
s_{mass} (s)							128	
Abschnitt 2								
Abschnitt 3								
Punktebewertung der massgebenden Verspätung (s_{mass})								
Taktfolge	Massgebende Verspätung auf der Einflussstrecke (s_{mass} in s)							
5min	≤60	90 oder -30 bis -1	120	180	270	>270 oder <-30		
7,5min	≤60	90 -30 bis -1	120	180	390	>420 oder <-30		
10min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	240	420	>420 oder <-30		
15min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	240	450	>450 oder <-30		
30min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	300	600	>600 oder <-30		
60min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	300	600	>600 oder <-30		
Punkte	80	70	60	30	10	0		
Punktebewertung der Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke (HVZ*)								
Km/h	>24	22 -23.9	19-21.9	15-18.9	< 15			
Punkte	20	15	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">10</div> <div style="text-align: center;">↓ 21.2</div>	5	0			
Bestimmung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe ÖV								
Punktebewertung					Punkte			
Massgebende Verspätung auf der Einflussstrecke					56			
Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke					10			
Punktetotal (Summe)					66			
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe ÖV (VQS_{MM} – ÖV) aufgrund der untenstehenden Skala					C			
Punkte	100-81	80-71	70-61	60-41	40-21	<20		
VQS _{MM} – ÖV	A	B	C	D	E	F		
*: HVZ = Hauptverkehrszeit								

Projektname		<i>Busspur NEU</i>				km		0.34		
Besonderes		<i>Zustand vorher = Zustand nachher</i>				Abschnitt		„Untersuchungsstrecke“		
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den MIV										
Beurteilung der Reisezeitkonstanz auf der Einflussstrecke										
Fahrtrichtung		Reisezeit Spitzenstunde t_{ss} (s)		Reisezeit Neben- verkehrszeit t_{nv} (s)		Verhältnis Reisezeit $r = t_{ss} / t_{nv}$				
R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2			
A	-	98	-	53	-	1.8	-			
Verhältnis Reisezeit (r)		≤1.10	1.11 - 1.20	1.21 - 1.35	1.36 - 1.50	1.51 - 2.00	>2.00			
Punkte		35	30	20	10	5	0			
Beurteilung des Geschwindigkeitsniveaus für den MIV auf der Einflussstrecke (Spitzenstunde)										
V_{85} (km/h) bei $V_{sign} = 50$ km/h*		>45.0	45.0 - 40.1	40.0 - 35.1	35.0 - 30.1	30.0 - 25.1	≤25.0			
Punkte		25	20	15	10	5	0			
Bestimmung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufen MIV										
Punktebewertung je Fahrtrichtung						Punkte				
						R1				-
Reisezeitkonstanz auf der Einflussstrecke						5				-
Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke						0				-
Knotenspezifische Verkehrsqualität						0				-
Punktetotal (Summe)						5				-
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe MIV (VQS_{MM} – MIV) aufgrund der untenstehenden Punkteskala						F				-
Punkte		100-81	80-61	60-41	40-21	20-11	10-0			
VQS_{MM} – MIV		A	B	C	D	E	F			
*: Wenn $V_{sign} = 60$ km/h beträgt, sind die Werte um 5 km/h zu erhöhen.										

Projektname	Busspur NEU		km	0.34																																		
Besonderes	X=vorher / +=nachher		Abschnitt	"Untersuchungsstrecke"																																		
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den Fussverkehr																																						
Bewertung je Kriterium			Bewertungskala je Kriterium (Bewertung soweit möglich anhand von Normen und Richtlinien)		Punkte																																	
Strassenbegleitende Anlagen für den Fussverkehr																																						
Anordnung der Fusswege			- beidseitig auf ganzer Strecke - einseitig auf ganzer Strecke - keine		10 5 0																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X+</td></tr> </table> Punkte (Feld ankreuzen)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10											X+															
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																												
										X+																												
Breite der Fusswege			- anforderungsgerecht dimensioniert - genügend - ungenügend		10 5 0																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td>+</td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								X	+																	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																												
							X	+																														
Konflikte und Hindernisse			- keine - wenig bzw. vereinzelt - viel		10 5 0																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X+</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					X+																					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																												
				X+																																		
Attraktivität der Anlagen			- hoch, gestalteter Strassenraum und geeignete Möblierung - mittel - niedrig, keine Zusatzmassnahmen		10 5 0																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>X+</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			X+																							
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																												
		X+																																				
Geschwindigkeitsniveau MIV ausserhalb Hauptverkehrszeit			- V ₈₅ ≤ 30 km/h - V ₈₅ = 40 km/h - V ₈₅ > 45 km/h		10 5 0																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td>+</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						X	+																			
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																												
					X	+																																
Strassenquerungen und Knoten																																						
Freiheitsgrad der Querungsmöglichkeiten (Trennwirkung)			- Querungen frei, keine Sperrbereiche, geringes Konfliktpotential - genügend Querungsmöglichkeiten, aber vorgegebene Übergänge - wenig Querungsmöglichkeiten; bauliche Sperren (z.B. Ketten)		10 5 0																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X+</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							X+																			
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																												
						X+																																
Umfwegfaktor bei Querungen			- direkte Wege à niveau - indirekte Führung / Umwege à niveau - Unterführung / Überführung oder fehlende Querungsmöglichkeit		10 5 0																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X+</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								X+																		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																												
							X+																															
Sicherung der Querungen / Übergänge			- Fussgängerstreifen mit Trenninsel / -streifen - Unter- / Überführung - Lichtsignalanlage - Trenninseln / baulicher Trennstreifen im Streckenverlauf - Fussgängerstreifen ohne Trenninsel / -streifen - keine Sicherungsmassnahmen		15 10 10 10 8 0																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>X+</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> P.		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	X+																		Punkteabzug bei: - übermässige Querungsdistanz (Strassenbreite) -5 - Trennstreifen ohne baulichen Schutz oder mit ungenügender Breite -5		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																							
X+																																						
Wartezeiten bei Knoten			- Verkehrsqualitätsstufe A - Verkehrsqualitätsstufe B - Verkehrsqualitätsstufe C - Verkehrsqualitätsstufe D - Verkehrsqualitätsstufe E, F		15 10 10 5 0																																	
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X+</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> P.		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15							X+														
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																							
						X+																																
Punktetotal (Summe der Kriterien) vorher/nachher			51/52																																			
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe Fussverkehr (VQS_{MM} - FV) vorher/nachher			C/C		(aufgrund der untenstehenden Punkteskala)																																	
Punkte	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 31	30 - 21	20 - 0																																
VQS _{MM} - FV	A	B	C	D	E	F																																

Projektname	Busspur NEU		km	0.34																																													
Besonderes	X=vorher / +=nachher		Abschnitt	"Untersuchungsstrecke"																																													
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den Leichten Zweiradverkehr																																																	
Bewertung je Kriterium				Bewertungskala je Kriterium (Bewertung soweit möglich anhand von Normen und Richtlinien)		Punkte																																											
Anlagen für den Längsverkehr																																																	
Radverkehrsmassnahmen				- Geeignete, bedürfnisgerechte Massnahmen vorhanden		20																																											
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X+</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> P. (massgebendes Feld ankreuzen)				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																	X+						- Mischverkehr, keine Massnahmen erforderlich		15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																													
																X+																																	
				- Erforderliche Massnahmen teilweise vorhanden		10																																											
				- Keine Massnahmen vorhanden, obwohl erforderlich (ungeigneter Mischverkehr)		0																																											
Dimensionierung der Radverkehrsmassnahmen				- gut / grosszügig (norm- / anforderungsgerecht)		10																																											
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X+</td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									X+			- genügend		5																					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																							
								X+																																									
				- ungenügend		0																																											
Konflikte und Hindernisse				- keine		10																																											
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>+</td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					+	X						- wenig bzw. vereinzelt		5																					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																							
				+	X																																												
				- viel		0																																											
Querungen / Abbiegemanöver und Knoten																																																	
Freiheitsgrad der Querungsmöglichkeiten				- Querungen frei, keine Sperrbereiche		10																																											
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>X+</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				X+								- beschränkt, aber ausreichend		5																					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																							
			X+																																														
				- ungenügend (Sicherheitslinien)		0																																											
Sicherheitsaspekte (Abbiegen und Queren, ohne Knoten)				- baulich gesicherte Abbiegestreifen oder Querungen		15																																											
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X+</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15										X+							- Lichtsignalanlagen		10											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																		
									X+																																								
				- Aufstellflächen und markierte Bereiche		5																																											
				- keine Massnahmen		0																																											
Besondere Massnahmen an Knoten				- Radstreifen bzw. Aufstellflächen		15																																											
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X+</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15										X+							- Mischverkehr, genügende Breiten		10											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																		
									X+																																								
				- sichere Umwege / indirekte Linksabbieger		5																																											
				- Mischverkehr, ungenügende Breiten		0																																											
Wartezeiten an Knoten				- Verkehrsqualitätsstufe A		20																																											
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr> <tr><td>X+</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> P.				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	X+																						- Verkehrsqualitätsstufe B		15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																													
X+																																																	
				- Verkehrsqualitätsstufe C		10																																											
				- Verkehrsqualitätsstufe D		5																																											
				- Verkehrsqualitätsstufe E, F		0																																											
Punktetotal (Summe der Kriterien)				vorher/nachher		51/50																																											
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe Leichter Zweiradverkehr (VQS_{MM} - LZV)				vorher/nachher		C/D																																											
(aufgrund der untenstehenden Punkteskala)																																																	
Punkte	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 31	30 - 21	20 - 0																																											
VQS _{MM} - LZV	A	B	C	D	E	F																																											

Projektname	<i>Busspur NEU</i>		km	0.34	
Besonderes		Abschnitt	„Untersuchungsabschnitt“		
Begründung und Zusammenstellung der Multimodalen Qualitätsziele					
Begründung der Qualitätsziele (Hauptverkehrszeit)					
ÖV	Standard: VQS _{MM} – ÖV: C, evtl. B	<input checked="" type="checkbox"/> Standard <input type="checkbox"/> von Standard abweichen*			
*Begründung:.....					
.....					
.....					
Gewählt: VQS _{MM} – ÖV:					C
MIV	Standard: VQS _{MM} – MIV: D, evtl. C	<input checked="" type="checkbox"/> Standard <input type="checkbox"/> von Standard abweichen*			
*Begründung:					
.....					
.....					
Gewählt: VQS _{MM} – MIV:					D
FV	Standard: VQS _{MM} – FV: C, evtl. D, B	<input checked="" type="checkbox"/> Standard <input type="checkbox"/> von Standard abweichen*			
*Begründung:					
.....					
.....					
Gewählt: VQS _{MM} – FV:					C
LZV	Standard: VQS _{MM} – LZV: D, evtl. C, B	<input checked="" type="checkbox"/> Standard <input type="checkbox"/> von Standard abweichen*			
*Begründung:					
.....					
.....					
Gewählt: VQS _{MM} – LZV:					D
Multimodale Qualitätsziele Übersicht	Verkehrsart	ÖV	MIV	FV	LZV
	VQS-ZIEL _{MM}	C	D	C	D



Beispiel 3: Bern – Muristrasse/Thunstrasse

In diesem Beispiel werden der IST-Zustand und zwei Umbauvarianten V2 und VS miteinander verglichen. Die heutige einspurige Strecke der RBS (Vorortsbahn) soll zweigleisig ausgebaut werden. In der Variante V2 wird vor dem Knoten Egghölzli und vor dem Mettlenkreisel der MIV getrennt vom ÖV geführt. In der Variante VS wird vor dem Mettlenkreisel eine Mittelzone eingerichtet und der ÖV im Mischverkehr zusammen mit dem MIV geführt. Im Besonderen soll in diesem Beispiel auch darauf hingewiesen werden, dass der Vergleich von Varianten/Zuständen bei geänderten Randbedingungen immer genauer untersucht werden muss (z.B. Wechsel der Taktfolgezeit im ÖV).

Die Ergebnisse dieses Beispiels können nicht direkt auf die reale Situation übertragen werden, da die Angaben zum Teil auf vereinfachenden Annahmen beruhen.

Situation: Skizze Seite 54

Vereinfachung: Die Buslinie 40 wird vernachlässigt.

Angaben ÖV:

Bahn RBS

Taktfolgezeit: IST: 10 min; *IST* und Varianten V2 bzw. VS: 5 min
 Zeitausgleichspunkt 1: Zytglogge = Haltestelle 1 = Linienendpunkt
 Zeitausgleichspunkt 2: Gümlingen = Haltestelle 8
 Egghölzli = Haltestelle 4 (→ im 2. Abschnitt)
 Muri = Haltestelle 5 (→ im 2. Abschnitt)

Verlustzeit in der Spitzenstunde:		IST/ <i>IST</i>	V2	VS	
Richtung Bern Zytglogge:	ab Egghölzli	70 s	11 s	10 s	
Richtung Worb Dorf:	ab Muri	70 s	10 s	13 s	
Angenommene Initialverspätung von Worb kommend:	32 s				
Angenommene Initialverspätung von Zytglogge kommend:	42 s				
Beförderungsgeschwindigkeit:		12.7	13.2	13.2	km/h

Angaben MIV:

Rückstausituation: IST – „kein Abbau > 2Halte“ Knoten VQS: E
 (Ann.: beide Richtungen) V2 und VS – „nicht in allen Fällen abgebaut ≤ 2Halte“ Knoten VQS: D

Reisezeiten:	IST	V2	VS
Richtung Bern:	$t_{SS} = 176 \text{ s}; t_{nv} = 94 \text{ s}$	$t_{SS} = 163 \text{ s}; t_{nv} = 107 \text{ s}$	$t_{SS} = 196 \text{ s}; t_{nv} = 107 \text{ s}$
Richtung Muri/Thun:	$t_{SS} = 160 \text{ s}; t_{nv} = 98 \text{ s}$	$t_{SS} = 148 \text{ s}; t_{nv} = 101 \text{ s}$	$t_{SS} = 151 \text{ s}; t_{nv} = 101 \text{ s}$
Geschwindigkeitsniveau:	IST	V2	VS
Richtung Bern:	$v_{85,SS} = 17 \text{ km/h}$	$v_{85,SS} = 18 \text{ km/h}$	$v_{85,SS} = 15 \text{ km/h}$
Richtung Muri/Thun:	$v_{85,SS} = 22 \text{ km/h}$	$v_{85,SS} = 23 \text{ km/h}$	$v_{85,SS} = 23 \text{ km/h}$

Angaben FV:

Situation gemäss Skizzen Seite 54
 Geschwindigkeitsniveau des MIV: $v_{85,nv} = 42 \text{ km/h}$
 Wartezeiten an den Knoten:
 Übergänge mit LSA: LSA 1,2 und 3: 60 s / LSA 4: 54 s / LSA 5: 35 s

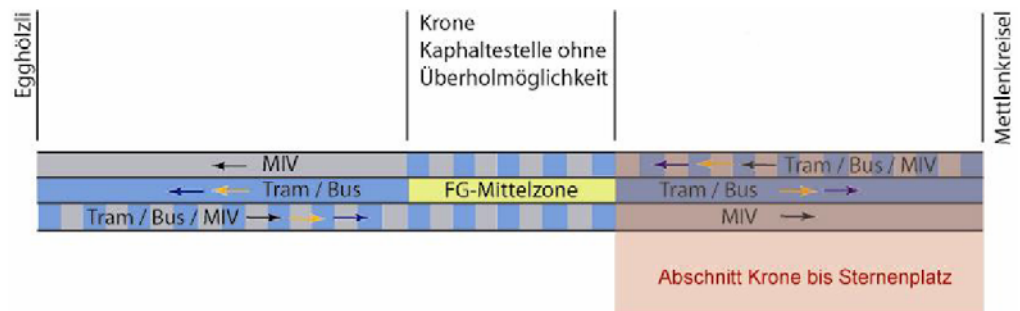
Angaben LZV:

Situation gemäss Skizzen Seite 54
 Wartezeiten am Knoten:
 Knoten mit LSA hat VQS F
 Kreisel hat VQS C

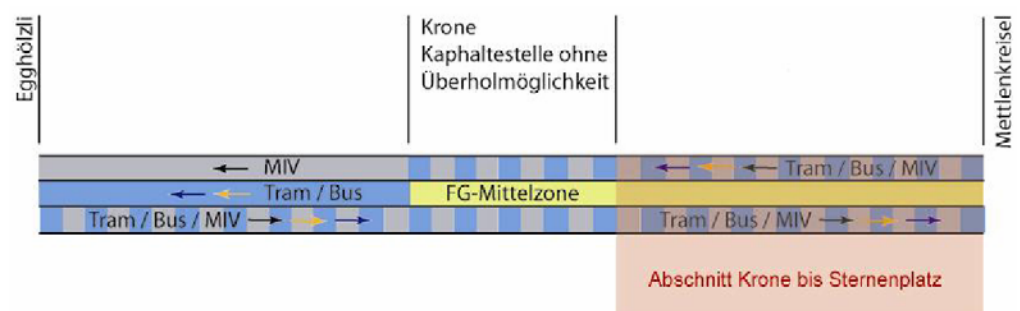
Leitfaden „Verkehrstechnische Bewertung multimodaler Betriebskonzepte auf Strassen innerorts“

Schemaskizzen

V2



VS



Abschnitt Krone bis Mettlenkreisel

V2

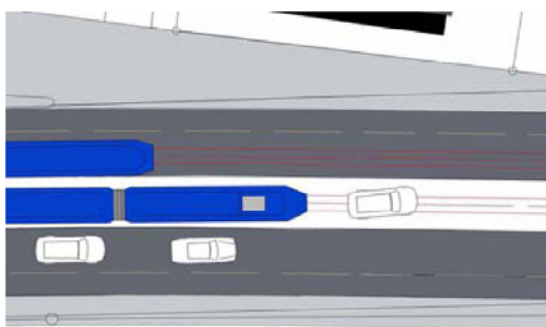


Abbildung Linksabbieger über Tramtrasse

VS

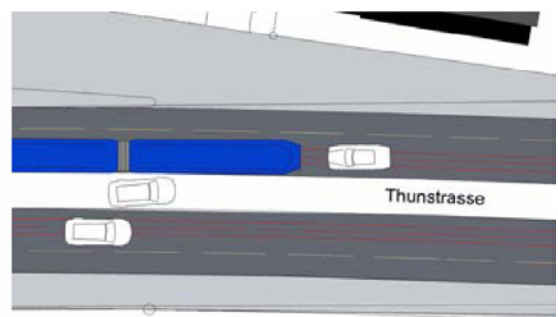


Abbildung Linksabbieger über Mittelzone

Ausbildung der Fussgängerstreifen im Vergleich

V2

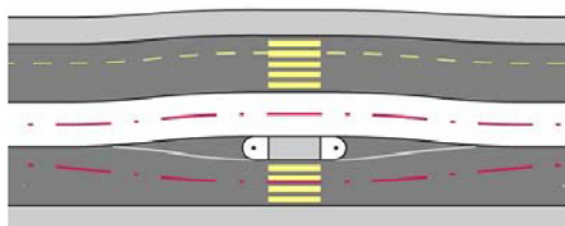


Abbildung FG-Streifen mit einer Mittelinsel

VS

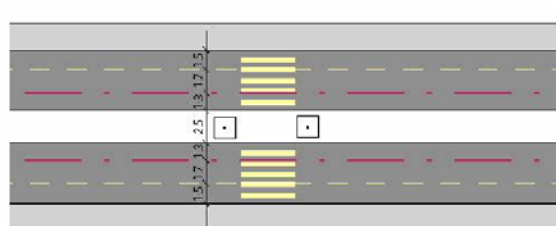


Abbildung FG-Streifen mit Mittelinsel (geschützter Bereich)

Projektname	Bern – Muristrasse/Thunstr.		km	5.5				
Linie	Tram (RBS): IST _(10min) /IST _(5min) N2/VS		Abschnitt	Zytglogge – Gümlingen				
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den ÖV								
Verlustzeit und Störungsaufschaukelung auf der Einflussstrecke								
Fahrtrichtung Zytglogge	Verlustzeit HVZ* (s) (Summe / Abschnitt)		Faktor α_i (linear interpoliert)		Massgebende Verspätung ($S_{mass} = S_1 \cdot \alpha_1 + S_2 \cdot \alpha_2 + S_3 \cdot \alpha_3$)			
Abschnitt 1	32		1.5/2.3/2.3/2.3		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>S_{mass} (s)</td> <td>139/179/90/89</td> </tr> </table>		S_{mass} (s)	139/179/90/89
S_{mass} (s)	139/179/90/89							
Abschnitt 2	70/70/11/10		1.3/1.5/1.5/1.5					
Abschnitt 3	0		1.1/1.3/1.3/1.3					
Punktebewertung der massgebenden Verspätung (S_{mass})								
Taktfolge	Massgebende Verspätung auf der Einflussstrecke (s_{mass} in s) - Zwischenwerte linear interpolieren!							
5min	≤60	90 oder -30 bis -1	120	180	270	>270 oder <-30		
7,5min	≤60	90 -30 bis -1	120	180	390	>420 oder <-30		
10min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	240	420	>420 oder <-30		
15min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	240	450	>450 oder <-30		
30min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	300	600	>600 oder <-30		
60min	≤60	120 oder -30 bis -1	180	300	600	>600 oder <-30		
Punkte	80	70	60	30	10	0		
Punktebewertung der Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke (HVZ*)								
Km/h	>24	22 -23.9	19-21.9	15-18.9	< 15			
Punkte	20	15	10	5	0			
Bestimmung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe ÖV								
Punktebewertung					Punkte			
Massgebende Verspätung auf der Einflussstrecke (Zwischenwerte linear interpoliert)					67/31/70/70			
Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke					0/0/0/0			
Punktetotal (Summe)					67/31/70/70			
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe ÖV (VQS_{MM} – ÖV) aufgrund der untenstehenden Skala					C/E/C/C			
Punkte	100-81	80-71	70-61	60-41	40-21	<20		
VQS _{MM} – ÖV	A	B	C	D	E	F		
*: HVZ = Hauptverkehrszeit								

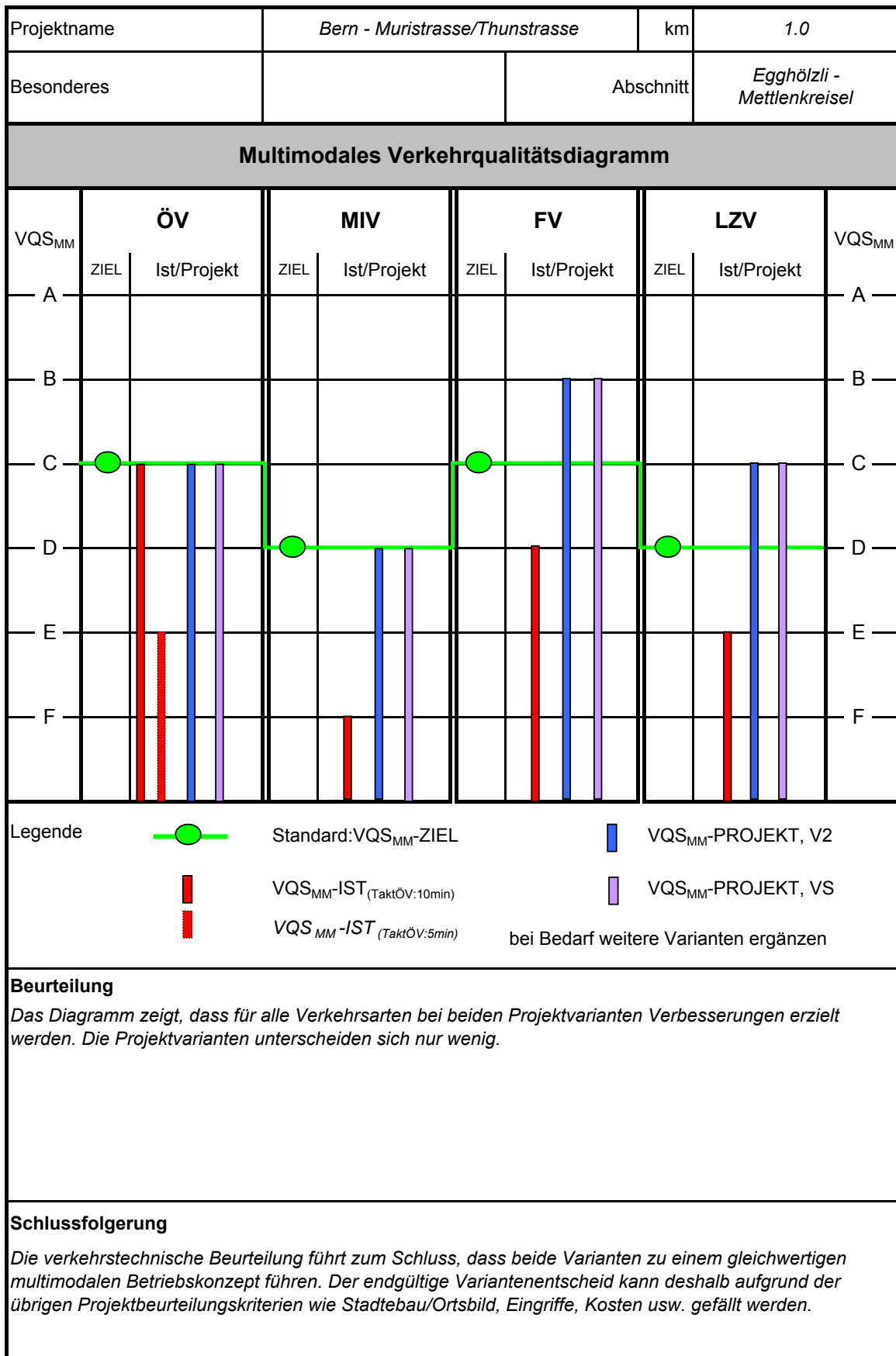
Projektname	Bern – Muristrasse/Thunstr.		km	5.5				
Linie	Tram (RSB): IST _(10min) /IST _(5min) N2/VS		Abschnitt	Zytglogge – Gümlingen				
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den ÖV								
Verlustzeit und Störungsaufschaukelung auf der Einflussstrecke								
Fahrtrichtung Worb	Verlustzeit HVZ* (s) (Summe / Abschnitt)		Faktor α_i (linear interpoliert)		Massgebende Verspätung ($S_{mass} = S_1 \cdot \alpha_1 + S_2 \cdot \alpha_2 + S_3 \cdot \alpha_3$)			
Abschnitt 1	42		1.5/2.3/2.3/2.3		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>S_{mass} (s)</td> <td>154/202/112/116</td> </tr> </table>		S_{mass} (s)	154/202/112/116
S_{mass} (s)	154/202/112/116							
Abschnitt 2	70/70/10/13		1.3/1.5/1.5/1.5					
Abschnitt 3	0		1.1/1.3/1.3/1.3					
Punktebewertung der massgebenden Verspätung (S_{mass})								
Taktfolge	Massgebende Verspätung auf der Einflussstrecke (s_{mass} in s) - Zwischenwerte linear interpolieren!							
5min	≤60	90 -30 bis -1	120	180	270	>270 oder <-30		
7,5min	0 bis 60	61 bis 90 oder -30 bis -1	91 bis 120	121 bis 180	181 bis 390	>420 oder <-30		
10min	0 bis 60	61 bis 120 oder -30 bis -1	121 bis 180	181 bis 240	241 bis 420	>420 oder <-30		
15min	0 bis 60	61 bis 120 oder -30 bis -1	121 bis 180	181 bis 240	241 bis 450	>450 oder <-30		
30min	0 bis 60	61 bis 120 oder -30 bis -1	121 bis 180	181 bis 300	301 bis 600	>600 oder <-30		
60min	0 bis 60	61 bis 120 oder -30 bis -1	121 bis 180	181 bis 300	301 bis 600	>600 oder <-30		
Punkte	80	70	60	30	10	0		
Punktebewertung der Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke (HVZ*)								
Km/h	>24	22 -23.9	19-21.9	15-18.9	< 15			
Punkte	20	15	10	5	0			
Bestimmung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe ÖV								
Punktebewertung					Punkte			
Massgebende Verspätung auf der Einflussstrecke (Zwischenwerte linear interpoliert)					65/25/64/62			
Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke					0/0/0/0			
Punktetotal (Summe)					64/25/64/62			
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe ÖV (VQS_{MM} – ÖV) aufgrund der untenstehenden Skala					C/E/C/C¹			
Punkte	100-81	80-71	70-61	60-41	40-21	<20		
VQS _{MM} – ÖV	A	B	C	D	E	F		
*: HVZ = Hauptverkehrszeit; ¹ : niedrigste VQS der Linien bzw. Richtungen ist massgebend								

Projektname		<i>Bern – Muristrasse/Thunstr.</i>		km	1.0		
Besonderes		IST-Zustand/V2/VS		Abschnitt	<i>Egghölzli – Mettlenkreisel</i>		
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den MIV							
Beurteilung der Reisezeitkonstanz auf der Einflussstrecke							
Fahrtrichtung		Reisezeit Spitzenstunde t_{ss} (s)		Reisezeit Neben- verkehrszeit t_{nv} (s)		Verhältnis Reisezeit $r = t_{ss} / t_{nv}$	
R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
<i>Bern</i>	<i>Muri</i>	263/ 163/196	250/ 148/151	94/ 107/107	98/ 101/101	2.80/ 1.52/1.83	2.55/ 1.47/1.50
Verhältnis Reisezeit (r)		≤1.10	1.11 - 1.20	1.21 - 1.35	1.36 - 1.50	1.51 - 2.00	>2.00
Punkte		35	30	20	⑩	⑤	①
Beurteilung des Geschwindigkeitsniveaus für den MIV auf der Einflussstrecke (Spitzenstunde)							
V_{85} (km/h) bei $V_{sign} = 50$ km/h*		>45.0	45.0 - 40.1	40.0 - 35.1	35.0 - 30.1	30.0 - 25.1	≤25.0
Punkte		25	20	15	10	5	①
Beurteilung des Geschwindigkeitsniveaus für den MIV auf der Einflussstrecke (Spitzenstunde)							
VQS im Knoten		A	B	C	D	E	F
Punkte		40	35	25	②①	①①	0
Bestimmung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufen MIV							
Punktebewertung je Fahrtrichtung					Punkte		
					R1	R2	
Reisezeitkonstanz auf der Einflussstrecke					0/5/5	0/10/10	
Beförderungsgeschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke					0/0/0	0/0/0	
Knotenspezifische Verkehrsqualität					10/20/20	10/20/20	
Punktetotal (Summe)					10/25/25	10/25/25	
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe MIV (VQS_{MM} – MIV) aufgrund der untenstehenden Punkteskala					F/D/D	F/D/D	
Punkte		100-81	80-61	60-41	40-21	20-11	10-0
VQS _{MM} – MIV		A	B	C	D	E	F
*: Wenn $V_{sign} = 60$ km/h beträgt, sind die Werte um 5 km/h zu erhöhen.							

Projektname	Bern - Muristrasse/Thunstr.			km	1.2																																
Besonderes	X=IST-Zustd.; X=V2; X=VS			Abschnitt	Egghölzli - Mettlenkreisel																																
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den Fussverkehr																																					
Bewertung je Kriterium				Bewertungskala je Kriterium (Bewertung soweit möglich anhand von Normen und Richtlinien)		Punkte																															
Strassenbegleitende Anlagen für den Fussverkehr																																					
Anordnung der Fusswege				- beidseitig auf ganzer Strecke - einseitig auf ganzer Strecke - keine		10 5 0																															
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>xxx</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte (Feld ankreuzen)			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								xxx																
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																											
							xxx																														
Breite der Fusswege				- anforderungsgerecht dimensioniert - genügend - ungenügend		10 5 0																															
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td>xx</td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								X	xx															
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																											
							X	xx																													
Konflikte und Hindernisse				- keine - wenig bzw. vereinzelt - viel		10 5 0																															
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td>xx</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		X				xx																		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																											
	X				xx																																
Attraktivität der Anlagen				- hoch, gestalteter Strassenraum und geeignete Möblierung - mittel - niedrig, keine Zusatzmassnahmen		10 5 0																															
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td>xx</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				X		xx																		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																											
			X		xx																																
Geschwindigkeitsniveau MIV ausserhalb Hauptverkehrszeit				- V ₈₅ ≤ 30 km/h - V ₈₅ = 40 km/h - V ₈₅ > 45 km/h		10 5 0																															
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>xxx</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				xxx																				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																											
			xxx																																		
Strassenquerungen und Knoten																																					
Freiheitsgrad der Querungsmöglichkeiten (Trennwirkung)				- Querungen frei, keine Sperrbereiche, geringes Konfliktpotential - genügend Querungsmöglichkeiten, aber vorgegebene Übergänge - wenig Querungsmöglichkeiten; bauliche Sperren (z.B. Ketten)		10 5 0																															
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td>X</td><td>X</td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						X		X	X															
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																											
					X		X	X																													
Umfwegfaktor bei Querungen				- direkte Wege à niveau - indirekte Führung / Umwege à niveau - Unterführung / Überführung oder fehlende Querungsmöglichkeit		10 5 0																															
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>xxx</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								xxx																
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																											
							xxx																														
Sicherung der Querungen / Übergänge				- Fussgängerstreifen mit Trenninsel / -streifen - Unter- / Überführung - Lichtsignalanlage - Trenninsel / baulicher Trennstreifen im Streckenverlauf - Fussgängerstreifen ohne Trenninsel / -streifen - keine Sicherungsmassnahmen		15 10 10 10 8 0																															
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td>X</td><td></td><td></td></tr> </table> P.			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15								X					X	X					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																						
							X					X	X																								
				Punkteabzug bei:																																	
				- übermässige Querungsdistanz (Strassenbreite)		-5																															
				- Trennstreifen ohne baulichen Schutz oder mit ungenügender Breite		-5																															
Wartezeiten bei Knoten				- Verkehrsqualitätsstufe A - Verkehrsqualitätsstufe B - Verkehrsqualitätsstufe C - Verkehrsqualitätsstufe D - Verkehrsqualitätsstufe E, F		15 10 10 5 0																															
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>xxx</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> P.			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15									xxx										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																						
								xxx																													
Punktetotal (Summe der Kriterien)				48/62/64																																	
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe Fussverkehr (VQS_{MM} - FV)				D/B/B		(aufgrund der untenstehenden Punkteskala)																															
Punkte	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 31	30 - 21	20 - 0																															
VQS _{MM} - FV	A	B	C	D	E	F																															

Projektname	Bern - Muristrasse/Thunstr.		km	1.2																																													
Besonderes	X=IST-Zustand; X=V2; X=VS		Abschnitt	Egghölzli - Mettlenkreisel																																													
Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufe für den Leichten Zweiradverkehr																																																	
Bewertung je Kriterium				Bewertungskala je Kriterium (Bewertung soweit möglich anhand von Normen und Richtlinien)		Punkte																																											
Anlagen für den Längsverkehr																																																	
Radverkehrsmassnahmen				- Geeignete, bedürfnisgerechte Massnahmen vorhanden		20																																											
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>xx</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> P.				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				X															xx				- Mischverkehr, keine Massnahmen erforderlich		15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																													
			X															xx																															
(massgebendes Feld ankreuzen)				- Erforderliche Massnahmen teilweise vorhanden		10																																											
				- Keine Massnahmen vorhanden, obwohl erforderlich (ungeeigneter Mischverkehr)		0																																											
Dimensionierung der Radverkehrsmassnahmen				- gut / grosszügig (norm- / anforderungsgerecht)		10																																											
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>xx</td><td></td></tr> </table> Punkte				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					X					xx		- genügend		5																					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																							
				X					xx																																								
				- ungenügend		0																																											
Konflikte und Hindernisse				- keine		10																																											
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td>xx</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				X		xx						- wenig bzw. vereinzelt		5																					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																							
			X		xx																																												
				- viel		0																																											
Querungen / Abbiegemanöver und Knoten																																																	
Freiheitsgrad der Querungsmöglichkeiten				- Querungen frei, keine Sperrbereiche		10																																											
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>xxx</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				xxx								- beschränkt, aber ausreichend		5																					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																							
			xxx																																														
				- ungenügend (Sicherheitslinien)		0																																											
Sicherheitsaspekte (Abbiegen und Queren, ohne Knoten)				- baulich gesicherte Abbiegestreifen oder Querungen		15																																											
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td>xx</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					X				xx								- Lichtsignalanlagen		10											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																		
				X				xx																																									
				- Aufstellflächen und markierte Bereiche		5																																											
				- keine Massnahmen		0																																											
Besondere Massnahmen an Knoten				- Radstreifen bzw. Aufstellflächen		15																																											
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td>xx</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Punkte				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15							X	xx									- Mischverkehr, genügende Breiten		10											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																		
						X	xx																																										
				- sichere Umwege / indirekte Linksabbieger		5																																											
				- Mischverkehr, ungenügende Breiten		0																																											
Wartezeiten an Knoten				- Verkehrsqualitätsstufe A		20																																											
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>xxx</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> P.				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20							xxx																- Verkehrsqualitätsstufe B		15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																													
						xxx																																											
				- Verkehrsqualitätsstufe C		10																																											
				- Verkehrsqualitätsstufe D		5																																											
				- Verkehrsqualitätsstufe E, F		0																																											
Punktetotal (Summe der Kriterien)				29/55/55																																													
Multimodale Verkehrsqualitätsstufe Leichter Zweiradverkehr (VQS_{MM} - LZV)				E/C/C		(aufgrund der untenstehenden Punkteskala)																																											
Punkte	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 31	30 - 21	20 - 0																																											
VQS _{MM} - LZV	A	B	C	D	E	F																																											

Projektname	<i>Bern – Muristrasse/Thunstr.</i>		km	1.0	
Besonderes			Abschnitt	<i>Egghölzli - Mettlenkreisel</i>	
Begründung und Zusammenstellung der Multimodalen Qualitätsziele					
Begründung der Qualitätsziele (Hauptverkehrszeit)					
ÖV	Standard: VQS _{MM} – ÖV: C, evtl. B	<input checked="" type="checkbox"/> Standard <input type="checkbox"/> von Standard abweichen*			
*Begründung:.....					
.....					
.....					
Gewählt: VQS _{MM} – ÖV:					C
MIV	Standard: VQS _{MM} – MIV: D, evtl. C	<input checked="" type="checkbox"/> Standard <input type="checkbox"/> von Standard abweichen*			
*Begründung:					
.....					
.....					
Gewählt: VQS _{MM} – MIV:					D
FV	Standard: VQS _{MM} – FV: C, evtl. D, B	<input checked="" type="checkbox"/> Standard <input type="checkbox"/> von Standard abweichen*			
*Begründung:					
.....					
.....					
Gewählt: VQS _{MM} – FV:					C
LZV	Standard: VQS _{MM} – LZV: D, evtl. C, B	<input checked="" type="checkbox"/> Standard <input type="checkbox"/> von Standard abweichen*			
*Begründung:					
.....					
.....					
Gewählt: VQS _{MM} – LZV:					D
Multimodale Qualitätsziele Übersicht	Verkehrsart	ÖV	MIV	FV	LZV
	VQS _{MM} -ZIEL	C	D	C	D



**Forschungsberichte auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI)
Rapports de recherche sur proposition de l'Association suisse des ingénieurs en transports**

(erschienen im Rahmen der Forschungsreihe des UVEK / parus dans le cadre des recherches du DETEC)

- 1980 **Velo- und Mofaverkehr in den Städten**
(*R. Müller*)
- 1980 **Anleitung zur Projektierung einer Lichtsignalanlage**
(*Seiler Niederhauser Zuberbühler*)
- 1981 **Güternahverkehr, Gesetzmässigkeiten**
(*E. Stadtmann*)
- 1981 **Optimale Haltestellenabstände beim öffentlichen Verkehr**
(*Prof. H. Brändli*)
- 1982 **Entwicklung des schweizerischen Strassenverkehrs ***
(*SNZ Ingenieurbüro AG*)
- 1983 **Lichtsignalanlagen mit oder ohne Uebergangssignal Rot-Gelb**
(*Weber Angehrn Meyer*)
- 1983 **Güternahverkehr, Verteilungsmodelle**
(*Emch + Berger AG*)
- 1983 **Parkraumbewirtschaftung als Mittel der Verkehrslenkung ***
(*Glaser + Saxer*)
- 1984 **Le rôle des taxis dans les transports urbains (franz. Ausgabe)**
(*Transitec*)
- 1984 **Park and Ride in Schweizer Städten ***
(*Balzari & Schudel AG*)
- 1986 **Verträglichkeit von Fahrrad, Mofa und Fussgänger auf gemeinsamen Verkehrsflächen ***
(*Weber Angehrn Meyer*)
- 1987 **Verminderung der Umweltbelastungen durch verkehrsorganisatorische und –technische Massnahmen***
(*Metron AG*)
- 1987 **Provisorischer Behelf für die Umweltverträglichkeits-Prüfung von Verkehrsanlagen ***
(*Büro BC, Jenni + Gottardi AG, Scherrer*)
- 1988 **Bestimmungsgrössen der Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr ***
(*Rapp AG*)
- 1988 **EDV-Anwendungen im Verkehrswesen**
(*IVT, ETH Zürich*)
- 1988 **Forschungsvorschläge Umweltverträglichkeitsprüfung von Verkehrsanlagen**
(*Büro BC, Jenni & Gottardi AG, Scherrer*)
- 1989 **Vereinfachte Methode zur raschen Schätzung von Verkehrsbeziehungen ***
(*P. Widmer*)
- 1990 **Planungsverfahren bei Ortsumfahrungen**
(*Toscano-Bernardi-Frey AG*)
- 1990 **Anteil der Fahrzeugkategorien in Abhängigkeit vom Strassentyp**
(*Abay & Meyer*)
- 1991 **Busbuchten, ja oder nein?***
(*Zwicker und Schmid*)
- 1991 **EDV-Anwendung im Verkehrswesen, Katalog 1990**
(*IVT, ETH Zürich*)
- 1991 **Mofa zwischen Velo und Auto**
(*Weber Angehrn Meyer*)
- 1991 **Erhebung zum Güterverkehr**
(*Abay & Meier, Albrecht & Partner AG, Holinger AG, RAPP AG, Sigmoplan AG*)
- 1991 **Mögliche Methoden zur Erstellung einer Gesamtbewertung bei Prüfverfahren***
(*Basler & Partner AG*)
- 1992 **Parkierungsbeschränkungen mit Blauer Zone und Anwohnerparkkarte**
(*Jud AG*)
- 1992 **Einsatzkonzepte und Integrationsprobleme der Elektromobile***
(*U. Schwegler*)
- 1992 **UVP bei Strassenverkehrsanlagen, Anleitung zur Erstellung von UVP-Berichten***
(*Büro BC, Jenni & Gottardi AG, Scherrer*)
erschieden auch als Mitteilungen zur UVP Nr. 7/Mai 1992 des BUWAL
- 1992 **Von Experten zu Beteiligten - Partizipation von Interessierten und Betroffenen beim Entscheiden über Verkehrsvorhaben***
(*J. Dietiker*)

- 1992 **Fehlerrechnung und Sensitivitätsanalyse für Fragen der Luftreinhaltung: Verkehr - Emissionen – Immissionen ***
(INFRAS)
- 1993 **Indikatoren im Fussgängerverkehr ***
(RAPP AG)1993
- 1993 **Velofahren in Fussgängerzonen***
(P. Ott)
- 1993 **Vernetztes bzw. ganzheitliches Denken bei Verkehrsvorhaben**
(Jauslin + Stebler, Rudolf Keller AG)
- 1993 **Untersuchung des Zusammenhanges von Verkehrs- und Wandermobilität**
(synergo, Jenni + Gottardi AG)
- 1993 **Einsatzmöglichkeiten und Grenzen von flexiblen Nutzungen im Strassenraum**
(Sigmoplan AG)
- 1993 **EIE et infrastructures routières, Guide pour l'établissement de rapports d'impact ***
(Büro BC, Jenni + Gottardi AG, Scherrer)
erschienen als Mitteilungen zur UVP Nr. 7(93) / Juli 1993 des BUWAL/parus comme informations concernant l'étude de l'impact sur l'environnement EIE No. 7(93) / juillet 1993 de l'OFEFP
- 1993 **Handlungsanleitung für die Zweckmässigkeitsprüfung von Verkehrsinfrastrukturprojekten, Vorstudie**
(Jenni + Gottardi AG)
- 1994 **Leistungsfähigkeit beim Fahrstreifenabbau auf Hochleistungsstrassen**
(Rutishauser, Mögerle, Keller)
- 1994 **Perspektiven des Freizeitverkehrs, Teil 1: Determinanten und Entwicklungen***
(R + R Burger AG, Büro Z)
- 1995 **Verkehrsentwicklungen in Europa, Vergleich mit den schweizerischen Verkehrsperspektiven**
(Prognos AG / Rudolf Keller AG)
erschienen als GVF-Auftrag Nr. 267 des GS EVED Dienst für Gesamtverkehrsfragen / paru au SG DFTCE Service d'étude des transports No. 267
- 1996 **Einfluss von Strassenkapazitätsänderungen auf das Verkehrsgeschehen**
(SNZ Ingenieurbüro AG)
- 1997 **Zweckmässigkeitsbeurteilung von Strassenverkehrsanlagen ***
(Jenni + Gottardi AG)
- 1997 **Verkehrsgrundlagen für Umwelt- und Verkehrsuntersuchungen**
(Ernst Basler + Partner AG)
- 1998 **Entwicklungsindices des Schweizerischen Strassenverkehrs ***
(Abay + Meier)
- 1998 **Kennzahlen des Strassengüterverkehrs in Anlehnung an die Gütertransportstatistik 1993**
(Albrecht & Partner AG / Symplan Map AG)
- 1998 **Was Menschen bewegt. Motive und Fahrzwecke der Verkehrsteilnahme**
(J. Dietiker)
- 1998 **Das spezifische Verkehrspotential bei beschränktem Parkplatzangebot ***
(SNZ Ingenieurbüro AG)
- 1998 **La banque de données routières STRADA-DB somme base de modèles de trafic**
(Robert-Grandpierre et Rapp SA / INSER SA / Rosenthaler & Partner AG)
- 1998 **Perspektiven des Freizeitverkehrs. Teil 2: Strategien zur Problemlösung**
(R + R Burger und Partner, Büro Z)
- 1998 **Kombinierte Unter- und Überführung für FussgängerInnen und VelofahrerInnen**
(Büro BC / Pestalozzi & Stäheli)
- 1998 **Kostenwirksamkeit von Umweltschutzmassnahmen**
(INFRAS)
- 1998 **Abgrenzung zwischen Personen- und Güterverkehr**
(Prognos AG)
- 1999 **Gesetzmässigkeiten im Strassengüterverkehr und seine modellmässige Behandlung**
(Abay & Meier / Ernst Basler + Partner AG)
- 1999 **Aktualisierung der Modal Split-Ansätze**
(P. Widmer)
- 1999 **Management du trafic dans les grands ensembles**
(Transportplan SA)
- 1999 **Technology Assessment im Verkehrswesen : Vorstudie**
(RAPP AG Ing. + Planer Zürich)
- 1999 **Verkehrstelematik im Management des Verkehrs in Tourismusgebieten**
(ASIT / IC Infraconsult AG)
- 1999 **„Kernfahrbahnen“ Optimierte Führung des Veloverkehrs an engen Strassenquerschnitten ***
(Metron Verkehrsplanung und Ingenieurbüro AG)

- 2000 **Sensitivitäten von Angebots- und Preisänderungen im Personenverkehr**
(Prognos AG)
- 2000 **Dephi-Umfrage Zukunft des Verkehrs in der Schweiz**
(P. Widmer / IPSO Sozial-, Marketing- und Personalforschung)
- 2000 **Der Wert der Zeit im Güterverkehr**
(Jenni + Gottardi AG)
- 2000 **Floating Car Data in der Verkehrsplanung**
(Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG + Rosenthaler + Partner AG)
- 2000 **Verlässlichkeit als Entscheidungsvariable: Experimente mit verschiedenen Befragungssätzen**
(IVT - ETHZ)
- 2001 **Aktivitätenorientierte Personenverkehrsmodelle, Vorstudie**
(P. Widmer und K.W. Axhausen)
- 2001 **Zeitkostenansätze im Personenverkehr**
(G. Abay und K.W. Axhausen)
- 2001 **Véhicules électriques et nouvelles formes de mobilité**
(Transitec Ingénieurs-Conseils SA)
- 2001 **Besetzungsgrad von Personenwagen: Analyse von Bestimmungsgrößen und Beurteilung von Massnahmen zu dessen Erhöhung**
(RAPP AG Ingenieure + Planer)
- 2001 **Grobkonzept zum Aufbau einer multimodalen Verkehrsdatenbank**
(INFRAS)
- 2001 **Ermittlung der Gesamtleistungsfähigkeit (MIV + OEV) bei lichtsignalgeregelten Knoten**
(büro S-ce Simon-consulting-engineering)
- 2001 **Besteuerung von Autos mit einem Bonus/Malus-System im Kanton Tessin**
(U. Schwegler Büro für Verkehrsplanung)
- 2001 **GIS als Hilfsmittel in der Verkehrsplanung**
(büro widmer)
- 2001 **Umgestaltung von Strassen im Zuge von Erneuerungen**
(Infraconsult AG + Zeltner + Maurer AG)
- 2001 **Piloterhebung zum Dienstleistungsverkehr und zum Gütertransport mit Personenwagen**
(Prognos AG, Emch+Berger AG, IVU Traffic Technologies AG)
- 2002 **Parkplatzbewirtschaftung bei publikumsintensiven Einrichtungen - Auswirkungsanalyse**
(Metron AG, Neosys AG, Hochschule Rapperswil)
- 2002 **Probleme bei der Einführung und Durchsetzung der im Transportwesen geltenden Umweltschutzbestimmungen; unter besonderer Berücksichtigung des Vollzugs beim Strassenverkehrslärm**
(B+S Ingenieur AG)
- 2002 **Nachhaltigkeit und Koexistenz in der Strassenraumplanung**
(Berz Hafner + Partner AG)
- 2002 **Warum steht P. Müller lieber im Stau als im Tram?**
(Planungsbüro Jürg Dietiker / MOVE RAUM P. Regli / Landert Farago Davatz & Partner / Dr. A. Zeyer)
- 2002 **Nachhaltigkeit im Verkehr**
(Jenni + Gottardi AG)
- 2002 **Massnahmen zur Erhöhung der Akzeptanz längerer Fuss- und Velostrecken**
(Arbeitsgemeinschaft Büro für Mobilität / V. Häberli / A. Blumenstein / M. Wälti)
- 2002 **Carreiseverkehr: Grundlagen und Perspektiven**
(B+S Ingenieur AG / Gare Routière de Genève)
- 2002 **Potentielle Gefahrenstellen**
(Basler & Hofmann / Psychologisches Institut der Universität Zürich)
- 2003 **Evaluation kurzfristiger Benzinpreiserhöhungen**
(Infras / M. Peter / N. Schmidt / M. Maibach)
- 2002 **Verlässlichkeit als Entscheidungsvariable, Vorstudie**
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2002 **Mischverkehr MIV / ÖV auf stark befahrenen Strassen**
(Verkehrsingenieurbüro TEAMverkehr)
- 2003 **Vorstudie zu den Wechselwirkungen Individualverkehr – öffentlicher Verkehr infolge von Verkehrstelematik-Systemen**
(Abay & Meier, Zürich)
- 2003 **Strassen mit Gemischtverkehr: Anforderungen aus der Sicht der Zweiradfahrer**
(WAM Partner, Planer und Ingenieure, Solothurn)
- 2003 **Erfolgskontrolle von Umweltschutzmassnahmen bei Verkehrsvorhaben**
(Metron Landschaft AG, Brugg / Quadra GmbH, Zürich / Metron Verkehrsplanung AG, Brugg)
- 2004 **Perspektiven für kurze Autos**
(Ingenieur- und Planungsbüro Bühlmann, Zollikon)
- 2004 **Lange Planungsprozesse im Verkehr**
(BINARIO TRE, Windisch)

- 2004 **Auswirkungen von Personal Travel Assistance (PTA) auf das Verkehrsverhalten**
(Ernst Basler und Partner AG, Zürich)
- 2004 **Methoden zum Erstellen und Aktualisieren von Wunschlinienmatrizen im motorisierten Individualverkehr**
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2004 **Zeitkostenansätze im Personenverkehr**
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT / Rapp Trans AG, Zürich)
- 2004 **Determinanten des Freizeitverkehrs: Modellierung und empirische Befunde**
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2004 **Verfahren von Technology Assessment im Verkehrswesen**
(Rapp Trans AG, Zürich / IKAÖ, Bern / Interface, Luzern)
- 2004 **Mobilitätsdatenmanagement für lokale Bedürfnisse**
(SNZ, Zürich / TEAMverkehr, Cham / Büro für Verkehrsplanung, Fischingen)
- 2004 **Auswirkungen neuer Arbeitsformen auf den Verkehr - Vorstudie**
(INFRAS, Bern)
- 2004 **Standards für intermodale Schnittstellen im Verkehr**
(synergo, Zürich / ILS NRW, Dortmund)
- 2005 **Verkehrsumlegungs-Modelle für stark belastete Strassennetze**
(büro widmer, Frauenfeld)
- 2005 **Wirksamkeit und Nutzen der Verkehrsinformation**
(B+S Ingenieure AG, Bern / Ernst Basler + Partner AG, Zürich / Landert Farago Partner, Zürich)
- 2005 **Spezialisierung und Vernetzung: Verkehrsangebot und Nachfrageentwicklung zwischen den Metropolitanräumen des Städtesystems Schweiz**
(synergo, Zürich)
- 2005 **Wirkungsketten Verkehr - Wirtschaft**
(ECOPLAN, Altdorf und Bern / büro widmer, Frauenfeld)
- 2005 **Cleaner Drive**
Hindernisse für die Markteinführung von neuen Fahrzeug-Generationen
(E'mobile, der Schweizerische Verband für elektrische und effiziente Strassenfahrzeuge, Urs Schwegler)
- 2005 **Spezifische Anforderungen an Autobahnen in städtischen Agglomerationen**
(Ingenieur- und Planungsbüro Dr. Walter Berg, Zürich)
- 2005 **Instrumente für die Planung und Evaluation von Verkehrssystem-Management-Massnahmen**
(Jenni + Gottardi AG, Zürich / Universität Karlsruhe)
- 2005 **Trafic de support logistique de grandes manifestations (Betriebsverkehr von Grossanlässen)**
(Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, EPFL)
- 2005 **Verkehrsdosierungsanlagen, Strategien und Dimensionierungsgrundsätze**
(Ingenieurbüro Walter Berg, Zürich)
- 2005 **Angebote und Erfolgskriterien im nächtlichen Freizeitverkehr**
(Planungsbüro Jud, Zürich)
- 2005 **Finanzielle Anreize für effiziente Fahrzeuge - Eine Wirkungsanalyse der Projekte VEL2 (Tessin) und NewRide in Basel und Zürich**
(Rapp Trans AG, Zürich / Interface, Luzern)
- 2006 **Reduktionsmöglichkeiten externer Kosten des MIV am Beispiel des Förderprogramms VEL2 im Kanton Tessin**
(Università della Svizzera Italiana, Lugano / Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich)
- 2006 **Nachhaltigkeit im Verkehr**
Indikatoren im Bereich Gesellschaft
(Ernst Basler + Partner AG, Zollikon / Landert Farago Partner, Zürich)

* vergriffen: Diese Exemplare können auf Wunsch nachkopiert werden
*épuisé: Selon désir, ces rapports peuvent être copiés

Die Berichte können bezogen werden bei / Les rapports peuvent être commandés au:
VSS, Seefeldstrasse 9, 8008 Zürich,
Tel. 01 269 40 20, Fax. 01 / 252 31 30, info@vss.ch