



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

Multimodale Verkehrsqualitäts- stufen für den Strassenverkehr – Vorstudie

**Niveaux de service multimodales de la circulation rou-
tière – études préliminaires**

**Multimodal level of service of road traffic – preliminary
study**

Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich

Milena Scherer, dipl. Ing. ETH

Prof. Peter Spacek, dipl. Ing. ETH

Prof. Dr. Ulrich Weidmann, dipl. Ing. ETH

**Forschungsauftrag SVI 2007/005 auf Antrag der Schweizerischen
Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur den (die) vom Bundesamt für Strassen beauftragten Autor(en).
Bezug: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Le contenu de ce rapport n'engage que l' (les) auteur(s) mandaté(s) par l'Office fédéral des routes.
Diffusion : Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

Il contenuto di questo rapporto impegna solamente l' (gli) autore(i) designato(i) dall'Ufficio federale delle strade.
Ordinazione: Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (VSS)

The content of this report engages only the author(s) appointed by the Swiss federal roads authority.
Supply: Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

Multimodale Verkehrsqualitäts- stufen für den Strassenverkehr – Vorstudie

**Niveaux de service multimodales de la circulation rou-
tière – études préliminaires**

**Multimodal level of service of road traffic – preliminary
study**

Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich

Milena Scherer, dipl. Ing. ETH

Prof. Peter Spacek, dipl. Ing. ETH

Prof. Dr. Ulrich Weidmann, dipl. Ing. ETH

**Forschungsauftrag SVI 2007/005 auf Antrag der Schweizerischen
Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**

Februar 2010

1277

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Projektleitung

Ulrich Weidmann (IVT, ETH Zürich)

Mitglieder

Milena Scherer (IVT, ETH Zürich)

Peter Spacek (IVT, ETH Zürich)

Begleitkommission

Präsident

Arnd König (Volkswirtschaftsdirektion Kanton Zürich)

Mitglieder

Barbara Auer (Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-Stadt, Mobilität)

Joos Bernhard (Dienstabteilung Verkehr, Stadtpolizei Zürich)

Stephan Erne (ewp AG Effretikon)

Thorsten Koy (Rapp Trans AG Basel)

Stephanie von Samson (Departement Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau, Abteilung Verkehr)

Niklaus Schranz (Bundesamt für Strassen, Bereich Langsamverkehr)

Antragsteller

Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)

Bezugsquelle

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

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	I
Résumé	V
Summary	IX
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangslage und Ziel der Forschungsarbeit.....	1
1.2 Auftragsverständnis.....	1
1.3 Begriffe, Abgrenzung und Festlegungen	3
1.3.1 Begriffe.....	3
1.3.2 Abgrenzung.....	4
1.3.3 Festlegungen.....	5
1.4 Konzept der multimodalen Verkehrsqualität.....	7
1.5 Methode und Vorgehen.....	7
2 Hintergrund der Verkehrsqualität	9
2.1 Ursprung der Verkehrsqualität	9
2.2 Generische Funktionsweise und Anwendung von Verkehrsqualität	9
2.3 Sichtweise der Verkehrsqualität	10
3 Stand der Praxis	13
3.1 Vorbemerkung.....	13
3.2 Schweiz: Regelwerke und Verordnungen.....	13
3.3 Deutschland: Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen	16
3.4 EU: Dienstleistungsqualität nach EN 13816 sowie EN 15140	18
3.5 USA: Transit Capacity and Quality of Service Manual und Highway Capacity Manual ...	20
3.6 Verkehrsqualität für einzelne Verkehrsmodi.....	21
3.7 Erste multimodale Ansätze für die Praxisanwendung	22
4 Forschungsstand bezüglich Verkehrsqualität	25
4.1 Vorbemerkung.....	25
4.2 Wahrnehmung von Verkehrsqualität	25
4.3 Ansätze zur Bestimmung multimodaler Verkehrsqualität.....	26
4.4 Verkehrsmittelübergreifende Vergleichbarkeit.....	27
4.5 Leistungsfähigkeit und Verkehrsqualität	28
4.6 Zusammenstellung von Einflussfaktoren der Verkehrsqualität	30
4.6.1 Fussgänger und leichter Zweiradverkehr.....	30
4.6.2 Öffentlicher Verkehr.....	32
4.6.3 Motorisierter Individualverkehr	34
4.6.4 Multimodale Schnittstellen	35
4.7 Angewendete Methoden	36
4.7.1 Erhebung der Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmer	36
4.7.2 Auswertung von subjektiven Bewertungen.....	37

5	<i>Synthese aus Praxis und Forschungsstand</i>	39
5.1	Grundanforderungen der Verkehrsteilnehmer	39
5.2	Feststellungen aus Praxis und Forschungsstand	40
5.3	Angewendete Qualitätsmerkmale	41
5.4	Zusätzliche Qualitätsmerkmale	42
6	<i>Multimodale Verkehrsqualität</i>	43
6.1	Anforderungen	43
6.2	Modell der multimodalen Verkehrsqualität	43
6.3	Kriterien der Fussgängerqualität	44
6.4	Kriterien der Radfahrerqualität	46
6.5	Kriterien der ÖV-Qualität.....	48
6.6	Kriterien der MIV-Qualität	50
7	<i>Verkehrsqualitätskriterien auf den Planungsstufen</i>	53
7.1	Vorbemerkung.....	53
7.2	Deterministische Kriterien.....	54
7.3	Stochastische Kriterien	56
7.4	Kriterien des Service und Begleitumstände	57
7.5	Wechselwirkungen und Abhängigkeiten.....	57
8	<i>Empfehlungen zur Entwicklung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufen</i>	59
8.1	Befund.....	59
8.2	Empfehlung	60
8.3	Leistungsfähigkeit.....	61
8.3.1	<i>Fussgänger</i>	61
8.3.2	<i>Radverkehr</i>	62
8.3.3	<i>Öffentlicher Verkehr</i>	62
8.4	Weiteres Vorgehen.....	64
	<i>Literaturverzeichnis</i>	67
	<i>Anhang</i>	71
	<i>Abkürzungen</i>	79
	<i>Projektabschluss</i>	81
	<i>Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen</i>	83

Zusammenfassung

Auftrag und Ziel

Zur Planung und Projektierung von Anlagen, Angeboten und Betriebsführungssystemen werden für den motorisierten Individualverkehr (MIV) und zum Teil auch für den öffentlichen Verkehr (ÖV) genormte Verkehrsqualitätsstufen (VQS) benützt. Diese sind jedoch nur auf ein Verkehrsmittel bezogen. Für eine gesamtheitliche Planung eines Verkehrsträgers Strasse ist aber eine einheitliche Daten- und Normenbasis erwünscht.

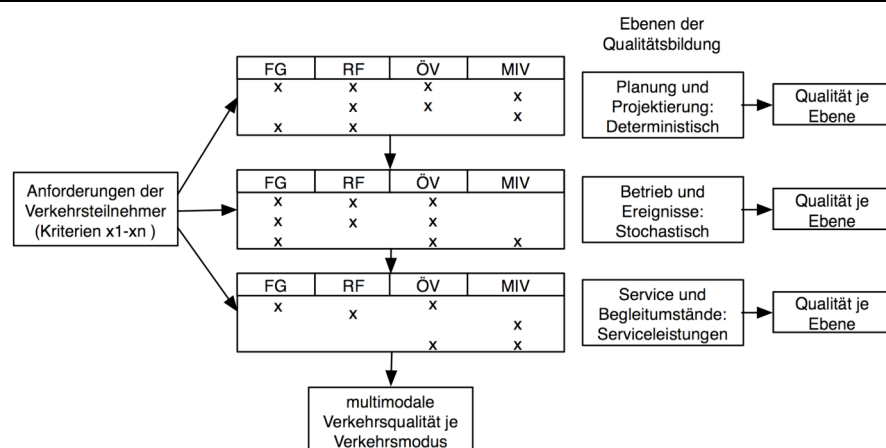
Diese Vorstudie gibt auf Basis einer umfassenden Literaturanalyse Hinweise und Empfehlungen zur sinnvollen Bestimmung von VQS für schweizerische Verhältnisse im Fuss-, Rad- und strassengebundenen öffentlichen Verkehr unter Berücksichtigung der bestehenden VQS des MIV. Die wesentlichen Teilziele zur Entwicklung der Grundlagen für multimodale Verkehrsqualitätsstufen sind hierbei:

- Definition eines einheitlichen Qualitätsbegriffes, der auch für multimodale Beurteilungen verwendet werden kann, dies um die Qualitätsstufen der einzelnen Verkehrsmodi untereinander vergleichbar zu machen.
- Vorschlag für Qualitätskriterien der verschiedenen Betrachtungs- und Anwendungsebenen (Anlage-Elemente, Netze und Betriebszustände) des Fuss-, Rad- und öffentlichen Verkehrs.
- Empfehlungen für das Vorgehen in den Folgeforschungen.

Verkehrsqualität

Unter Verkehrsqualität wird **“die vom Verkehrsteilnehmer wahrgenommene und beurteilte Güte des Verkehrsablaufes“** verstanden. Unter der Voraussetzung, dass die zukünftigen Modelle der Verkehrsqualität auf Basis der Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmer entwickelt werden, ermöglicht diese allgemeingültige Begriffsdefinition eine verkehrsmittelübergreifende Vergleichbarkeit. Für die Vergleichbarkeit werden nicht gleiche Kriterien einander gegenübergestellt, sondern es wird ein Set von spezifischen Qualitätsmerkmalen für jeden einzelnen Verkehrsmodus zusammengestellt (vgl. Abbildung 1).

Abbildung 1: Aufbau multimodale Verkehrsqualität



Unter **multimodaler Verkehrsqualität** wird im Folgenden zweierlei verstanden:

1. Die Skalierung der Verkehrsqualität ist für alle Verkehrsmodi identisch (auf Basis der Wahrnehmung durch Verkehrsteilnehmer) und gegenseitig abgeglichen.
2. Die Einflüsse mehrerer Verkehrsmodi werden betrachtet und die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Verkehrsmodi fließen in die Beurteilung der Verkehrs-

qualität mit ein. Dies im Gegensatz zu der gebräuchlichen Verkehrsqualitätsbeurteilung, welche im Regelfall nur einen einzelnen Verkehrsmodus – teilweise auf einem Fahrstreifen – berücksichtigt.

Das Resultat der multimodalen Verkehrsqualitätsbeurteilung ist nach wie vor eine Verkehrsqualitätsstufe je Verkehrsmodus und Betrachtungselement:

Allgemeingültige Grundanforderungen der Verkehrsteilnehmer

Auf Grundlage der recherchierten Literatur aus Praxis und Forschung wurde eine Vielzahl von Kriterien, welche die Verkehrsqualitätswahrnehmung des Verkehrsteilnehmers beeinflussen, zusammengestellt. Die Kriterien der Verkehrsqualität lassen sich unabhängig vom Verkehrsmodus in sechs allgemeingültige Grundanforderungen der Verkehrsteilnehmer an den Verkehrsablauf einordnen.

- *Zeit:* Der Verkehrsteilnehmer will innerhalb adäquater Zeit – entsprechend der erwarteten Geschwindigkeit – sein Ziel erreichen, möglichst ohne Zeitverlust infolge von Umwegen und ohne Wartezeiten.
- *Raum:* Der Verkehrsteilnehmer hat einen bestimmten Raumanpruch, um sich fortzubewegen. Mindestabmessungen werden in den Normen geregelt, was darüber hinausgeht und somit die Trennung zu anderen Verkehrsteilnehmern erhöht, wird unter der Anforderung Raum subsummiert. Zusätzlich spielt es eine Rolle, wo dieser Raum zur Verfügung gestellt wird (z.B. bei Fussgängerquerungen).
- *Behinderungen:* Der Verkehrsteilnehmer will auf seinem Weg nicht durch Andere behindert werden. Darunter sind Behinderungen im engeren Sinne – durch Verkehrsteilnehmer des eigenen Verkehrsmodus oder eines andern Modus auf derselben Verkehrsfläche – zu verstehen.
- *Zuverlässigkeit:* Die Reisezeit (Fahr- oder Gehzeit), respektive die Ankunftszeit sollen unter Einbezug von Erfahrungswerten planbar und verlässlich sein.
- *Verfügbarkeit:* Das Verkehrsangebot soll jederzeit verfügbar sein. Dabei wird angenommen, dass die Erschliessung mittels Strasse grundsätzlich gewährleistet ist. Vielmehr geht es im Individualverkehr darum, die für die Benützung des Verkehrsmittels notwendigen Abstellplätze vorzufinden. Für den ÖV bedeutet dies, dass das Verkehrsangebot zeitlich und örtlich innerhalb der Betriebszeiten verfügbar sein soll.
- *Benutzerfreundlichkeit:* Ist eine Anlage nicht benutzerfreundlich, wird sie – falls Alternativen bestehen – weniger frequentiert. Dies ist insbesondere für Fussgänger und Radfahrer ein wichtiger Aspekt. Hinsichtlich Benutzerfreundlichkeit sind oftmals die umgebende Raumnutzung, resp. das Verkehrsgeschehen (z.B. Fussweg entlang einer Strasse mit hoher MIV-Verkehrsbelastung) in einem hohen Mass ausschlaggebend.

Neben diesen genannten sechs Anforderungen der Verkehrsteilnehmer ist die Gewährleistung der Sicherheit ebenfalls eine Grundanforderung. Dieser Aspekt wird über die Verkehrssicherheit abgedeckt und basiert auf der Normkonformität von Anlagen welche vorausgesetzt wird. Zusätzlich wird für Verkehrsteilnehmer mit einem höheren Sicherheitsempfinden (Fussgänger und Radfahrer) die Personensicherheit in der Benutzerfreundlichkeit einer Anlage/Strecke abgebildet. Aspekte der Witterung und verschiedenen Fahrtzwecke sowie unterschiedliche Nutzergruppen können für die Festlegung der multimodalen Verkehrsqualität nicht einbezogen werden, da diese Aspekte nicht beeinflussbar sind.

Modell der multimodalen Verkehrsqualität

Das allgemeine Modell für die multimodale Verkehrsqualität (mmVQ) – unabhängig vom Verkehrsmodus – lautet entsprechend der Anforderungen der Verkehrsteilnehmer:

$$\text{mmVQ} = f(\text{Zeit, Raum, Behinderungen, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Benutzerfreundlichkeit}) \quad (1)$$

Die Anforderungen an das Modell sind aus dem aktuellen Stand der Praxis und der Forschung abgeleitet und lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Wahrnehmung der Verkehrsqualität aus Sicht der Verkehrsteilnehmer soll bestmöglich abgebildet werden. Dabei wird unter Verkehrsqualität die von Verkehrsteilnehmer empfundene Güte des Verkehrsablaufes verstanden.
- Die angewendeten verkehrstechnischen Kriterien zur Beurteilung der Verkehrsqualität beeinflussen lediglich einen Teil der Wahrnehmung. Das Spektrum der Qualitätskriterien muss daher über die verkehrstechnischen Kriterien hinaus entsprechend erweitert werden. Aspekte der Leistungsfähigkeit bleiben ein wesentlicher Bestandteil der Qualitätsbetrachtung. Sie müssen für den Fussänger-, Rad- und den öffentlichen Verkehr neu erarbeitet und sinnvoll integriert werden. Eine getrennte Sichtweise von Leistungsangebot im Sinne der Leistungsfähigkeit für die verkehrstechnische Dimensionierung von Anlagen und der umfassenden Verkehrsqualität aus Sicht der Nutzer, welche neben dem Leistungsangebot weitere Qualitätskriterien berücksichtigt, wird angestrebt.
- Die Einflüsse und Wechselwirkungen von anderen Verkehrsmodi sind entsprechend zu berücksichtigen.
- Es wird eine Vergleichbarkeit der Verkehrsqualität zwischen den verschiedenen Verkehrsmodi angestrebt, sodass beispielsweise eine Verkehrsqualitätsstufe C für Fussgänger einer Verkehrsqualitätsstufe C der anderen Verkehrsmodi gegenübergestellt werden kann.
- Die mmVQS sollen mit einem vertretbaren Aufwand ermittelt werden können.
- Durch die mmVQS sollen Wirkungen von geplanten (Verkehrs-)Massnahmen auf die Verkehrsqualität aller Verkehrsmodi abgeschätzt werden können.
- Allgemeingültige Erfahrungswerte und daraus resultierende Erwartungen an den Zustand des Verkehrsablaufes sollen in die Betrachtung einfließen.

Zusätzlich zur Erarbeitung der Qualitätskriterien je Verkehrsmodus wurden diese den verschiedenen Ebenen der Qualitätsentstehung (Planungsstufen) zugeordnet. Es wird unterschieden zwischen:

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| 1. Feste, definierte Kriterien: | Planung und Projektierung |
| 2. Variable, stochastische Kriterien: | Betrieb und Ereignisse |
| 3. Serviceleistungen: | Service und Begleitumstände |

Weiterentwicklung der multimodalen Verkehrsqualität

Für die Normierung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufen im Rahmen der VSS-Normgruppe „Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit“ sind weiterführende Arbeiten notwendig. Folgende Vorgehensschritte werden empfohlen:

1. Mit den geplanten Folgeforschungen werden zunächst die noch fehlenden verkehrssystem-spezifischen Grundlagen der Leistungsfähigkeit und Verkehrsqualität von Anlagen des leichten Zweirad- und Fussgängerverkehrs (VSS 2007/306) sowie des strassengebundenen öffentlichen Verkehrs (VSS 2007/305) erarbeitet, welche die Basis für die entsprechenden verkehrssystem-spezifischen Einzelnormen bilden. Die Begleitung der beiden Forschungsprojekte und die anschliessende Normierung liegen im Zuständigkeitsbereich der VSS-Fachkommission 3 (EK 3.08).
2. Die Ergänzung der in Schritt 1 erarbeiteten und auf der Leistungsfähigkeit und Verkehrsqualität von Einzelanlagen basierenden Normen durch weitere Kriterien, welche die mmVQ beeinflussen, soll in einem zweiten Schritt erfolgen. In diesem Schritt sind auch die bestehenden Normen für den MIV einzubeziehen.
3. Die Vergleichbarkeit der mmVQS entsteht durch die Kalibrierung des Modelles der mmVQ aufgrund von Beurteilungen der Verkehrsteilnehmer in einem abschliessenden Schritt. Dieser stellt die Grundlage für die Normierung der mmVQS dar.

Résumé

Mandat et objectif

La planification et la projection de constructions, d'offres et de systèmes de contrôle-commande pour le trafic individuel motorisé (TIM) et en partie également pour les transports publics (TP) se réfèrent à des niveaux de service normalisés (norme VSS) définissant la qualité de transport. Mais ceux-ci ne portent que sur un seul moyen de transport. Or la planification globale d'un mode de transport «route» requiert une base unifiée de données et de normes techniques.

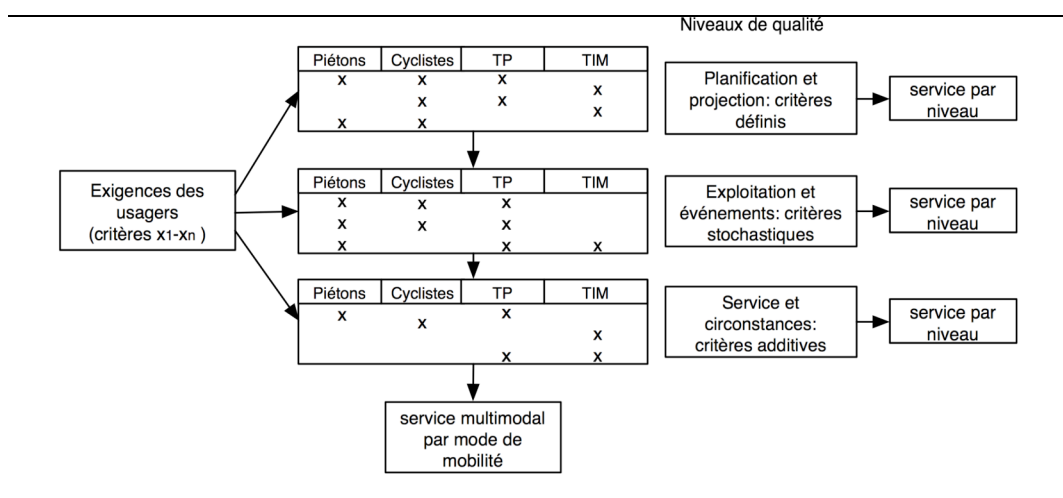
La présente pré-étude se fonde sur une vaste analyse de la littérature pour formuler des indications et des recommandations permettant de déterminer des niveaux de service appropriés pour la mobilité piétonne et cycliste et les transports publics sur route, en tenant compte des conditions spécifiques suisses et des niveaux de service actuels du TIM. Les principales étapes de développement des fondements de tels niveaux de service multimodal sont les suivantes:

- Définition d'une notion qualitative unifiée pouvant également servir à des évaluations multimodales, afin de rendre comparables entre eux les niveaux de service des différents modes de transport.
- Proposition de critères de qualité des différentes observations et applications (éléments de construction, réseaux, niveaux d'activité) de la mobilité piétonne et cycliste et des TP.
- Recommandations pour les projets de recherche ultérieurs.

Service

La notion de service désigne ici «**la qualité de la mobilité telle qu'elle perçue et appréciée par l'utilisateur**». Si les futurs modèles d'évaluation du service sont développés sur la base de la perception des usagers, tous les modes de transport pourront être comparés entre eux sur la base de cette définition d'usage universel. Ainsi, la comparaison ne fait pas appel à des critères d'appréciation identiques pour tous les modes, mais à la composition d'un groupe de critères qualitatifs spécifiques pour chacun des modes de mobilité (Figure 2).

Figure 2: Structure du service multimodal



Le **service multimodal** est compris ci-après des deux manières suivantes:

1. La graduation du service est identique pour tous les modes de mobilité (sur la base de la perception des usagers) et mutuellement comparable.
2. Les incidences de plusieurs modes de transport sont prises en compte et les

interactions entre les différents modes de mobilité sont intégrées dans l'évaluation du service. Ceci à la différence de l'évaluation conventionnelle du trafic, qui n'examine en principe qu'un seul mode de transport, parfois sur une seule voie de circulation.

Le résultat de l'évaluation du service multimodal reste un niveau de service par mode de transport et par élément d'observation.

Exigences générales de base des usagers

Sur la base de l'étude de la littérature examinée provenant de la pratique et de la recherche, un grand nombre de critères influençant la perception de la qualité de mobilité par les usagers ont été réunis. Les critères de qualité peuvent être classés selon six exigences générales de base des usagers à l'égard de la circulation, indépendamment du mode de transport.

- *Temps*: L'utilisateur veut atteindre sa destination dans un laps de temps adéquat, en fonction de la vitesse usuelle attendue et autant que possible sans retards dus à des détours et sans temps d'attente.
- *Espace*: L'utilisateur a droit à un certain espace libre, pour se mouvoir. Les minima sont fixés par des normes, tout ce qui se situe au-delà et donc accroît la séparation d'avec les autres usagers est inclus dans l'exigence d'espace. Par ailleurs, l'endroit où cet espace est mis à disposition joue également un rôle (par ex. pour les passages piétons).
- *Entraves*: L'utilisateur ne veut pas être entravé par autrui dans son déplacement. Il faut comprendre ici les entraves au sens strict, causées par les usagers du même mode de transport ou d'un autre mode de mobilité utilisant la même surface de transport.
- *Fiabilité*: La durée du trajet (temps de déplacement en véhicule ou à pied), respectivement l'heure d'arrivée doit être prévisible et fiable, en fonction de données empiriques.
- *Disponibilité*: L'offre de transport doit être disponible à tout moment. Il est ici sous-entendu que l'accès routier est en principe garanti. Pour le trafic individuel, il s'agit plutôt de trouver les places de stationnement nécessaires à l'utilisation du moyen de transport. Pour les TP, cela signifie que l'offre de transport doit être disponible aux heures et aux lieux prévus pendant les périodes d'exploitation.
- *Convivialité*: Si une offre n'est pas agréable à utiliser, elle est moins fréquentée, dans la mesure où il existe des alternatives. Cet aspect est surtout important pour les piétons et les cyclistes. La convivialité dépend souvent de manière déterminante de l'utilisation des alentours, respectivement des transports (par ex. chemin longeant une route très chargée par le TIM).

Outre les six attentes des usagers susmentionnées, la garantie de sécurité constitue également une exigence de base. Cet aspect est couvert par la sécurité routière et se base sur la conformité des constructions aux normes en vigueur, laquelle est supposée garantie. En outre, pour les usagers plus sensibles à la sécurité (piétons et cyclistes), la sécurité des personnes est incluse dans la convivialité d'une construction ou d'un parcours. Les aspects des intempéries et des différents motifs des déplacements ainsi que des divers groupes d'utilisateurs ne peuvent pas être pris en compte pour la détermination du service multimodal, car ces aspects ne sont pas influençables.

Modèle de service multimodal

Le modèle général traduisant le service multimodal (Smm) indépendamment du mode de transport est ainsi le suivant, en fonction des exigences des usagers:

$Smm = f(\text{temps, espace, entraves, fiabilité, disponibilité, convivialité})$	(1)
---	-----

Les exigences imposées au modèle découlent de la pratique et de la recherche actuelles et peuvent être résumées comme suit:

- La perception de la qualité de transport, du service, par les usagers doit être aussi bien reflétée que possible. La qualité de transport désigne ici la qualité de l'expérience de l'usager telle que celui-ci la ressent.
- Les critères techniques utilisés pour l'appréciation du service n'influencent qu'une partie de la perception. L'éventail des critères de qualité doit donc être étendu au-delà des éléments purement techniques. Les aspects traduisant l'efficacité constituent toujours un élément important de l'évaluation qualitative. Ils doivent être redéfinis pour la mobilité piétonne et cycliste ainsi que pour les transports publics, puis intégrés de manière appropriée. On cherche à obtenir une approche séparée de l'offre de prestations au sens de l'efficacité d'une part pour le dimensionnement des constructions selon la technique de circulation et d'autre part pour l'appréciation de la qualité globale du transport du point de vue de l'usager, qui tient compte également de critères de qualité dépassant le cadre de l'offre de prestations.
- Les influences et les interactions d'autres modes de transport doivent être prises en compte de manière adéquate.
- On cherche à établir une comparabilité de la qualité de transport entre les différents modes de mobilité, de sorte par exemple que le niveau de service C pour piétons puisse être comparé à un niveau de service C pour les autres modes de transport.
- Les niveaux de service multimodal (NSmm) doivent pouvoir être déterminés moyennant des dépenses raisonnables.
- Les NSmm doivent permettre d'estimer l'influence de mesures planifiées sur la qualité de mobilité de l'ensemble des modes de transport.
- Les valeurs empiriques généralement admises et les attentes qui en découlent à l'égard de la circulation doivent être intégrées dans l'observation.

Après l'élaboration des critères de qualité par mode de transport, ceux-ci ont été attribués aux différents niveaux de qualité (niveaux de planification). On distingue ici entre:

- | | |
|--|---------------------------------|
| 1. Les critères fixes, définis: | Planification et projection (P) |
| 2. Les critères variables stochastiques: | Exploitation et événements (B) |
| 3. Circonstances et services: | Service et circonstances (S) |

Perfectionnement du service multimodal

La standardisation des niveaux de service multimodal dans le cadre du groupe de normes VSS «Capacité, niveau de service, charges compatibles» nécessite d'autres travaux. Les étapes suivantes sont recommandées:

1. Les recherches complémentaires prévues permettront d'abord d'élaborer les bases manquantes de la capacité et du niveau de service des constructions destinées au trafic léger des deux-roues et des piétons (VSS 2007/306) ainsi qu'aux transports publics sur route (VSS 2007/305), qui servent de fondements aux différentes normes correspondantes de technique de circulation. L'encadrement des deux projets de recherche et les travaux ultérieurs de standardisation sont du ressort de la commission d'experts 3 de la VSS (EK 3.08).
2. Dans un deuxième temps, les normes basées sur la capacité et le niveau de service de constructions élaborées à la première étape doivent être complétées par d'autres critères influençant le Smm. À cette étape, il faut également prendre en compte les normes actuelles du TIM.
3. Enfin, la comparabilité des NSmm est obtenue par le calibrage du modèle de Smm en fonction des appréciations des usagers. Celui-ci sert de base à la standardisation des NSmm.

Summary

Goal and Objectives

An important transport engineering technique is the use of standardized quality levels (called level of service, LOS) to plan and design transport facilities, services and management systems; these standardized levels are used frequently for roadway transport and to a lesser degree for public transport. A key problem with these systems is that they can only be applied to single transport mode. A multimodal transport quality evaluation standard and database is needed to improve the transport planning process.

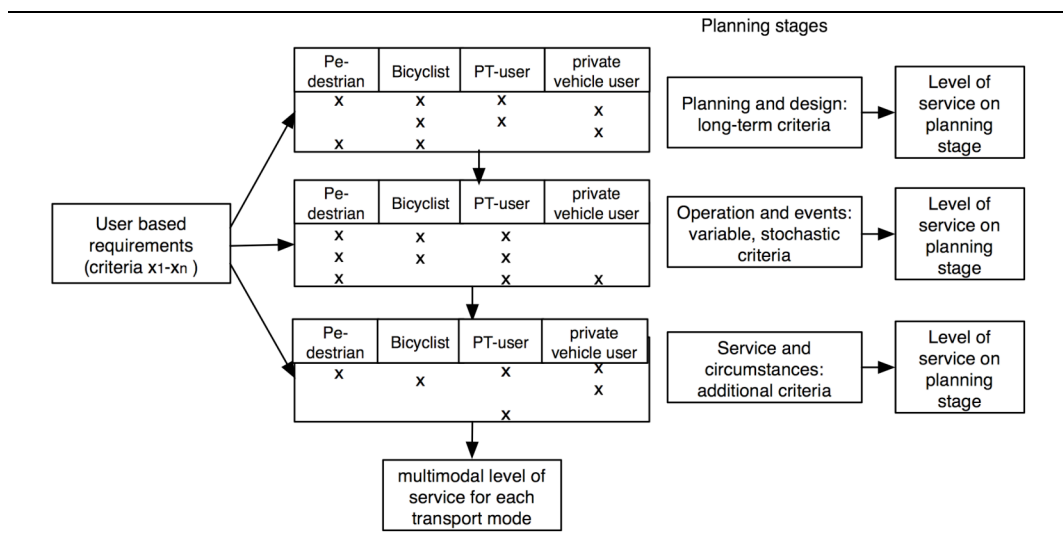
This report presents preliminary work and recommendations for developing a multimodal transport quality evaluation standard for Switzerland; the standard would consider pedestrians, bicyclists, private vehicle users and roadway-based public transport. The recommendations take into account the existing level-of-service approach for private transport and are based on a comprehensive literature review and analysis. Three main tasks were elaborated in order to develop a multimodal transport quality evaluation system:

- Define a uniform quality concept that can be used to compare quality levels for different transport modes and use this concept as the basis for assessing multimodal transport quality.
- Propose quality criteria for different perspectives and applications (e.g. infrastructure elements, networks and operating conditions) for walking, cycling and public transport.
- Make recommendations for subsequent main study.

Level of service

Level of service can be defined as: **"the overall perceived performance of traffic flow from the transport users point of view."** Developments of future models of level of service are based on the perception of transport users. This allows defining a universal concept of level of service that can be used to define and compare different modes of transport. This comparison does not rely on the same criteria for each mode, but rather on a different set of specific quality attributes for each transport mode (see Figure 3).

Figure 3: Structure of multimodal level of service



The term **multimodal level of service** includes the following two ideas:

1. The basic concept used to measure level of service is the same for all transport modes (it is based on the perception of transport users), and is comparable across modes.

2. The measurement of level of service considers all relevant impacts of other transport modes that influences the perception of a transport user of each mode. This contrasts with the single transport mode LOS assessment method generally used today (which is often limited to only assessing the quality of one single infrastructure element). As illustrated in Figure 3, the result of a multimodal LOS assessment remains a quality measurement of each transport mode and each stage of origination of quality (planning stages).

User-centred level of service criteria

A large number of criteria based on user perception of transport quality were compiled during the literature review for this study (these criteria come from both professional practice and research). The level of service criteria are independent of transport mode and can be categorized into one of the following six general user-based categories for transport:

- *Time*: Users want to reach their destinations in a reasonable amount of time (based on their expected speed), without losing time due to detours, waiting or congestion.
- *Space*: Transport users have specific spatial demands to enable movement. The space criterion includes minimum dimensions (as defined in standards), requirements and needs beyond minimums, as well as space needed to separate different modes. Additionally, it is important to recognize that the location of the space makes a difference in perceived quality (e.g. pedestrian crossings).
- *Congestion*: Transport users do not want their trip to be hindered by other system users. This includes congestion caused by others using the same mode or other modes of transport on the same transport infrastructure.
- *Reliability*: Transport users want travel time to be predictable based on past experience.
- *Availability*: Transport users want transport to be available at all times. For drivers, it is assumed that the roadways are essentially always available; finding a parking space is often more problematic. For public transport users, availability means that the transport service is operating when and where the user needs it.
- *Ease of use*: If a transport mode is not user friendly – and alternatives exist – it will be less used than otherwise predicted. This is particularly important for pedestrians and bicyclists. An important aspect of user friendliness is surrounding land uses and traffic (e.g. walking along a busy multi-lane highway is not attractive).

Finally, in addition to these six quality criteria, safety is a basic requirement for all transport modes. Safety requirements are defined in transport safety standards and, when developing multimodal transport quality standards, these safety standards are assumed to be met. For modes that require a higher sense of personal security (e.g. pedestrians and cyclists) appropriate criteria can be integrated into the assessment of facility or route user-friendliness. Since weather, trip purpose and user group type can not be influenced by transport planning, they are not included in the multimodal transport quality evaluation system.

A model for multimodal level of service

The general model for a multimodal level of service (mmLOS) is independent of transport mode and based on transport system user perspective. The proposed model is:

$$\text{mmLOS} = f(\text{time, space, congestion, reliability, availability, ease of use}) \quad (1)$$

The requirements for the model parameters are derived from the current state of transport practice and research and can be summarized as follows:

- The best way to assess level of service is from the perspective of transport system users. This means using customer centred parameters to evaluate the quality of transport service.
- Standard traffic engineering criteria used to assess the LOS only address some user needs. Therefore, while these system performance criteria remain an essential component of quality perception, these traffic engineering criteria must be

supplemented to consider the full spectrum of quality criteria. The performance criteria must be re-worked for pedestrians, bicyclists and public transport users, and then appropriately integrated into the model. The goal is to develop a general model that considers user-based quality criteria in addition to performance criteria currently used in the sizing and evaluating transport systems and elements.

- The model should take into account the influences of, and interactions with, other transport modes.
- Transport quality levels across modes should be comparable; in other words, a LOS C for pedestrians should have the same user perception of quality as a LOS C for all other modes of transport.
- It should be possible to estimate the multimodal level of service (mmLOS) with a reasonable effort.
- The mmLOS should allow to estimate the impacts of planned (transport) measures on the LOS of all transport modes.
- General experience of transport users and the resulting expectations towards level of service should be integrated into the evaluation.

In addition to developing quality criteria for each transport mode, criteria were developed for quality levels associated with development (planning stages). A distinction is made between:

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1. Solid, defined criteria: | planning and design (P) |
| 2. Variable, stochastic criteria: | operation and events (B) |
| 3. Conditions and services: | service and circumstances (S) |

Further development of multimodal level of service analysis

The following steps are recommended to develop a mmLOS appropriate for the VSS “Performance, Level of service, Capacity” standards:

1. The follow-up research projects will develop the missing performance and quality evaluation techniques for bicycle and pedestrian transport (VSS 2007/306) and for road-based public transport (VSS 2007/305); these form the basis for the transport mode specific individual quality standards.
2. The results of step 1 should be extended beyond single facility evaluation criteria by considering additional transport quality and performance criteria that influence mmLOS. The existing roadway transport standards (SN 640 020 – SN 640 024) should be extended in a similar manner.
3. In step three comparable mmLOS should be produced by calibrating the mmLOS model on the basis of transport user criteria. This will provide the basis for the standardization of the mmLOS.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage und Ziel der Forschungsarbeit

Zur Planung und Projektierung von Instrumenten des Verkehrsmanagements werden für den motorisierten Individualverkehr (MIV) und zum Teil auch für den öffentlichen Verkehr (ÖV) genormte Verkehrsqualitätsstufen (VQS) benützt. Diese sind jedoch immer nur auf ein Verkehrsmittel bezogen. Für eine gesamtheitliche Verkehrsplanung eines Verkehrsträgers Strasse ist aber eine einheitliche Daten- und Normenbasis sehr vorteilhaft.

Für einige Verkehrsmittel wie den Langsamverkehr und den strassengebundenen öffentlichen Verkehr fehlen entsprechende Eckdaten oder sind unvollständig; grundsätzlich ist eine intermodale Vergleichbarkeit nicht gegeben.

Die Definition der Verkehrsqualitätsstufen basiert im Allgemeinen auf Kriterien, welche den Nutzen und das Empfinden aus Sicht der Verkehrsteilnehmenden erfassen. Derzeit ist nicht geklärt, in wie weit diese Kriterien für alle Verkehrsarten vergleichbar sind. Ebenso ist offen, welche Kategorien notwendigerweise als Absolutwerte zu betrachten sind (z.B. Zeitkosten) und bei welchen eine Betrachtung des Relativwertes (z.B. Zeitverlust einer spezifischen Reisezeit) sinnvoller ist.

Derzeit existieren VQS für den Fussgängerverkehr, den Radverkehr und den ÖV in der Praxis nur unvollständig. Als Grundlage für heute immer mehr geforderte gesamtverkehrliche Betrachtungen sind deshalb VQS für Anlage-Elemente, Netze oder Betriebszustände erforderlich. Mit der vorliegenden Arbeit sollen auf Basis einer umfassenden Literaturanalyse Hinweise und Empfehlungen zur sinnvollen Bestimmung von VQS für die CH für Fuss-, Rad- und öffentlichen Verkehr sowie für die spätere Vergleichbarkeit auch mit VQS des MIV zusammengestellt werden. Die Vorstudie dient als Grundlage für die anschliessende Folgeforschung zur verkehrsmittelspezifischen Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit.

Diese Vorstudie gibt Hinweise und Empfehlungen zur sinnvollen Bestimmung von VQS für die Schweiz im Fuss-, Rad- und den strassengebundenen öffentlichen Verkehr unter Berücksichtigung der bestehenden VQS des MIV. Die wesentlichen Teilziele zur Entwicklung der Grundlagen für intermodale Verkehrsqualitätsstufen sind hierbei:

- Definition eines einheitlichen Qualitätsbegriffes für die Verkehrsqualität, der auch für multimodale Beurteilungen verwendet werden kann. Dies vor dem Hintergrund die Qualitätsstufen der einzelnen Verkehrsmodi untereinander vergleichbar zu machen.
- Vorschlag von Qualitätskriterien für verschiedene Betrachtungs- und Anwendungsebenen (Anlage-Elemente, Netze und Betriebszustände) des Fuss-, Rad- und öffentlichen Verkehrs.
- Empfehlungen für das Vorgehen in den Folgeforschungen.

Die vorliegende Vorstudie ist als Fundament für die nachfolgenden (VSS-) Hauptstudien konzipiert. Die erarbeiteten Grundlagen sollen durch die Forschungsprojekte VSS 2007/305 „Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit des strassengebundenen öffentlichen Verkehrs“ und VSS 2007/306 „Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit von Anlagen des leichten Zweirad- und Fussgängerverkehrs“ weiterentwickelt werden.

1.2 Auftragsverständnis

Was ist Qualität?

Im Verkehrsbereich wird der Qualitätsbegriff aufgrund unterschiedlicher Merkmale festgelegt. Generell wird die Verkehrsqualität als Mass der gegenseitigen Behinderungen der Verkehrsteilnehmer umschrieben (VSS-Norm SN 640 017a). Für den MIV werden VQS angewendet, die aufgrund messbarer makroskopischer Kenngrössen des Verkehrsflusses (bei bestehenden Anlagen) oder aufgrund von mikroskopischen Simula-

tionsberechnungen (bei geplanten Anlagen) bewertet werden. Zur Quantifizierung des Behinderungsgrads werden die Kenngrößen einer Qualitätsskala zugeordnet. Für die Anlagen des MIV ist die Betrachtung der Verkehrsqualität am stärksten eingeführt und bildet einen Bestandteil der Bemessungsverfahren. Im Bezug auf die Vergleichbarkeit bestehen jedoch bereits innerhalb des MIV Inkonsistenzen. So werden in den bestehenden Regelwerken (VSS, HCM, HBS) je nach Anlageelement verschiedene Kenngrößen (z.B. für Streckenabschnitte / Knoten) angewendet und bei den Knoten sind je nach Betriebsform verschiedene Qualitätsabstufungen gebräuchlich (z.B. Knoten mit und ohne LSA).

In den letzten Jahren wurde das Konzept der Verkehrsqualitätsstufen des MIV national und international allmählich auf andere Verkehrssysteme übertragen, mit dem Resultat, dass unterschiedliche Definitionen und Herleitungen für die Verkehrsqualität der einzelnen Verkehrsträger entstanden.

Der Begriff der Qualität wird nicht einheitlich verwendet und basiert mithin für jedes Verkehrssystem bzw. Anlageelement auf unterschiedlichen Qualitätsmerkmalen und Bewertungsverfahren. Für die weitere Bearbeitung der Fragestellung ist es notwendig, ein für alle Verkehrssysteme anwendbares Begriffsverständnis der Verkehrsqualität zuzugrundelegen.

Vergleichbarkeit von Qualitäten verschiedener Verkehrssysteme

Die unterschiedlichen Qualitätsmerkmale, welche für die einzelnen Verkehrsträger und einzelne Anlageelemente definiert wurden, sind in der bestehenden Form nicht direkt miteinander vergleichbar. Zwar existieren Kennwerte für Verkehrsqualitätsstufen für unterschiedliche Verkehrsarten/-systeme, doch bedeutet dies nicht, dass beispielsweise eine VQS E für Fussgänger wahrgenommen wird wie eine VQS E im MIV. Dennoch besteht die Gefahr, dass formell gleichlautende Qualitätsstufen unbesehen einander gegenübergestellt werden. Gleichzeitig stellt sich die Frage, was von den verschiedenen Verkehrsteilnehmern als wesentliche Qualitätsmerkmale wahrgenommen wird und was nebensächlich ist.

Für Aussagen über die Qualität des Gesamtverkehrssystems ist der Einbezug einer einzelnen Verkehrsart vermutlich ungenügend. Die Wahrnehmung der Verkehrsqualität wird von den Zuständen der verschiedenen Verkehrsmodi beeinflusst (insbesondere im Langsamverkehr). Die Einflussfaktoren auf die Zufriedenheit der Verkehrsteilnehmer müssen genauer untersucht werden. Ein vergleichbares Qualitätsniveau für verschiedene Verkehrsträger und Verkehrssituationen, resp. Anlageelemente fehlt bislang und muss dementsprechend erarbeitet werden.

Wo entsteht Qualität? Wo wird sie wahrgenommen?

Die bestehenden Beurteilungsinstrumente der Verkehrsqualität mögen für die Bemessung einzelner Anlageelemente sinnvoll erscheinen, erlauben jedoch keine räumliche oder multimodale Ausweitung der Beurteilung. Einen wesentlichen Problempunkt bilden diesbezüglich die Betrachtungs- und Anwendungsebenen, welche sich im Hinblick auf die bestehenden Verkehrsqualitätsmessungen merkbar unterscheiden. Die gebräuchlichen VQS bilden beispielsweise den Betriebszustand für den MIV an einem spezifischen Punkt ab, wohingegen die Taktfrequenz im ÖV oder die Sicherheit für Fussgänger auf einer planerischen Ebene und meist netzweit beeinflusst und festgelegt werden.

Verkehrsqualität entsteht auf verschiedenen Ebenen wie Planung, Betrieb oder additive Leistungen, aber es existiert bis heute keine systematische Zuordnung von Qualitätskriterien zu den entsprechenden Umsetzungsstufen. Eine systematische Analyse und Zuordnung der Qualitätsmerkmale ist hierfür notwendig.

Intermodalität oder Multimodalität?

Der Begriff der Intermodalität wird vorrangig im Güterverkehr angewendet. Für den Personenverkehr hat sich dieser Ausdruck überwiegend im öffentlichen Verkehr etabliert, wo mit intermodalen Schnittstellen die Haltepunkte des ÖV bezeichnet werden, an welchen auf andere Verkehrsmodi umgestiegen werden kann. Für den Begriff der Multimodalität findet sich in der Europäischen Norm EN 13816 die folgende Definition:

“Fragen oder Aktivitäten, die mehr als einen Verkehrsträger betreffen, einschliesslich Verkehrsverbindungen, Auswahlmöglichkeiten, Zusammenarbeit und Koordinierung verschiedener Verkehrsträger”.

Diese Definition lässt sich auf die Verkehrsqualität, welche verschiedene Verkehrsmodi berücksichtigt, anwenden. Im englischsprachigen Raum ist ebenfalls eine gewisse Unklarheit bezüglich der Begriffe “intermodal” und “multimodal” zu erkennen. So wird gemäss Thesaurus des Transportation Research Board (TRB) *intermodal transport* als *through movements with connections using two or more modes* und *multimodal transport* als *Movements requiring connections using two or more modes* definiert. Doch in Bezug auf Verkehrsqualitäten verschiedener Verkehrsmodi scheint sich in den USA “*multimodal Level of Service*” durchgesetzt zu haben.

*Für die vorliegende Vorstudie wird der Begriff der multimodalen Verkehrsqualität, in Anlehnung an die Definition in der EN 13816 und den multimodalen Level of Service (MMLOS), als passender erachtet. Aus diesem Grund sprechen wir in der vorliegenden Arbeit von Multimodal, wenn mehr als ein Verkehrsmodus in die Verkehrsqualitätsbetrachtung einbezogen wird. Darunter wird verstanden, dass für die Verkehrsqualität eines Verkehrsmodus ein Vergleich mit der Qualität anderer Modi möglich sein soll. Dementsprechend wird der Titel der vorliegenden Arbeit angepasst: **Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Strassenverkehr – Vorstudie.***

1.3 Begriffe, Abgrenzung und Festlegungen

1.3.1 Begriffe

Verkehrsqualität

Für den Begriff der Verkehrsqualität werden in der Literatur verschiedene Definitionen aufgeführt. So wird die Verkehrsqualität in der Schweiz (nach SN 640 017a, S. 3) wie folgt definiert: „*Unter Verkehrsqualität wird der Grad der gegenseitigen Behinderungen der Verkehrsteilnehmer verstanden.*“

Die in Deutschland eingeführte Definition nimmt ebenfalls Bezug auf die Sicht des Verkehrsteilnehmers und geht über die Behinderungen im Verkehr hinaus, indem die Qualität des Verkehrsablaufs als „*die zusammenfassende Gütebeurteilung des Verkehrsflusses aus der Sicht der Verkehrsteilnehmer*“ bezeichnet wird (HBS 2005, S. 2-11).

Die amerikanischen Definitionen beziehen sich einerseits auf die Angebotsqualität des ÖV und bezeichnen diese als „*the overall measured or perceived performance of transit service from the passengers point of view*“ (TCQSM (TRB 2003), S. 1-7). Andererseits wird der multimodale Level of Service (MMLOS) als „*an indicator of the traveling public's perceived degree of satisfaction with the traveling experience provided by the urban street under prevailing demand and operation conditions*“ beschrieben (TRB 2008, S. 2).

Die von SIMON (2006, S. 2) entwickelte multimodale Verkehrsqualität geht ebenfalls in diese Richtung, indem „*der Grad der Erfüllung der spezifischen Anforderungen dieser Verkehrsart*“ im Vordergrund steht.

Die wesentliche Gemeinsamkeit dieser Definitionen ist die Beurteilung des Verkehrszustandes aus Sicht der Verkehrsteilnehmer, unter der Berücksichtigung von deren Anforderungen. Die Qualitätswahrnehmung durch den Verkehrsteilnehmer wird hierbei durch unterschiedliche Kriterien beeinflusst. Um den Begriff der Verkehrsqualität für alle Verkehrsmodi und für unterschiedliche Betrachtungsebenen und –zustände verwenden zu können, wird dieser bewusst offen formuliert.

Verkehrsqualität: Die Verkehrsqualität ist die vom Verkehrsteilnehmer wahrgenommene und beurteilte Güte des Verkehrsablaufes.

Die Verkehrsqualität wird anhand von objektiven Einflussgrössen durch den Verkehrsteilnehmer beurteilt. Für die Anwendung der Verkehrsqualität werden entsprechende Quali-

Qualitätskriterien je nach Betrachtungsebene (Einzelelement, Strecke und Netz) und der zu beurteilenden Verkehrsart kombiniert.

Multimodale Verkehrsqualität

Die vorangehend eingeführte Begriffsdefinition der Verkehrsqualität ermöglicht eine verkehrsmittelübergreifende Vergleichbarkeit, wenn die zukünftigen Modelle der Verkehrsqualität auf Basis der Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmer entwickelt werden. Für die Vergleichbarkeit werden nicht gleiche Kriterien einander gegenübergestellt, sondern es wird ein Set von spezifischen Qualitätsmerkmalen für jeden einzelnen Verkehrsmodus zusammengestellt.

Unter multimodaler Verkehrsqualität wird im Folgenden zweierlei verstanden:

1. Die Skalierung der Verkehrsqualität ist für alle Verkehrsmodi identisch (auf Basis der Wahrnehmung durch Verkehrsteilnehmer) und gegenseitig abgeglichen.
2. Die Einflüsse mehrerer Verkehrsmodi werden betrachtet und die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Verkehrsmodi fliessen in die Beurteilung der Verkehrsqualität mit ein. Dies im Gegensatz zu der gebräuchlichen Verkehrsqualitätsbeurteilung, welche im Regelfall nur einen einzelnen Verkehrsmodus – teilweise auf einem Fahrstreifen – berücksichtigt.

Das Resultat der multimodalen Verkehrsqualitätsbeurteilung ist nach wie vor eine Verkehrsqualitätsstufe je Verkehrsmodus und Betrachtungselement.

Dienstleistungsqualität

Verkehrsqualität im Sinne einer Dienstleistung kann auch als Dienstleistungsqualität verstanden werden. Hierfür dient die Europäische Norm EN 13816 als Grundlage (vgl. Kapitel 3.4). Die Dienstleistungsqualität ist das Resultat aus der Beurteilung einer Reihe von Qualitätskriterien und geeigneten Massnahmen, für die der Dienstleistungsanbieter (...) verantwortlich ist (EN 13816, S. 6).

Verkehrsqualitätsstufen

Das Resultat der Beurteilung der Verkehrsqualität ist ein Zahlenwert, der auf eine festgelegte Skala angewendet werden kann. Die Abstufungen der Verkehrsqualität dienen dem vereinfachten Verständnis der Verkehrsqualität und als Dimensionierungsgrundlage.

Kapazität / Leistungsfähigkeit

Unter Leistungsfähigkeit einer Verkehrsanlage wird die grösstmögliche Verkehrsstärke verstanden, von der erwartet werden kann, dass sie einen Abschnitt dieser Anlage während eines gegebenen Zeitintervalles, bei gegebenen Strassen-, Verkehrs- und Betriebsbedingungen, durchfahren kann (VSS SN 640 017a, S. 2).

Massgebende Verkehrsstärke

Unter Verkehrsstärke wird die Verkehrsbelastung (Anzahl der Verkehrselemente eines Verkehrsstromes) je Zeitintervall an einem Querschnitt der Verkehrsanlage verstanden. Der massgebende Verkehr ist jene Verkehrsstärke, die der Beurteilung von Angebot und Nachfrage einer Verkehrsanlage unter Berücksichtigung der Belastbarkeiten zu Grunde gelegt wird (VSS SN 640 017a, S. 2).

1.3.2 Abgrenzung

Für die Erarbeitung multimodaler VQS werden folgende Randbedingungen festgelegt. Betrachtet werden im vorliegenden Fall ausschliesslich Verkehrsmodi, welche auf dem Verkehrsträger Strasse zugelassen sind. Technische Spezialsysteme sowie spezielle Formen des Langsamverkehrs – fahrzeugähnliche Geräte (FäG) wie beispielsweise Skateboards – werden nicht berücksichtigt.

Es ist nicht das Ziel, bestehende Normen und Projektierungsrichtlinien in Frage zu stellen. Aus diesem Grund wird angenommen, dass sich die zu beurteilenden Anlagen in einem normkonformen Zustand befinden. Das bedeutet, dass die Anlagen den Mindestanforderungen an Verkehrssicherheit und Benützbarkeit und somit auch der Behinder-

tengerechtigkeit genügen.

Qualitätskriterien, welche auf lokale oder standortspezifische Umstände zurückzuführen sind, wie beispielsweise Strassen in historischen Ortskernen oder in schwierigen topographischen Verhältnissen, stadtspezifische LSA-Steuerungen u.ä. werden aufgrund mangelnder Aussagekraft und Übertragbarkeit nicht berücksichtigt.

1. Berücksichtigte Verkehrsmodi:

- Fussgängerverkehr,
- Radverkehr,
- Öffentlicher Verkehr (technische Spezialsysteme ausgeschlossen),
- Motorisierter Individualverkehr.

2. Referenzzustand normengerechte Anlagen:

Anlagen befinden sich in einem normkonformen Zustand und erfüllen die Mindestanforderungen an Verkehrssicherheit, Benützbarkeit und Behindertengerechtigkeit.

3. Keine standortspezifischen Qualitätsmerkmale:

Falls ein Qualitätsmerkmal wesentlich von einem bestimmten Standort abhängt, wird dieses nicht berücksichtigt.

Radverkehr – Leichter Zweiradverkehr

In der vorliegenden Studie werden die wesentlichen Verkehrsqualitätskriterien für den Radverkehr zusammengestellt. Diese sind bedingt auch auf andere Verkehrsmittel die in die Kategorie Leichter Zweiradverkehr fallen (Mofa, E-Bikes) anwendbar. Die Beschränkung auf den Radverkehr kommt daher, dass aus der Literaturlauswertung von Praxis und Forschung hinsichtlich Verkehrsqualität fast ausschliesslich Angaben für den Radverkehr entnommen werden können. Zudem ist die Rechtslage für diese Verkehrsmittel teilweise verschieden. Da die Mehrheit der Nutzer des leichten Zweiradverkehrs Radfahrer sind, wird die Betrachtung der Verkehrsqualität in erster Linie auf diese bezogen.

1.3.3 Festlegungen

Betrachtungsebenen

Die eingeführte VQS-Beurteilung beruht hauptsächlich auf der Betrachtung eines einzelnen Anlageelementes. Beim MIV sind dies Strecken, Knoten und Rampen. Für den ÖV sind hingegen die Elemente Haltestelle, Linie und Netz sowie das Verkehrsangebot zu unterscheiden. Wie aus der Übersicht in Tabelle 1 ersichtlich wird, sind je nach Betrachtungsebene und Verkehrsmodus unterschiedliche Elemente in die Qualitätsbeurteilung einzubeziehen. Diese werden für die vorliegende Studie in drei Betrachtungsebenen zusammengefasst:

- Einzelelemente (z.B. Knoten, Streckenabschnitte, Querungen, Haltestellen).
- Strecken (z.B. Kombination von Knoten und Streckenabschnitten, Fussgängerzonen, Linie, Korridor).
- Netze (z.B. Busnetz, Strassennetz).

Der jeweiligen Betrachtungsebene werden passende Qualitätskriterien zugeordnet. Dabei nehmen Anzahl und Detaillierungsgrad der Kriterien – entsprechend der Wahrnehmung durch die Verkehrsteilnehmer – vom Einzelelement zum Netz hin ab.

Sobald sich die Perspektive vom Einzelelement löst und ein Korridor oder ein ganzes Netz betrachtet wird, fällt auf, dass den Verkehrsteilnehmern im Innerortsbereich Alternativen zur Verfügung stehen – hinsichtlich der Route und auch der Verkehrsmittelwahl. Dieser Aspekt wird bei der heute in der Schweiz angewendeten Systematik ausgeblendet. Im Rahmen der Vorstudie kann die Routen- und Verkehrsmittelwahl nicht berücksichtigt werden.

Tabelle 1: Übersicht Betrachtungsebenen

Verkehrsmodus	Betrachtungsebene				
	FG	Streckenabschnitt	Knoten / Querung	Einzelanlagen / Schnittstellen	Korridor / Flächen
Beispiele	Fusswege, Trottoir	Querung mit / ohne Schutzinsel	Treppen, ÖV-Haltestelle	Fussgängerzonen, Plätze	Fusswegnetz
RF	Streckenabschnitt	Knoten/ Querung	Einzelanlage	Korridor	Netz
Beispiele	Strasse mit / ohne Radstreifen, Radwege	Knoten mit / ohne LSA	Abstellplatzanlage		Radwegnetz
ÖV	Haltestelle	Angebot	Linie / Strecke	Korridor	Netz
Beispiele		Fahrplan	Buslinie 46, Strecke HB-Central	Limmattal	Busnetz, Tramnetz
MIV	Streckenabschnitt	Knoten	Strecke	Korridor	Netz
Beispiele	Steigungsabschnitt	Einmündung, Kreisel	Arbeitsweg	Limmattal	Strassennetz Agglomeration

Planungsstufen

Generell gilt es, zwischen zwei Perspektiven der Verkehrsqualität zu unterscheiden: Die des Leistungserstellers und diejenige, auf welcher der Verkehrsteilnehmer entsprechend der Definition von Verkehrsqualität die Güte des Verkehrsablaufes wahrnimmt und beurteilt. Dies ist im Regelfall der Betriebszustand. Die Qualitätswahrnehmung des Verkehrsteilnehmers kann dabei beeinflusst werden durch:

1. Feste, definierte Kriterien.
2. Variable, stochastische Kriterien.
3. Umstände und Services.

Die Bereitstellung, respektive die Umsetzung von Verkehrsqualität im Sinne von Qualitätskriterien finden auf verschiedenen Planungsstufen durch verschiedene Akteure – hier unter dem Begriff Leistungsersteller zusammengefasst – statt. In diesem Sinne werden in dieser Vorstudie die folgenden Stufen unterschieden:

Planung und Projektierung: Auf dieser Stufe werden die deterministischen Qualitätsmerkmale definiert. Diese beinhalten diejenigen Qualitätsmerkmale, welche vorbestimmt werden.

Betrieb und Ereignisse: Diese Planungsstufe umfasst Qualitätsmerkmale, welche sich im Betriebszustand ergeben und auch im Betriebszustand beeinflusst werden können. Sie zeichnen sich durch stochastische Grössen aus.

Service und Begleitumstände: Weitere Qualitätskriterien, welche nicht direkt aus den grundlegenden Anforderungen der Verkehrsteilnehmer hergeleitet werden, jedoch Serviceleistungen oder Begleitumstände darstellen und die Wahrnehmung der Verkehrsqualität beeinflussen, werden hier zusammengefasst.

Erwartungen der Verkehrsteilnehmer

Aus der Definition der Verkehrsqualität geht hervor, dass für die Beurteilung der Verkehrsgüte die Sicht des Verkehrsteilnehmers massgebend ist. Die Wahrnehmung des Verkehrsteilnehmers wird von persönlichen Erfahrungen mit dem Verkehrsangebot und –zustand beeinflusst. Für die vorliegende Arbeit wird von einem objektiven und einem subjektiven Erfahrungswert ausgegangen. Objektive Erfahrungen, welche die Mehrheit der Verkehrsteilnehmer teilen, werden in dieser Studie als allgemein bekannt vorausgesetzt. Diese sind insbesondere:

- der tageszeitliche Angebots- und Nachfrageverlauf mit allfälligen Kapazitätsengpässen (z.B. hohe Nachfrage nach Verkehrsleistungen zu HVZ, ungefähre Betriebszeiten des ÖV).
- Erwartungen an verschiedene Strassen- und Knotentypen (z.B. geringe MIV-Geschwindigkeit auf Quartierstrassen, längere Wartezeiten an Knoten mit LSA).

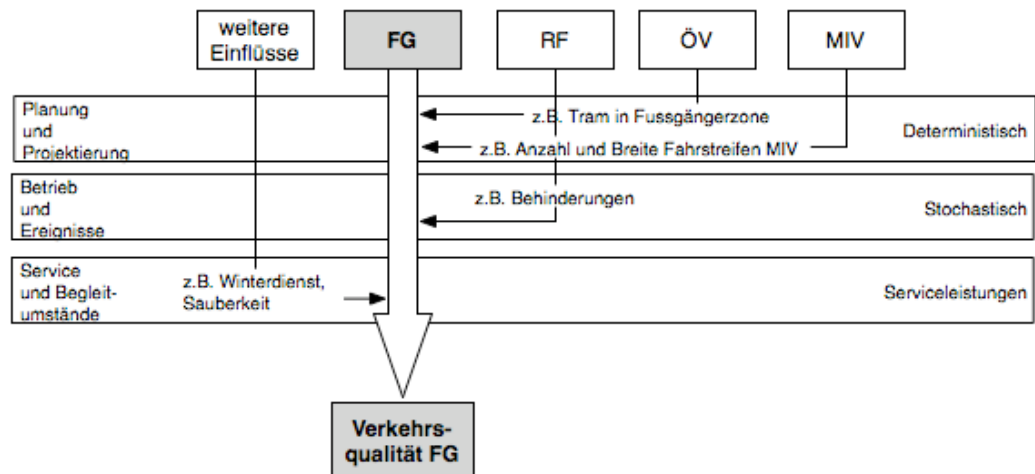
Subjektive Erfahrungswerte können nicht berücksichtigt werden und sind zu vermeiden.

1.4 Konzept der multimodalen Verkehrsqualität

Die Vergleichbarkeit der Verkehrsqualität von verschiedenen Verkehrsmodi wird durch die gemeinsame Basis der Beurteilung – die Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmer – hergestellt. Für die Entwicklung der multimodalen Verkehrsqualität muss deshalb gewährleistet werden, dass diese Basis als gemeinsamer Nenner verwendet wird. Damit kann sichergestellt werden, dass eine VQS C für Fussgänger auch einer VQS C für Radfahrer entspricht.

Am Beispiel des Fussgängerverkehrs kann verdeutlicht werden, dass die Verkehrsqualität für Fussgänger einerseits durch die Ausgestaltung und Auslastung der zugewiesenen Verkehrsfläche und andererseits durch den Verkehrszustand der anderen Verkehrsmodi beeinflusst wird. Dabei werden auch die verschiedenen Planungsstufen erkennbar: Planung und Projektierung (die wesentliche Ausgestaltung des Fussgängerbereiches), Betrieb und Ereignisse (die Auslastung der Verkehrsfläche, Wartezeiten an LSA etc.) und Service (z.B. bepflanzte Trennung zw. Fussgängerfläche und MIV). In Abbildung 4 ist dieses Konzept schematisch dargestellt. Für jeden Verkehrsmodus werden diejenigen Qualitätskriterien, welche die Wahrnehmung des jeweiligen Verkehrsteilnehmers beeinflussen, ermittelt und zusammengestellt. Somit resultiert zur Bestimmung der Verkehrsqualität eines Verkehrsmodus ein Set von Qualitätskriterien, welches auch Kriterien von anderen Verkehrsmodi enthält.

Abbildung 4: Konzept der multimodalen Verkehrsqualität am Beispiel Fussgänger



1.5 Methode und Vorgehen

Die Arbeiten dieser Vorstudie basieren auf einer ausführlichen Literaturlauswertung (Kapitel 3 und 4). Aufgrund bestehender Festlegungen in vorhandenen Regelwerken und unter Berücksichtigung des aktuellen Forschungsstandes werden Qualitätskriterien für alle Verkehrsmodi des Strassenverkehrs gesammelt und in einer Qualitätssystematik strukturiert (vgl. Abbildung 5).

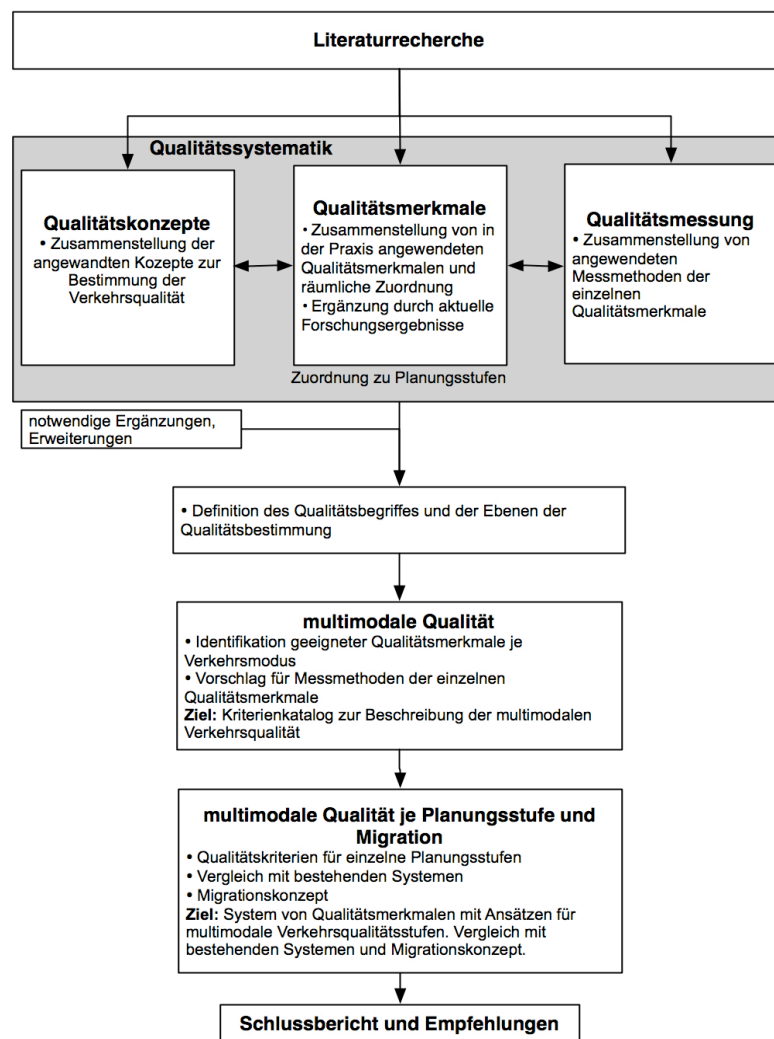
Die Qualitätssystematik bildet die Ressource für die weiteren Arbeitsschritte. Auf der

Grundlage des aktuellen Wissenstandes wird eine Definition der Verkehrsqualität entwickelt, welche für alle Verkehrsmodi anwendbar ist und sich aus Merkmalen und Messgrößen aus der Qualitätssystematik – sowie aus allfälligen neuen Merkmalen – ableitet.

Darauf aufbauend wird die multimodale Verkehrsqualität für jeden Verkehrsmodus ermittelt. Diese beinhaltet alle für die Verkehrsqualität eines Verkehrsmodus relevanten Qualitätskriterien (Kapitel 6).

Abschliessend wird eine Übersicht der multimodalen Qualitätskriterien in den einzelnen Planungsstufen erarbeitet (Kapitel 7). Gleichzeitig werden Empfehlungen formuliert, wie die multimodale Verkehrsqualität aus dem bestehenden Verständnis der Verkehrsqualität heraus entwickelt werden kann (Kapitel 8). Dies insbesondere im Hinblick auf die bestehenden VQS des MIV.

Abbildung 5: Vorgehen



2 Hintergrund der Verkehrsqualität

2.1 Ursprung der Verkehrsqualität

Der Begriff der Verkehrsqualität, respektive der Qualitätsstufen wurde in der Schweiz erstmals im Hinblick auf die Belastbarkeit von Strassen erwähnt. Der früher gebräuchliche Begriff der „zulässigen Belastung“ wurde neben der Leistungsfähigkeit als einziges Klassifikationsmass der Verkehrsqualität in der inzwischen überholten SN 641 145 aus dem Jahr 1973 verwendet. Diese 2 Abstufungen wurden als unzureichend empfunden (KELLER 1993, S.13).

Die ursprüngliche Behandlung der Verkehrsqualität im Sinne einer Leistungsfähigkeitsbetrachtung ist auf den MIV zugeschnitten und von den Faktoren der Reisezeit (Reisegeschwindigkeit auf Strecken und mittlere Wartezeit an Knoten) eines Anlageelementes abhängig. In Anlehnung an das amerikanische Highway Capacity Manual (HCM) werden in der Schweiz 6 Verkehrsqualitätsstufen (A-F, vgl. Tabelle 4) für verschiedene Anlageelemente unterschieden.

2.2 Generische Funktionsweise und Anwendung von Verkehrsqualität

Verkehrsqualitätsstufen werden in erster Linie für die verkehrstechnische Dimensionierung von einzelnen Verkehrsanlagen des MIV und zur Beurteilung des Verkehrsablaufes an bestehenden Anlagen angewendet. Dies hat zwei Vorteile: Erstens wird durch das Konzept der Verkehrsqualität eine definierte Mindestqualität des Verkehrsablaufes angestrebt (bei Um- oder Neubauten). Dies spielt bei der Bemessung von Anlagen des MIV eine wesentliche Rolle. Zweitens dient die Verkehrsqualität auch als Beurteilungsinstrument für verschiedene verkehrsplanerische und betriebliche Massnahmen.

Die Verkehrsqualität ist das Resultat der Beurteilung einer Anlage hinsichtlich den der Qualität zugrunde gelegten Parametern. Diese setzen sich in den bestehenden Regelwerken aus Aspekten der Verkehrsbelastung und des Leistungsangebots der Anlage zusammen. Nach der Bestimmung der einzelnen Parameterwerte lässt sich die Verkehrsqualität berechnen, welche daraufhin einer Skala von A-F zugeordnet wird. Die resultierende Verkehrsqualitätsstufe (im Englischen Level of Service, LOS) erlaubt generelle Aussagen über den Betriebszustand einer Anlage.

Allgemein formuliert hängt die Verkehrsqualität von den drei wesentlichen Einflussgruppen Ausbau, Betrieb und Belastung/Nachfrage ab, die in Wechselwirkung zueinander stehen:

- Der Ausbau (beim ÖV: Infrastruktur- und Angebotsplanung) bestimmt das Leistungsangebot einer Anlage;
- Die Steuerung des Betriebsablaufes führt ebenfalls zu Veränderungen des Leistungsangebotes;
- Die Nachfrage, resp. Verkehrsbelastung ist die Inanspruchnahme von Raum und Zeit auf dem Verkehrsträger und kann nur beschränkt beeinflusst werden.

Je nach Definition fließen unterschiedliche Parameter in die Verkehrsqualitätsberechnung ein. Mit diesem Ansatz erlaubt die Verkehrsqualität lediglich einen monomodalen Vergleich von Anlageelementen und dient hauptsächlich der Lokalisierung von Schwachpunkten sowie als Dimensionierungsgrundlage (vgl. Kapitel 3.2). Bei der Beurteilung von Betriebszuständen wird in der Praxis das Hauptaugenmerk auf dasjenige Strassenelement gerichtet, welches die geringste Verkehrsqualität, resp. das tiefste Leistungsangebot aufweist.

Aus den genannten drei wesentlichen Einflussgruppen (Ausbau, Betrieb, Nachfrage),

leiten sich für eine Qualitätsverbesserung drei Ansätze ab:

- Umbau der Anlage (Erhöhung des Angebotes).
- Änderungen beim Betrieb (z.B. Optimierung mit LSA Steuerung).
- Alternative Verkehrsführungen (z.B. Neubau einer Umfahrung) zur Reduktion der Verkehrsbelastung (kann aufgrund eines grösseren notwendigen Betrachtungsperimeters nur ungenügend in die gegenwärtige Verkehrsqualitätsbeurteilung einbezogen werden).

In der Praxis werden vorab die beiden erstgenannten Ansätze geprüft. Dies ist darauf zurückzuführen, dass auf Planungsstufe für den MIV in der Regel Einzelelemente betrachtet werden.

2.3 Sichtweise der Verkehrsqualität

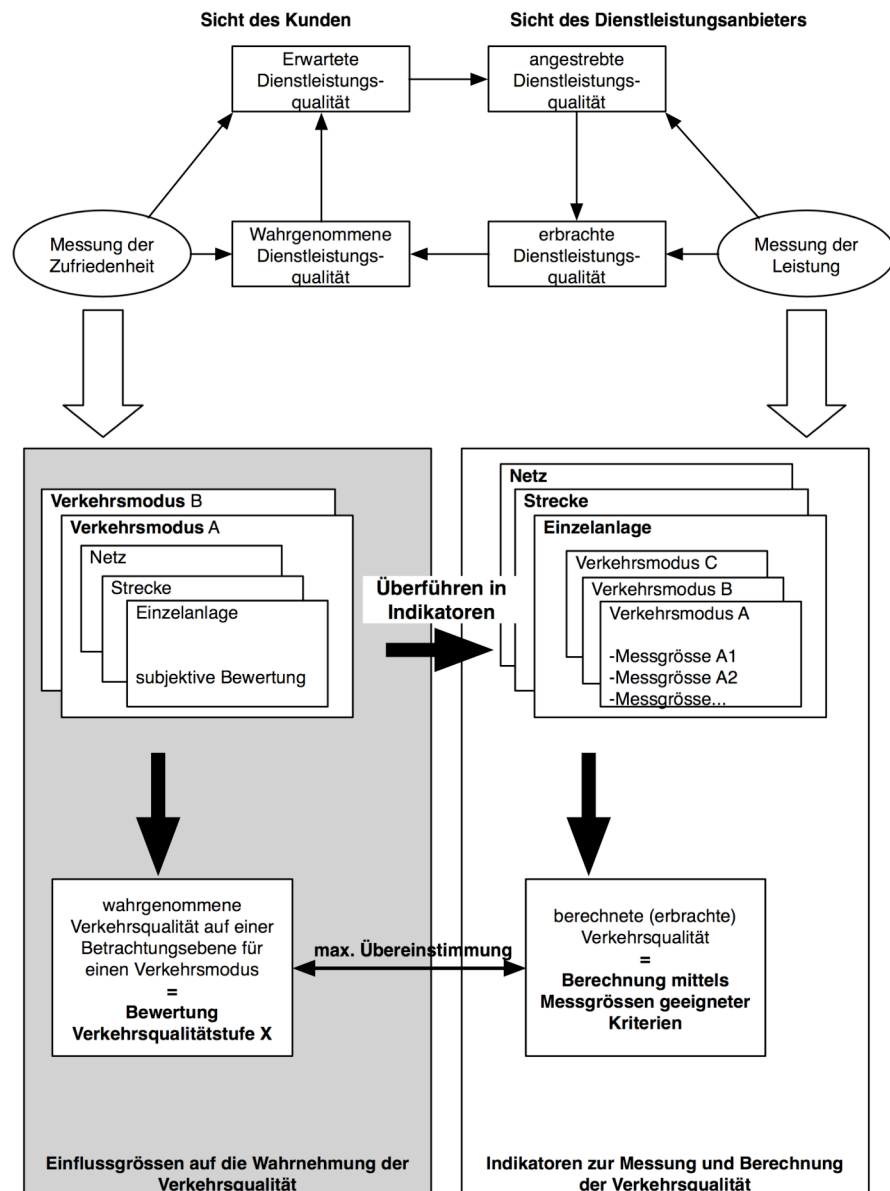
In gewissem Sinn steht die Qualitätswahrnehmung durch den Verkehrsteilnehmer, resp. Kunden (vgl. Abbildung 6) im Gegensatz zur bestehenden Verkehrsqualitätsberechnung im Rahmen von Leistungsanalysen. Der Verkehrsteilnehmer bewertet den Verkehrszustand im Gegensatz zum Dienstleistungsanbieter aus einer subjektiven Sicht durch Einflussgrössen, die über verkehrstechnische Parameter hinausgehen. Das Resultat der subjektiven Bewertung ist eine wahrgenommene Verkehrsqualität, welche über die Zufriedenheit mit dem Verkehrszustand ausgedrückt wird (Deckungsgrad von erwarteter Qualität und wahrgenommener Qualität).

Neben der Kundensicht spielt die Sicht des Dienstleistungsanbieters/Leistungserstellers eine wesentliche Rolle. Der Leistungsersteller benötigt zur Qualitätskontrolle eine Rückmeldung zu seiner erbrachten Leistung. Um die Sichtweise des Verkehrsteilnehmers angemessen in dieser Qualitätskontrolle zu berücksichtigen, bildet diese den Ausgangspunkt der Verkehrsqualität. Es gilt nun, für die wahrgenommene Verkehrsqualität passende Indikatoren mit zugehörigen Messgrössen zu evaluieren, diese zu gewichten und zu kombinieren, so dass die daraus berechnete Verkehrsqualität maximal mit der wahrgenommenen Verkehrsqualität übereinstimmt.

Folgerung

Mit dem bestehenden Konzept der Verkehrsqualität werden verkehrstechnische Bedingungen geprüft. Grundsätzlich wird angestrebt, den Verkehrsablauf aus Sicht des Verkehrsteilnehmers zu verbessern. Aus diesem Grund sollte eine Qualitätsverbesserung – beispielsweise um eine Qualitätsstufe – vom Verkehrsteilnehmer auch als solche wahrgenommen werden können. Mit der heutigen Praxis ist das jedoch nur bedingt der Fall, da eine leistungsabhängige Betrachtung – wie in den nächsten Kapiteln gezeigt wird – für die Qualitätswahrnehmung der Verkehrsteilnehmer nicht ausreicht. Ein wesentliches Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die aus Sicht der Verkehrsteilnehmer relevanten Qualitätskriterien zu eruieren und diese für Leistungsersteller (z.B. Planer) im Rahmen der nachfolgenden Hauptstudien anwendbar zu machen.

Abbildung 6: Sichtweise der Verkehrsqualität auf Grundlage der EN 13816



3 Stand der Praxis

3.1 Vorbemerkung

Die Regelwerke zur Bestimmung der Verkehrsqualität beschränken sich in der Schweiz auf die VSS-Normenreihe SN 640 017 - 640 024, die Methoden zur Bestimmung der Verkehrsqualität des MIV auf verschiedenen Strassentypen und -elementen enthalten. In Deutschland sind diese Grundlagen im Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen (HBS 2005) festgehalten. Beide Regelwerke sind auf das Highway Capacity Manual (HCM, TRB 2000) zurückzuführen, welches in den USA erstmals in den 60er Jahren erschienen ist.

Erste Versuche, das System der Verkehrsqualitätsstufen auf die Planung von Fussgängeranlagen zu übertragen, wurden schon zu Beginn der 70er Jahre von FRUIN (1971) durchgeführt. Verkehrsqualitätsbeurteilungen für Radfahrer, Fussgänger und den öffentlichen Verkehr wurden erstmals im HCM 2000 implementiert, wobei die Leistungsfähigkeits- und Qualitätsbestimmungen für den ÖV umfassend im Transit Capacity and Quality of Service Manual (TCQSM, TRB 2003) behandelt werden. Das HBS berücksichtigt in der neuesten Version (HBS 2005) ebenfalls Qualitätsstufen für unterschiedliche Verkehrsmittel. In den USA wurde im Herbst 2008 ein erstes Handbuch zur Bestimmung des „multimodal Level of Service“ auf Stadtstrassen herausgegeben (TRB 2008), für welches aus Aktualitätsgründen noch keine Rückmeldungen aus der Praxis verfügbar sind. Aus diesem Grund wird dieses Handbuch am Ende dieses Kapitels separat behandelt.

3.2 Schweiz: Regelwerke und Verordnungen

Fussgängerverkehr

Für den Fussgängerverkehr werden gegenwärtig erste Projektierungsgrundlagen und Gestaltungsgrundsätze erarbeitet (SN 640 070: Fussgängerverkehr Grundnorm, SN 640 240ff: Querungen). Die Grundnorm hält unter anderem die Anforderungen an Fussgängerverkehrsanlagen fest. Diese können in den folgenden vier Grundanforderungen zusammengefasst werden:

- Attraktivität (Linienführung, Störungsfreiheit, Längsneigung, Komfort und Umfeldqualität).
- Hindernisfreiheit (Gestaltung von Fusswegen, inkl. Abgrenzungen).
- Sicherheit (Verkehrssicherheit und Sicherheit vor Übergriffen).
- Netzzusammensetzung und Orientierung (Netzdichte, Erschliessung, Linienführung, Orientierungshilfen).

Obwohl keine konkreten Festlegungen zur Verkehrsqualität für Fussgänger existieren, kann diese behelfsmässig am Erfüllungsgrad dieser Anforderungen abgeschätzt werden. Die Anforderungen beinhalten teilweise Aspekte, die über die Normkonformität von Anlagen bereits abgedeckt werden. Diese werden dementsprechend nicht in die Verkehrsqualitätsbeurteilung miteinbezogen. Die Interaktionen zwischen Fussgängern und anderen Verkehrsmodi sowie von Fussgängern untereinander werden im Sinne von Leistungsfähigkeiten/Behinderungen in Schweizerischen Regelwerken noch nicht behandelt. Grundlagen zur Fussgängertechnik finden sich jedoch in WEIDMANN 1992, resp. BUCHMÜLLER und WEIDMANN 2006.

Leichter Zweiradverkehr

Vergleichbare Grundlagen wie sie gegenwärtig für den Fussgängerverkehr erarbeitet werden, sind für den Radverkehr seit 1994 vorhanden (SN 640 060: Leichter Zweiradverkehr, Grundlagen). Darin werden die Bedürfnisse der Zweiradfahrer und deren Anforderungen an Anlagen für den leichten Zweiradverkehr festgehalten (vgl. Tabelle 24 im Anhang). Diese gruppieren sich folgendermassen:

- Sicherheit (Unfallgefahr, Einfachheit der Anlage, Sichtbarkeit und Sicherheitsempfinden).
- Kohärenz (Durchgängigkeit, Durchlässigkeit, Führung und Homogenität).
- Direktheit (Linienführung, Fahrtunterbrechungen).
- Komfort (Längsneigung, Behinderungen durch andere Verkehrsteilnehmer, Ebenheit, Umfeld).

Die Grundlagennorm ist im Wesentlichen auf die Projektierung der Anlagen des leichten Zweiradverkehrs ausgerichtet und behandelt die Frage der Verkehrsqualität nicht explizit. In SN 640 064 werden die Anforderungen von Radfahrern und ÖV für den Mischverkehr einander gegenübergestellt. (vgl. Tabelle 25 im Anhang). Diese werden ebenfalls den vier Kategorien Sicherheit, Kohärenz, Direktheit und Komfort zugeteilt und sind bereits für die Anwendung durch Planer formuliert. Die Zuordnung von Qualitätskriterien fehlt auch hier bislang, ist aber für Dimensionierungsfragen und die Gestaltung von entsprechenden Anlagen wünschenswert. Im Handbuch für die Planung von Velorouten (ASTRA 2008) sind Qualitätsanforderungen an Velorouten festgehalten. Diese werden von den drei Grundanforderungen Attraktiv – Sicher – Zusammenhängend abgeleitet. Obwohl das Planungshandbuch kein Regelwerk im Sinne einer Norm darstellt, bildet es die aktuelle nationale Planungsgrundlage für Velorouten und wird entsprechend berücksichtigt.

Öffentlicher Verkehr

Für die Bestellung und Finanzierung des städtischen Nahverkehrs sind die jeweilige Gemeinde und der Kanton zuständig. Im öffentlichen strassengebundenen Verkehr gilt neben dem Strassenverkehrsgesetz (SR 741.01) insbesondere das *Bundesgesetz über die Personenbeförderung und die Zulassung als Strassentransportunternehmung (Personenbeförderungsgesetz, SR 744.10)* und die *Verordnung über die Personenbeförderungskonzession*, sowie die *Verordnung über die behindertengerechte Gestaltung des öffentlichen Verkehrs (SR 151.34)*. Entfernt gilt auch die *Verordnung über Abgeltungen, Darlehen und Finanzhilfen nach Eisenbahngesetz (Abgeltungsverordnung, ADFV, SR 742.101.1)*.

Auf Kantons- und Gemeindeebene werden die Vorgaben für den öffentlichen Verkehr meist detaillierter formuliert. In kantonalen Angebotsverordnungen werden die Grundversorgung definiert sowie das anzustrebende ÖV-Angebot inkl. Takt, Tarif und Verkehrsregelung beschrieben. Diese kann demnach als Minimalstandard für die Angebotsqualität des öffentlichen Verkehrs interpretiert werden. Diese Standards sind wirtschaftlich orientiert und primär vom Nachfragepotential abhängig, was keinen direkten Schluss auf die Verkehrsqualität aus Kundensicht zulässt (z.B. Grundversorgung kleinerer Siedlungen mit wenigen Kursen pro Tag = schlechte Qualität).

Die in der Schweiz gültige Europäische Norm EN 13816 zur Dienstleistungsqualität berücksichtigt die Kundenwahrnehmung (ausführliche Erläuterung siehe Kapitel 3.4). Insbesondere die darin festgehaltene Kundenzufriedenheitsbefragung wird in der Schweiz seit dem Jahr 1998 vermehrt angewendet. Diese erlaubt einen Rückschluss auf die Qualität des öffentlichen Verkehrs aus Sicht der Verkehrsteilnehmer, ist jedoch nur auf die Serviceelemente des öffentlichen Verkehrs beschränkt.

Motorisierter Individualverkehr

Für den MIV existieren in der Schweiz gegenwärtig 7 Normen (SN VSS 640 017a - 640 024a), welche die Verfahren zur Abschätzung der „Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit“ auf verschiedenen Strassentypen und Anlagenelementen festlegen (Abbildung 7).

Generell wird die Verkehrsqualität bei der verkehrstechnischen Dimensionierung über die Leistungsanalyse bestimmt (KELLER und KAREL 2002). Eine Übersicht über die Geltungsbereiche und Gegenstände der Normengruppe „Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität und Belastbarkeit“ findet sich in Tabelle 26 im Anhang.

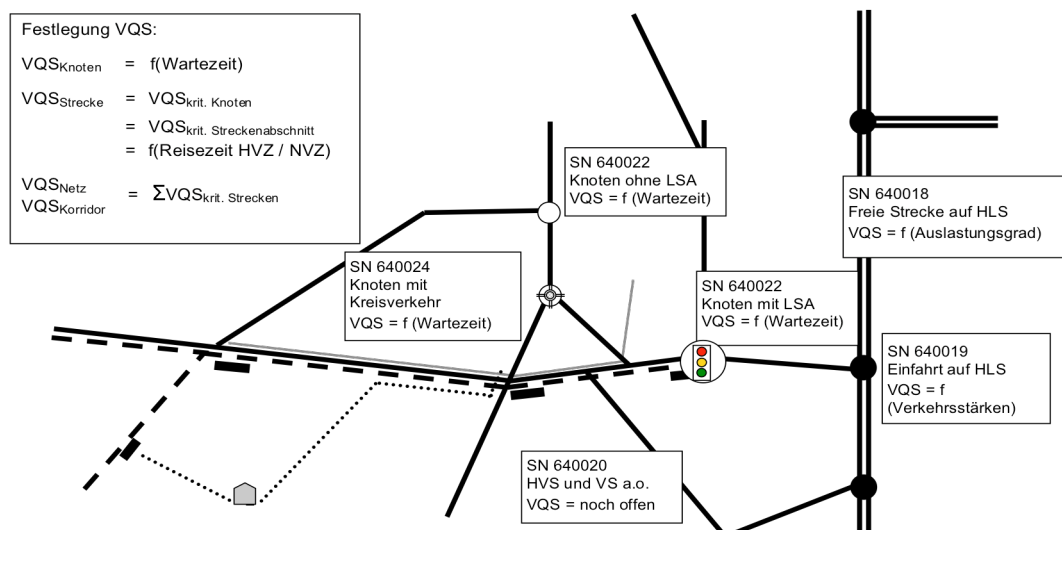
Gemäss der bestehenden Normengruppe sind bei der Bestimmung der Leistungsfähigkeit und der Verkehrsqualität die Belastbarkeiten miteinzubeziehen (SN VSS 640 017a,

S. 3). Die Belastbarkeit im Sinne des maximal zulässigen Leistungsangebotes wird auf die drei Bereiche Umwelt, Sicherheit und Unterhalt angewendet:

- Umweltbedingte Belastbarkeit: die grösste Verkehrsstärke, bei der die umweltbedingten Grenzwerte (Lärm und Luft) eingehalten werden und die auch bezüglich anderer Umwelt- und Umfeldkriterien noch verträglich ist.
- Sicherheitsbedingte Belastbarkeit: die grösste Verkehrsstärke, welche aus Sicherheitsgründen nicht überschritten werden sollte.
- Unterhaltsbedingte Belastbarkeit: die grösste Verkehrsstärke, die aus dem Gesichtspunkt des Erhalts und Unterhalts der Strasse verträglich ist.

Diese Kriterien reduzieren die maximale Leistungsfähigkeit eines Verkehrselementes und entsprechen der in Kapitel 1.3.2 formulierten Randbedingung, welche die Normkonformität von Anlagen voraussetzt (inkl. Sicherheit). Der Einbezug der umweltbedingten und sicherheitsbedingten Belastbarkeit öffnet die Verkehrsqualitätsperspektive um weitere für die Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmer relevante Aspekte (z.B. sind Grenzwerte für Luft und Lärm für Langsamverkehrsteilnehmer von Bedeutung).

Abbildung 7: Bestehende Verkehrsqualitätsbewertungen für den MIV



Die VQS werden insbesondere für die verkehrstechnische Dimensionierung mittels nachfrageorientiertem Verfahren angewendet. In der Regel wird für den MIV für die jeweiligen Anlagenelemente eine Qualitätsstufe D empfohlen.

Folgerung

In der Schweiz ist das Konzept der Verkehrsqualität in erster Linie auf den MIV ausgelegt. Für die anderen Verkehrsmodi sind die Qualitätsfestlegungen noch nicht definiert. Für die anderen Verkehrsmodi existieren jedoch Festlegungen der Anforderungen an unterschiedliche Verkehrsanlagen, die an die besonderen Bedürfnisse der jeweiligen Verkehrsart angepasst sind.

Der Erfüllungsgrad der verschiedenen Anforderungen an Verkehrsanlagen des Langsamverkehrs kann als Qualitätsmassstab interpretiert werden. Die Anforderungen werden insbesondere für den Langsamverkehr aus Sicht der Verkehrsteilnehmer formuliert und enthalten auch Sicherheitsaspekte. Diese sind bei der Qualitätsbeurteilung des MIV durch die sicherheitsbedingte Belastbarkeit in der Leistungsfähigkeitsbeurteilung berücksichtigt. Durch diese unterschiedlichen Qualitätsverständnisse sind die vorhandenen Grundlagen für die verschiedenen Verkehrsmodi nicht direkt miteinander vergleichbar.

Die Kundensicht der ÖV-Verkehrsqualität wird oftmals über Kundenzufriedenheitsbefragungen ermittelt. Diese reichen jedoch nicht aus, um die Qualität auf den verschiedenen Planungsstufen abzubilden und müssen ergänzt werden.

Die Leistungsfähigkeit wird durch Überlegungen der Belastbarkeit beeinflusst. Insbesondere die umweltbedingte und die sicherheitsbedingte Belastbarkeit spielen bei den anderen Verkehrsmodi – teilweise verkehrsübergreifend – eine Rolle. Um eine einheitliche Handhabung der Verkehrsqualität zu ermöglichen, müssen die Konzepte geprüft werden.

3.3 Deutschland: Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen

Das Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen (HBS) ist die Grundlage für die verkehrstechnische Bemessung von Strassenverkehrsanlagen in Deutschland. Das Handbuch enthält standardisierte Verfahren zur Beschreibung der Gesetzmässigkeiten des Verkehrsablaufes. Dazu wird ein direkter Bezug zwischen den Kapazitäten (Ausbau) und der Belastung (Nachfrage) einer Anlage hergestellt und daraus die Verkehrsqualität abgeleitet. Die Zusammenhänge zwischen Verkehrsbelastung und der Qualität des Verkehrsablaufes dienen im weiteren Sinne auch zur Wirkungsabschätzung von Massnahmen, für Wirtschaftlichkeitsberechnungen und zur Bewertung von Umweltauswirkungen. Die Qualitätsbeschreibung für den Verkehrszustand einer Anlage hinsichtlich eines Verkehrsmodus ist bewusst einfach gehalten und kann der Politik und der Öffentlichkeit durch die Abstufung auf einer Skala A-F verständlich vermittelt werden.

Vor dem Hintergrund verschiedener Zielvorstellungen, wie z.B. bezüglich der Priorisierung des öffentlichen Verkehrs werden im HBS bei einzelnen Strassenelementen unterschiedliche Abstufungen der Qualität für die beteiligten Verkehrsteilnehmer definiert (vgl. Beispiel in Tabelle 2). Durch die Festlegung angestrebter Qualitätsstandards für die einzelnen Verkehrsarten werden verkehrspolitische Ziele transparent und deren Auswirkungen untereinander vergleichbar gemacht. Beispielweise soll für den Verkehrsablauf des ÖV grundsätzlich eine Qualitätsstufe C angestrebt werden, wohingegen Planungen für den MIV der Qualitätsstufe D genügen sollen.

Tabelle 2: unterschiedliche Qualitätsstufen des Verkehrsablaufes an Knoten mit LSA

VQS	Zulässige mittlere Wartezeit w (s)				Prozentsatz der Durchfahrten ohne Halt (%)
	Strassengebundener ÖPNV	Fahrradverkehr	Fussgängerverkehr	Kraftfahrzeugverkehr	Kraftfahrzeugverkehr (koordinierte Zufahrten)
A	≤5	≤15	≤15	≤20	≥95
B	≤15	≤25	≤20	≤35	≥85
C	≤25	≤35	≤25	≤50	≥75
D	≤40	≤45	≤30	≤70	≥65
E	≤60	≤60	≤35	≤100	≥50
F	>60	>60	>35	>100	<50

Quelle: HBS 2005, S. 6-9

Im HBS wird die Qualität des Verkehrsablaufes aus verkehrstechnischer Sicht verwendet, Kostenelemente werden nicht berücksichtigt. Tabelle 3 enthält eine Übersicht über die angewendeten Kriterien zur Qualitätsbeurteilung der verschiedenen Verkehrsanlagen. Dabei werden im Wesentlichen dieselben Kriterien angewendet, wie in der Schweizer Normengruppe des MIV, mit dem Zusatz, dass für den ÖV und den Fussgängerverkehr ebenfalls Kriterien enthalten sind.

Tabelle 3: Qualitätskriterien des HBS für verschiedene Verkehrsanlagen

Art der Verkehrsanlage	Kriterium
Autobahnabschnitte ausserhalb der Knotenpunkte	Auslastungsgrad
Planfreie Knotenpunkte	Auslastungsgrad
Zweistreifige Landstrassen	Verkehrsdichte
Knotenpunkte mit LSA	Mittlere Wartezeit
Knotenpunkte ohne LSA	Mittlere Wartezeit
Streckenabschnitte von HVS (innerorts)	-
Strassengebundener öffentlicher Personennahverkehr	Beförderungsgeschwindigkeit, Störungswahrscheinlichkeit, Sitzplatz/Stehplatzverfügbarkeit
Anlagen für den Fahrradverkehr	-
Anlagen für den Fussgängerverkehr	Verkehrsdichte
Abfertigungsanlagen des ruhenden Verkehrs	Mittlere Ein-/ Ausfahrtdauer

Quelle: HBS 2005, S. 2-11

Für das bisher fehlende Kapitel 8 des HBS „Streckenabschnitte von Hauptverkehrsstrassen“ wurden in BRILON und SCHNABEL 2003 sowie auch MAILER et al. 2008 Grundlagen und Empfehlungen erarbeitet. Beide schlagen für die Beurteilung der Verkehrsqualität von Hauptverkehrsstrassen innerorts eine Ausweitung des Betrachtungssperimeters auf einen längeren Streckenabschnitt vor, da die Wirkungen der Einzelelemente Knoten und Strecken bei städtischer Knotendichte nicht voneinander unterscheidbar sind und durch die Verkehrsteilnehmer auch nicht einzeln wahrgenommen werden.

Generell erfolgt die Einteilung zu den Qualitätsstufen in Abhängigkeit vom Behinderungsgrad durch andere Verkehrsteilnehmer auf demselben Fahrstreifen. Dieses Konzept liegt den meisten betrachteten Regelwerken (SN VSS, HCM) zugrunde. Einen Überblick über die qualitative Abgrenzung der Verkehrsqualitätsstufen des HBS gibt Tabelle 4.

Tabelle 4: Generelle Abgrenzung der Qualitätsstufen nach HBS

Stufe	Beschreibung
A	Die Verkehrsteilnehmer werden äussert selten von anderen beeinflusst. Sie besitzen die gewünschte Bewegungsfreiheit in dem Umfang, wie sie auf der Verkehrsanlage zugelassen ist. Der Verkehrsfluss ist frei.
B	Die Anwesenheit anderer Verkehrsteilnehmer macht sich bemerkbar, bewirkt aber eine nur geringe Beeinträchtigung des Einzelnen. Der Verkehrsfluss ist nahezu frei.
C	Die individuelle Bewegungsmöglichkeit hängt vielfach vom Verhalten der übrigen Verkehrsteilnehmer ab. Die Bewegungsfreiheit ist spürbar eingeschränkt. Der Verkehrszustand ist stabil.
D	Der Verkehrsablauf ist gekennzeichnet durch hohe Belastungen, die zu deutlichen Beeinträchtigungen in der Bewegungsfreiheit der Verkehrsteilnehmer führen. Interaktionen zwischen ihnen finden nahezu ständig statt. Der Verkehrszustand ist noch stabil.
E	Es treten ständige gegenseitige Behinderungen zwischen den Verkehrsteilnehmern auf. Bewegungsfreiheit ist nur in sehr geringem Umfang gegeben. Geringfügige Verschlechterungen der Einflussgrössen können zum Zusammenbruch des Verkehrsflusses führen. Der Verkehr bewegt sich im Bereich zwischen Stabilität und Instabilität. Die Kapazität wird erreicht.
F	Die Nachfrage ist grösser als die Kapazität. Die Verkehrsanlage ist überlastet.

Quelle: HBS 2005, S. 2-12

Folgerung

Durch die rein verkehrstechnische und monomodale Beurteilung des Verkehrsablaufes wird Verkehrsqualität beschränkt aus der Perspektive des Verkehrsteilnehmers beurteilt. Diese Art der Verkehrsqualitätsbeurteilung hat jedoch den Vorteil, dass sie auf wenigen, messbaren Kriterien beruht und nachvollziehbar ist, was für die leistungsorientierte, verkehrstechnische Dimensionierung ausreicht. Für die Qualitätsbeurteilung wäre eine Erweiterung durch zusätzliche Qualitätsaspekte, die von Verkehrsteilnehmern wahrgenommen werden, notwendig.

Die Vorschläge, den Betrachtungsperimeter im städtischen Bereich zu vergrössern, zielen darauf ab, die Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmer besser miteinzubeziehen. Die Frage der Betrachtungsebene und den zugehörigen Qualitätskriterien wird in der vorliegenden Arbeit aufgegriffen.

Die Zuordnung zu Qualitätsstufen aufgrund des Behinderungsgrades deckt Fragen des Leistungsangebotes ab, nicht aber weitere Qualitätsaspekte. Ein allgemeingültiges Konzept der Verkehrsqualität erfordert eine Überarbeitung dieser Einteilung in Qualitätsstufen, um für alle Verkehrsmodi anwendbar zu sein.

3.4 EU: Dienstleistungsqualität nach EN 13816 sowie EN 15140

Die Europäische Norm 13816 ist gegenwärtig in 12 Ländern Europas gültig (inkl. Schweiz). Sie dient ÖV-Betreibern, welche eine höhere Kundenzufriedenheit anstreben und bildet die Grundlage für Ausschreibungen von Verkehrsleistungen der öffentlichen Hand. In der Norm sind die Anforderungen für die Definition von Qualitätszielen und die Messung der Qualität von Leistungen im ÖV festgehalten.

Der Hauptzweck der Norm besteht darin, die Qualitätsphilosophie im ÖV zu fördern und durch die Festlegung entsprechender Verfahren das Augenmerk auf die Bedürfnisse und Erwartungen der Kunden zu lenken. Jeder Besteller/Dienstleistungsanbieter kann dabei seine Qualitätsdefinition und -stufen entsprechend den im Anhang der Norm aufgeführten Kriterien und Messmethoden individuell bestimmen. Für die gesamtheitliche Betrachtung von Qualität wird der Regelkreis der Dienstleistungsqualität angewendet (Abbildung 8). Sowohl die EN 13816 wie auch die zugehörige Norm EN15140 basieren auf diesem Qualitätskreis, welcher zum einen die Kundensicht in Form der Zufriedenheit berücksichtigt und zum anderen die Leistungserstellung auf der Ebene des Betriebs beurteilt. Die Erfüllung der Norm hat den Nutzen, die zur Verfügung stehenden Ressourcen so einzusetzen, dass eine höhere Kundenzufriedenheit erzielt werden kann. Die Norm EN 13816 enthält Empfehlungen hinsichtlich zu bevorzugender Form und Inhalt von Vereinbarungen bezüglich Qualität.

Folgende Begriffe werden hierfür verwendet :

Erwartete Dienstleistungsqualität: Dabei handelt es sich um die Qualitätsstufe, die explizit oder implizit vom Kunden erwartet wird. Die Qualitätsstufe kann als Summe einer Anzahl gewichteter Qualitätskriterien betrachtet werden. Die relative Bedeutung dieser Kriterien kann anhand einer qualitativen Analyse beurteilt werden (EN 13816, S. 7).

Angestrebte Dienstleistungsqualität: Dabei handelt es sich um die Qualitätsstufe, welche der Dienstleistungsanbieter anstrebt, für die Kunden zu erbringen. Sie wird von der von den Kunden erwarteten Qualitätsstufe, externen und internen Zwängen, finanziellen und technischen Grenzen und der Leistung von Wettbewerbern beeinflusst (...)(EN 13816, S. 7).

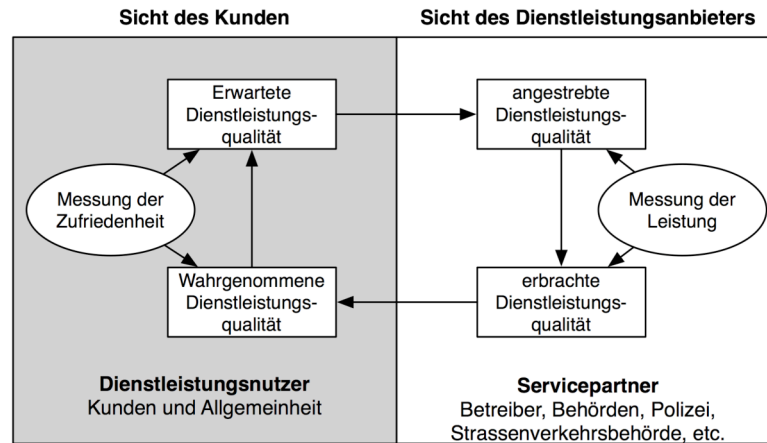
Erbrachte Dienstleistungsqualität: Dabei handelt es sich um die vom Dienstleister im jeweiligen Tagesgeschäft erreichte Qualitätsstufe. Die erbrachte Qualität wird aus der Sicht der Kunden definiert. Es handelt sich nicht einfach um eine technische Bewertung, die aufzeigt, dass ein Prozess abgeschlossen worden ist (...)(EN 13816, S. 7).

Wahrgenommene Dienstleistungsqualität: Dabei handelt es sich um die vom Kunden wahrgenommene Qualitätsstufe. Die Wahrnehmung des Kunden von der gelieferten Qualität hängt von seinen persönlichen Erfahrungen mit der Dienstleistung oder damit verbundenen Dienstleistungen ab, von der Information, die er über die Dienstleistung

erhält – vom Betreiber oder aus anderen Quellen –, von seinem persönlichen Umfeld (EN 13816, S. 7).

Kundenzufriedenheit: Unterschied zwischen erwarteter und wahrgenommener Qualität.

Abbildung 8: Regelkreis der Dienstleistungsqualität



Quelle: EN 13816, S. 6

In der EN 13816 werden Qualitätskriterien aus der Sicht des Kunden definiert. Die Liste weist bewusst einen höheren Detaillierungsgrad auf, als der Kunde wahrnehmen kann. Die Qualitätskriterien werden in die folgenden 8 Kategorien gegliedert:

- Verfügbarkeit,
- Zugänglichkeit,
- Informationspolitik,
- Reisezeit,
- Kundenbetreuung,
- Komfort,
- Sicherheit,
- Umwelteinflüsse.

Die Mittelwerte der messbaren Qualitätskriterien variieren je nach Verkehrssystem, Umwelt und Betreiber. Die Norm EN 15140 zur Messung der erbrachten Dienstleistungsqualität enthält Angaben zur Planung und Durchführung der Qualitätsmessung und beginnt mit der Festlegung der Kundensicht für die zu untersuchenden Qualitätskriterien.

Folgerung

Hier wird eine klare Unterscheidung zwischen der Leistungserstellung und der Wahrnehmung der Leistung durch den Kunden vorgenommen. Dieses Konzept, welches das Verkehrsangebot als erbrachte Dienstleistung behandelt und daraufhin die Zufriedenheit der Kunden dieser Dienstleistung untersucht, ist für die Qualitätsbetrachtung allgemeingültig und daher möglicherweise auf andere Verkehrsträger übertragbar. Dieser Ansatz wird in die nachfolgenden Überlegungen miteinbezogen.

3.5 USA: Transit Capacity and Quality of Service Manual und Highway Capacity Manual

Öffentlicher Verkehr:

Das Transit Capacity and Quality of Service Manual (TCQSM, TRB 2003)) dient vorwiegend in den USA als Arbeitsgrundlage für Planer und Analysten des öffentlichen Verkehrs. Die für Verkehrsingenieure relevanten Angaben aus dem TCQSM sind ebenfalls im Highway Capacity Manual (HCM 2000, Kapitel 14 und 27) aufgeführt.

Das Ziel des TCQSM ist die Bereitstellung eines nachvollziehbaren Sets von Beurteilungsmethoden zu Angeboten, Anlagen und Systemen des öffentlichen Verkehrs. Dabei wird zwischen **Angebotsqualität** und **Leistungsfähigkeit** unterschieden. Dies ist damit begründet, dass Fragen der Leistungsfähigkeit vorwiegend in grösseren urbanen Bereichen verortet werden, wohingegen die Angebotsqualität (quality of service) des öffentlichen Verkehrs in allen Gemeinden relevant ist. Hierfür werden im TCQSM folgende Grundsätze postuliert:

1. Grössen der Angebotsqualität reflektieren die Wahrnehmung der Fahrgäste, wohingegen Leistungsgrössen verschiedene Perspektiven abbilden können.
2. Grössen der Angebotsqualität sollen für den Anwender handhabbar, messbar und einfach zu interpretieren sein.
3. Qualitätsstufen (LOS) werden nur für Angebotsgrössen entwickelt.

Wie der dritte Grundsatz des TCQSM besagt, beruht die Angebotsqualität auf dem LOS-Ansatz, welcher die Kundensicht berücksichtigt. Auf Basis der Perspektive und Wahrnehmung der Fahrgäste werden entsprechende Messgrössen und Messmethoden formuliert. Das LOS-Konzept wurde gewählt, damit eine Konsistenz mit den Qualitätsmessungen anderer Verkehrsmodi, welche schon auf diesem Konzept beruhen, gewährleistet wird. Im Gegensatz zu den Verkehrsqualitätsstufen anderer Verkehrsmodi werden hier jedoch keine LOS-Standards festgelegt, sondern es wird darauf verwiesen, dass diese aufgrund regionaler Gegebenheiten individuell hergeleitet werden sollen. Für den Linienbetrieb werden Abstufungen A-F vorgeschlagen und für den Bedarfsbetrieb eine Unterscheidung nach Zahlen 1-8.

Die Angebotsqualität bezieht sich auf zwei wesentliche Aspekte: Einerseits auf die generelle Verfügbarkeit von ÖV-Angeboten und andererseits auf zusätzliche Merkmale des Komforts für die Benützung dieses Angebotes. Als Messgrössen werden diejenigen Kriterien verwendet, welche bei der Verkehrsmittelwahl (ÖV oder MIV) eine wesentliche Rolle spielen. Es werden fünf Kategorien gebildet, wobei die erste Kategorie die Aspekte der Verfügbarkeit abdeckt und die Kategorien 2-5 dem Komfortaspekt (genauer comfort and convenience) zugeordnet werden.

Folgerung

Die strikte Trennung von Angebotsqualität und Leistungsfähigkeitsbetrachtung ist für die Qualitätsbeurteilung anderer Verkehrsmodi ebenfalls empfehlenswert, da die Qualität in erster Linie die Wahrnehmung des Verkehrsteilnehmers abbildet und die Leistungsfähigkeit nicht zwingend damit zusammenhängen muss. Leistungsfähigkeitsbetrachtungen sind verkehrstechnischer Natur, sollen separat behandelt werden und wo relevant in entsprechender Form in die Qualitätsbeurteilung einfließen.

Alle Verkehrsmodi

Das Highway Capacity Manual (HCM, TRB 2000) ist das Standardwerk für alle Verkehrsfachleute in den USA und deckt die Beurteilung des Verkehrszustandes auf verschiedenen Strassenelementen umfassend ab. Das Handbuch wird regelmässig hinsichtlich des neusten Forschungsstands der Verkehrsqualität und -kapazität aktualisiert. Wie beim HBS basiert das generelle Konzept der Verkehrsqualität auf der Beurteilung des Verkehrsablaufes anhand charakteristischer Kriterien wie Geschwindigkeiten, Behinderungen, Reisezeiten etc. Für jeden einzelnen Anlagentyp werden spezifische Methoden und Kennwerte verwendet, um die jeweilige Verkehrsqualität zu bestimmen. Diese

wird wiederum in Verkehrsqualitätsstufen A-F geordnet, wobei jede Stufe einen Betriebszustandsbereich und dessen Wahrnehmung durch den Verkehrsteilnehmer abbildet.

Folgerung

Die umfassenden Beurteilungskriterien von Verkehrsanlagen und –zuständen sind auch für die multimodale Betrachtung verwendbar, wenn das Qualitätskonzept entsprechend erweitert wird. Die gegenwärtigen Zuordnungen zu Verkehrsqualitätsstufen erlauben keinen verkehrsmittelübergreifenden Vergleich der Verkehrsqualität.

3.6 Verkehrsqualität für einzelne Verkehrsmodi

In Tabelle 5 sind die Qualitätskriterien aus aktuellen Verkehrsqualitätsbeurteilungen (HCM 2005, TCQSM 2003, HBS 2005, SN VSS) für die einzelnen Verkehrsmodi in entsprechenden Kategorien zusammengefasst.

Tabelle 5: Übersicht über angewendete Qualitätsmerkmale in den Regelwerken

Planungsstufe	Merkmale			
	FG	RF	ÖV	MIV
Planung und Projektierung	Direktheit (Linienführung, Netzdichte), mittlere Wartezeit an Knoten mit LSA, Überholvorgänge und Begegnungsfälle	Direktheit (Linienführung), Mittlere Wartezeit an Knoten, Behinderungen durch andere Verkehrsteilnehmer, Längsneigung	Verfügbarkeit (Gebietsabdeckung, Haltestellenentfernung, Betriebsdauer), Zugänglichkeit, Häufigkeit (Frequenz), Betriebsdauer Fahrkomfort	Mittlere Wartezeit an Knoten
Betrieb und Ereignisse	Fussgängerdichte, Fussgängerstärke, Mittlere Gehgeschwindigkeit	Mittlere Wartezeit an Knoten, Fahrtunterbrechungen, Mittlere Geschwindigkeit RF, Kreuzungsmanöver Fahrbahnzustand	Zuverlässigkeit (Pünktlichkeit, Regelmässigkeit, Störungswahrscheinlichkeit) Passagierdichte, (Auslastung, Sitzplatz-, resp. Stehplatzverfügbarkeit) Geschwindigkeit (Beförderungsgeschwindigkeit, Umsteigezeiten, Anschlusssicherung, Reisezeitdifferenzen ÖV-MIV)	MIV-Dichte (Auslastungsgrad, Verkehrsdichte, Verkehrsbelastung) Mittlere Reisegeschwindigkeit, mittlere Wartezeit an Knoten
Service und Begleitumstände	Umfeldqualität, Sicherheitsempfinden, Orientierungshilfen	Umfeldqualität, Sicherheitsempfinden	Verfügbarkeit von Informationen, Kundenbetreuung	

Die bestehenden Fussgängerkriterien beschränken sich auf Aspekte der Geschwindigkeit und der Kapazität. Amerikanische LOS berücksichtigen zusätzlich das Vorhandensein eines Gehwegs, was für hiesige Verhältnisse und unter Anbetracht der Normkonformität der Anlagen (vgl. Kapitel 1.3.2) wenig Relevanz hat. Generell sind diese Fussgängerqualitätskriterien bei hohem Fussgängeraufkommen anwendbar. Einflüsse von anderen Verkehrsteilnehmern, resp. Verkehrsmitteln fliessen über die Wartezeiten an Querungen ein.

Die Leistungsfähigkeit für Zweiradfahrer auf Strassen und auf Radwegen stellt im Allgemeinen kein Problem dar. Daher beschränken sich die Qualitätskriterien für Zweiradfahrer auf Geschwindigkeitsaspekte und Kreuzungsmanöver. Da sich Radfahrer und der

motorisierte Verkehr im Normalfall einen Fahrstreifen teilen, beeinflussen sich diese Verkehrsarten gegenseitig. Ein Qualitätskriterium diesbezüglich fehlt bislang. Die Anforderungen von Radfahrern, wie sie in der SN 640 060 formuliert sind, werden durch die Kriterien der Geschwindigkeit und der Kreuzungsmanöver ungenügend einbezogen.

Die Qualität des öffentlichen Verkehrs wird anhand eines breiten Spektrums beschrieben. Da es sich um ein geplantes Verkehrsangebot handelt, sind insbesondere die Aspekte der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit von hoher Bedeutung. Aufgrund der Wahrnehmung der ÖV-Verkehrsteilnehmer als Kunden, ist die Betrachtungsweise der ÖV-Qualität bereits stark auf die Sicht des Fahrgastes und seine Ansprüche ausgerichtet. Die Frage nach der Kapazität auf der Strasse wird beim öffentlichen Verkehr im Gegensatz zum MIV nicht gestellt. Dieser Aspekt fliesst über die Zuverlässigkeit und die Geschwindigkeit in die Qualitätsbetrachtung mit ein und führt in der Praxis allenfalls zu entsprechenden Fahrplananpassungen.

Die bestehende Qualitätsbeurteilung des MIV wurde vor dem Hintergrund einer möglichst behinderungsfreien Fahrt erstellt und berücksichtigt mehrheitlich Aspekte der Leistungsfähigkeit.

Folgerung

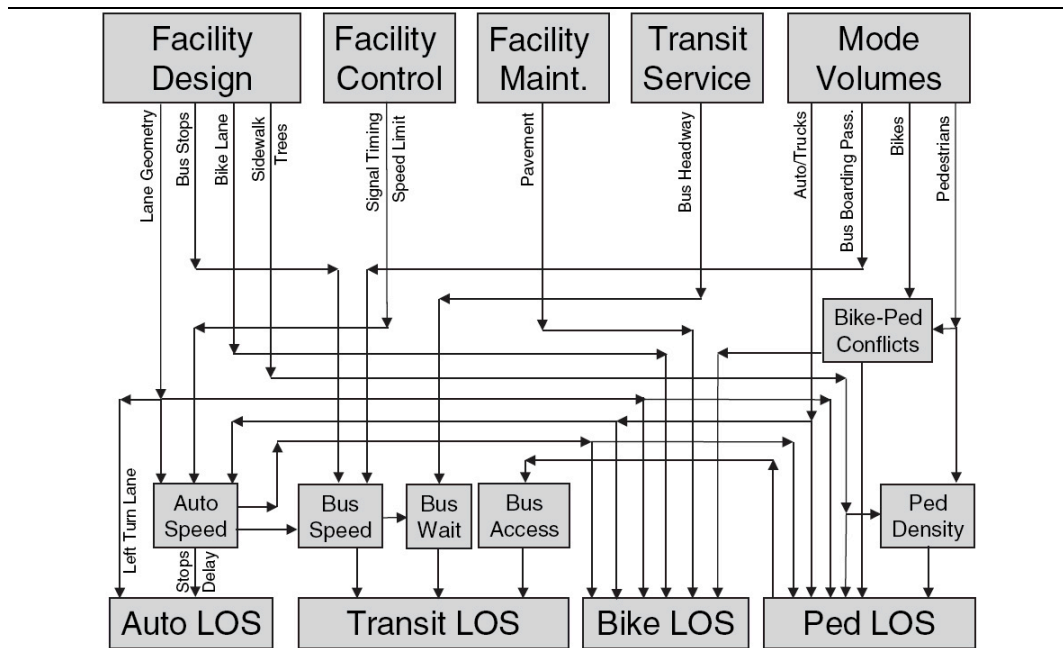
Die Übersicht zeigt, dass sich die Verkehrsqualität mehrheitlich auf einzelne Verkehrsmodi und einzelne Anlageelemente im Strassenraum bezieht, mit Ausnahme der Verkehrsqualität des öffentlichen Verkehrs, welche weiteren Gegebenheiten der Angebotsplanung unterliegt. Die derzeit angewendeten Ansätze haben insbesondere eine Gemeinsamkeit, nämlich die monomodale Betrachtung.

3.7 Erste multimodale Ansätze für die Praxisanwendung

Im Rahmen des National Cooperative Highway Research Programms (NHCPR) wurde in den USA vom TRB ein Handbuch veröffentlicht welches Praktikern eine Beurteilungsmethode des *Multimodalen Level of Service* (MMLOS) für städtische Hauptverkehrsstrassen erlaubt (TRB 2008). Die vorgeschlagene Methode ermöglicht eine Analyse des stationären Verkehrszustandes und berücksichtigt die wahrgenommene Verkehrsqualität durch Autofahrer, ÖV-Passagiere, Radfahrer und Fussgänger hinsichtlich des von ihnen beanspruchten Verkehrsraumes. Verkehrsqualität wird in diesem Kontext als „an indicator of the traveling public's perceived degree of satisfaction with the traveling experience provided by the urban street under prevailing demand and operation conditions“ verwendet (ebenda, S. 2), wobei eine Urban Street mit einer Hauptverkehrsstrasse innerorts gleichgesetzt werden kann.

Die Vergleichbarkeit der Verkehrsqualität durch die bestehenden LOS Betrachtungen war bisher nicht gegeben, da sich die Qualitätskriterien je Verkehrsmodus in ihrer Definition und ihren Messgrössen unterscheiden. Aus diesem Grund wurde die multimodale Qualitätsbetrachtung neu aufgebaut. Die Anwendung basiert auf einer getrennten Betrachtung der verschiedenen Verkehrsmodi (Abbildung 9), beinhaltet jedoch verkehrsmittelübergreifende Einflüsse, falls diese einen hohen Beitrag zur Erklärung der (wahrgenommenen) Verkehrsqualität leisten.

Abbildung 9: Aufbau des multimodalen LOS



Quelle: TRB 2008, S. 95

Den LOS-Berechnungen liegen bewertete Videosequenzen (für MIV, FG und RF) sowie Zusatzbefragungen von ÖV-Benutzern zugrunde. Basierend auf den Bewertungen der Sequenzen als abhängige Variable wurden entsprechende unabhängige Variablen als Qualitätskriterien formuliert und getestet. Die jeweils aussagekräftigsten Modelle für jeden Verkehrsmodus wurden für den multimodalen LOS übernommen. Die dafür verwendeten Qualitätsmerkmale sind in Tabelle 6 aufgeführt.

Tabelle 6: LOS Attribute für die multimodale Bewertung einer Strecke

Modus	Berücksichtigte Attribute
Fussgänger LOS	<ul style="list-style-type: none"> Fussgängerdichte (Aufkommen, Trottoirbreite) Strassensegment: Wahrgenommene Trennung zwischen motorisiertem Verkehr und Fussgänger (berücksichtigt mittels Fahrbahnbreiten, Parkierung, Gehsteigabmessungen, Trennfaktoren, Fhz/h, Durchschnittsgeschwindigkeit) Kreuzung : Abbiegende Fahrzeuge, Anzahl zu überquerender Fahrstreifen, Wartezeit auf notwendige Fahrzeuglücke zur Überquerung
Rad LOS	<ul style="list-style-type: none"> Strassensegment : Wahrgenommene Trennung zwischen motorisiertem Verkehr und Radfahrern (berücksichtigt mittels Anzahl Fahrstreifen, Fhz/h, Durchschnittsgeschwindigkeit, Schwerverkehrsanteil, Fahrbahnzustand, Fahrstreifenbreite, Längsparkierung) Kreuzung (berücksichtigt durch Anzahl Fahrstreifen, Fahrbahnbreiten, Verkehrsvolumen) Zahl der nicht signalisierten Konflikte pro Meile
ÖV LOS	<ul style="list-style-type: none"> Zugänglichkeit der Haltestelle für Fussgänger (Fussgänger LOS) Ausstattung der Haltestelle Wartezeit Durchschnittliche Reisegeschwindigkeit <p>-> der Zeitfaktor wird durch einen TransitWaitRideScore einbezogen, welcher sich aus der Frequenz und der wahrgenommenen Busreisezeitrate zusammensetzt.</p>
MIV LOS	<ul style="list-style-type: none"> Durchschnittsgeschwindigkeit über einen Streckenabschnitt Durchschnittliche Anzahl Halte pro Meile Anzahl Linksabbiegestreifen

Quelle: Zusammenstellung nach TRB 2008

Vor Befragungen zur Zufriedenheit mit der Verkehrssituation vor Ort wird abgeraten, weil unzufriedene Verkehrsteilnehmer auf dem Streckenabschnitt unterrepräsentiert sind, da sie diesen meiden. Es wird empfohlen, den entsprechenden Streckenabschnitt mittels Videosequenzen verschiedenen Personen zu zeigen und auf diese Art deren Wahrnehmung der Verkehrsqualität zu erfragen.

Dieser Ansatz hat im Vergleich zu den vorangehenden Verkehrsqualitätsbeurteilungen verschiedene Vorzüge: Durch die separate Beurteilung von Strassensegmenten und Kreuzungen und deren Gewichtung nach Abschnittslängen erlaubt er eine Verkehrsqualitätsbeurteilung für alle Verkehrsmodi auf einer beliebig langen Strecke. Auch eine Abschätzung der Qualitätsveränderungen bei verschiedenen Planungsvarianten wird annäherungsweise möglich.

Folgerung

Dieser Ansatz leistet keinen Beitrag zur Projektierung von einzelnen Anlageelementen. Doch da der gemeinsame Nenner der Verkehrsqualität die Zufriedenheit, respektive die wahrgenommene Qualität durch die Verkehrsteilnehmer ist, sind erstmals verkehrsmittelübergreifende Qualitätsaussagen möglich. Dies bedeutet jedoch nicht, dass diese zwingend direkt zusammenhängen. Auf den ersten Blick scheint der Ansatz handhabbar, da 35 verschiedene Daten für die Beurteilung der Verkehrsqualität erhoben werden müssen (Übersicht in Tabelle 27 im Anhang). Der MMLOS ist der erste Ansatz, der verschiedene relevante Kriterien für die Verkehrsqualität eines Verkehrsmodus zu einem LOS verrechnet. Bisher wurde jedes Kriterium einzeln zugeordnet. Mit diesem Ansatz ist es möglich, einen einzigen Verkehrsqualitätswert je Verkehrsmodus zu ermitteln und diesen den anderen Verkehrsmodi gegenüberzustellen.

4 Forschungsstand bezüglich Verkehrsqualität

4.1 Vorbemerkung

Der Stand der Forschung fasst die verschiedenen Erkenntnisse aktueller Studien zusammen. Dieses Kapitel ist bewusst breit gefasst, um einen Einblick in aktuelle Überlegungen zur Verkehrsqualität zu gewähren.

Eine Vielzahl von Studien der jüngsten Zeit untersuchen, welche Kriterien der Verkehrsqualität von den Verkehrsteilnehmern wirklich wahrgenommen werden, respektive ob die erhobenen Kriterien die Wahrnehmung der Verkehrsqualität durch die Verkehrsteilnehmer zufrieden stellend abbilden. Daran anknüpfend wurden in den USA ab 2000 Bestrebungen zur Entwicklung eines multimodalen Verkehrsqualitätsansatzes – im Sinne des MMLOS (siehe Kapitel 3.7) – in Gang gesetzt. Die Federführung liegt dabei beim Florida Department of Transport (FDOT). Auch in der Schweiz sind im Rahmen von SVI-Forschungsprojekten (SIMON 2001 und 2006) Arbeiten zu multimodalen Betriebskonzepten durchgeführt worden. Diese werden in den nachfolgenden Kapiteln kurz vorgestellt und weitere Ideen und Konzepte für eine verkehrsmittelübergreifende Vergleichbarkeit von Verkehrsqualität werden eingeführt.

Des Weiteren werden verschiedene Einflussfaktoren auf die Verkehrsqualität, wie sie in den recherchierten Forschungsberichten evaluiert wurden, für die verschiedenen Verkehrsmodi zusammengetragen. Für den Fussgänger- und Radverkehr sind hier insbesondere amerikanische und dänische Studien verfügbar. Für Qualitätskriterien des öffentlichen Verkehrs sind die in der Schweiz durchgeführten Kundenzufriedenheitsbefragungen hilfreich. Obwohl die MIV-Verkehrsqualität schon am weitesten eingeführt ist, behandeln verschiedene Studien die Einflussfaktoren dieses Verkehrsmodus.

Das Kapitel schliesst mit einem Überblick über angewendete Methoden zur Erhebung der Wahrnehmung von Verkehrsqualität durch Verkehrsteilnehmer und zur Auswertung von subjektiven Bewertungen.

4.2 Wahrnehmung von Verkehrsqualität

SUTARIA und HAYNES (1977) haben schon 1977 eine Diskrepanz zwischen der Wahrnehmung der Verkehrsqualität durch die Verkehrsteilnehmer und der Bewertung durch die Kriterien des HCM festgestellt. Zum gleichen Schluss kommen auch Studien von LEE et al. 2007; FLANNERY et al. 2005; MAILER et al. 2008; HALL et al. 2001; PECHEUX et al. 2004. WASHBURN und KIRSCHNER 2006 zeigen in ihrer Studie zur Qualitätswahrnehmung der Verkehrsteilnehmer auf Überlandstrassen auf, dass schon die Erweiterung der Beurteilungskriterien um zusätzliche verkehrstechnische Parameter den Erklärungsgrad der Qualitätswahrnehmung erhöht. Eine Zusammenstellung identifizierter Qualitätskriterien zur verbesserten Bewertung der Verkehrsqualität aus verschiedenen Studien findet sich in LEE et al. 2007 (Tabelle 28 im Anhang). Wiederholt wird kritisiert, dass die bestehende Bewertung der VQS zu sehr auf der Expertensicht beruht, welche die Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmer ungenügend abbildet.

Vor diesem Hintergrund wurden in den USA Studien durchgeführt, um einen Ansatz für die Verkehrsqualitätsbeurteilung – Qualität wie sie durch die Verkehrsteilnehmer wahrgenommen wird – zu entwickeln (McLEOD 2000; GUTTENPLAN et al. 2001; DOWLING et al. 2002; GUTTENPLAN et al. 2003). Diese Erkenntnisse bilden die Grundlage des in Kapitel 3.7 vorgestellten Konzeptes.

PECHEUX et al. 2000 schliessen aus ihren Untersuchungen zur Wahrnehmung zeitabhängiger VQS an LSA, dass die Versuchsteilnehmer keine sechs Qualitätsstufe unterscheiden können. HALL et al. 2001 stellen fest, dass die Probanden die Strasse nicht in einzelne Anlagenelemente unterteilen (z.B. Strecke, Knoten), sondern ihre Fahrt als Ganzes beurteilen oder höchstens drei Abschnitte unterscheiden (bei einer Pendlerstrecke von 20-30 km). Diese Ergebnisse führen zur Empfehlung, die Unterteilung der Qualitäts-

stufen sowie die verschiedenen Betrachtungsebenen im Rahmen der geplanten Hauptstudien zu überprüfen.

In der Schweiz wird in Bezug auf die Verkehrsmittelwahl vermehrt auf die Wahrnehmung von Verkehrsangeboten zurückgegriffen. Diesbezüglich wurde in der Stadt Zürich und den umliegenden Gürtelgemeinden eine breite Befragung durchgeführt, welche die verschiedenen Verkehrsmittel auf einer Netzebene beurteilt (INFRAS 2008). Die Ergebnisse können nicht direkt mit der Verkehrsqualität verknüpft werden, liefern jedoch weitere Hinweise zu Präferenzen der Verkehrsteilnehmer und zur Wahrnehmung der Verkehrsmittel.

Folgerung

Die Wahrnehmung des Verkehrszustandes durch den Verkehrsteilnehmer bildet die Grundlage für die Verkehrsqualitätsbetrachtung. Die bisherigen Qualitätskriterien und Betrachtungsebenen decken die Wahrnehmung durch die Verkehrsteilnehmer nur bedingt ab und müssen allenfalls überarbeitet werden. Zusätzlich wird empfohlen, die Skalierung der Verkehrsqualitätsstufen (A-F) auf ihre Zweckmässigkeit zu überprüfen.

4.3 Ansätze zur Bestimmung multimodaler Verkehrsqualität

Seit etwa dem Jahr 2000 laufen Bestrebungen zur Entwicklung von Methoden zur multimodalen Verkehrsqualitätsbeurteilung. Dies beinhaltet in einem ersten Schritt auch die Entwicklung von VQS für alle Verkehrsmodi unter Berücksichtigung von multimodalen Einflüssen (GUTTENPLAN et al. 2001; DOWLING et al. 2002). Dabei wird vorgeschlagen, nicht mehr die einzelnen Verkehrsmodi separat zu betrachten, sondern die Perspektive auf den ganzen Strassenquerschnitt entlang einer Strecke oder eines Strassenabschnittes zu öffnen und die jeweiligen Wechselwirkungen der Verkehrsteilnehmer in die Verkehrsqualitätsbetrachtung einzubeziehen. Die in Florida entwickelten Programme LOSPLAN und ARTPLAN¹ basieren auf diesen multimodalen Qualitätskriterien. Diese ermitteln für eine geplante Massnahme, welche beispielsweise eine Erhöhung der Durchschnittsgeschwindigkeit des MIV anstrebt, gleichzeitig die Auswirkungen auf die VQS der anderen Verkehrsmodi und sind dementsprechend abhängig von der jeweiligen Definition der Verkehrsqualität für den einzelnen Verkehrsmodus.

In GUTTENPLAN et al. 2003 wird ein Ansatz zur flächigen Beurteilung der Verkehrsqualität vorgestellt. Dieser orientiert sich einerseits an der Raumnutzung eines Gebietes und andererseits am Verkehrsnetz. Die Verkehrsqualität wird für ein ganzes Gebiet betrachtet. Dazu wird dem Verkehrsnetz eine betriebliche Hierarchie – mit entsprechender Bevorzugung einzelner Verkehrsmodi auf verschiedenen Strassentypen – zugrunde gelegt. Dies entspricht etwa den verschiedenen Strassenklassen in der Schweiz, mit einer entsprechenden Zuordnung der Verkehrsqualitätsstandards für die verschiedenen Verkehrsmodi.

In der Schweiz hat SIMON 2001 für die intermodale Leistungsfähigkeit von lichtsignalgeregelten Knoten einen Intermodalen Qualitätsindikator (IQI) entwickelt, welcher auf einer gewichteten Bilanz der Personenverlustzeiten im MIV und ÖV aufbaut. In SIMON 2006 macht er den Vorschlag – analog zu den Ausführungen des FDOT – die unimodale Betrachtungsweise auf Strassen innerorts beizubehalten und keine Aggregation der VQS vorzunehmen, d.h. die Verkehrsqualität weiterhin je Verkehrsmittel zu beurteilen. Dieser Ansatz wird in den aktuellen Entwicklungen der multimodalen Verkehrsqualitätsbeurteilung weiterverfolgt (vgl. Kapitel 3.7). Ein zweites Konzept von SIMON 2006 für die Beurteilung multimodaler Betriebskonzepte auf Strassen innerorts basiert auf Kriterien, welche die Anforderungen von Verkehrsteilnehmern und Betreibern an den Verkehrsbetrieb widerspiegeln (vgl. Tabelle 29 im Anhang). Die von SIMON 2006 vorgeschlagenen multimodalen Verkehrsqualitätsstufen berücksichtigen für den öffentlichen Verkehr ausschliesslich die Verlustzeiten zur Hauptverkehrszeit (HVZ), resp. die massgebende Verspätung und die Beförderungsgeschwindigkeit. Das Beurteilungskonzept beruht auf verkehrstechnischen Kriterien und ist für die Anwendung durch Verkehrsplaner geeignet. Die Verkehrsqualität aus Sicht der Benutzer wird dabei – wie in den Regelwerken – noch

¹ Softwareprodukte des Florida Department of Transport (FDOT).

ungenügend miteinbezogen, denn die resultierenden VQS der einzelnen Verkehrsmodi können auf dieser Grundlage nicht miteinander verglichen werden. Das heisst, dass eine VQS B (ÖV) nicht mit einer VQS B der anderen Verkehrsmodi gleichgesetzt werden kann. Dies ist jedoch der erste Ansatz für die Schweiz, welcher verkehrsmittelübergreifende Einflüsse auf die Verkehrsqualität berücksichtigt.

Mit der Berücksichtigung der Anforderungen des ÖV-Betreibers wird teilweise die Unterscheidung zwischen Kunde und Betreiber wie sie in der EN 13816 aufgezeigt wird, schon angedacht.

Folgerung

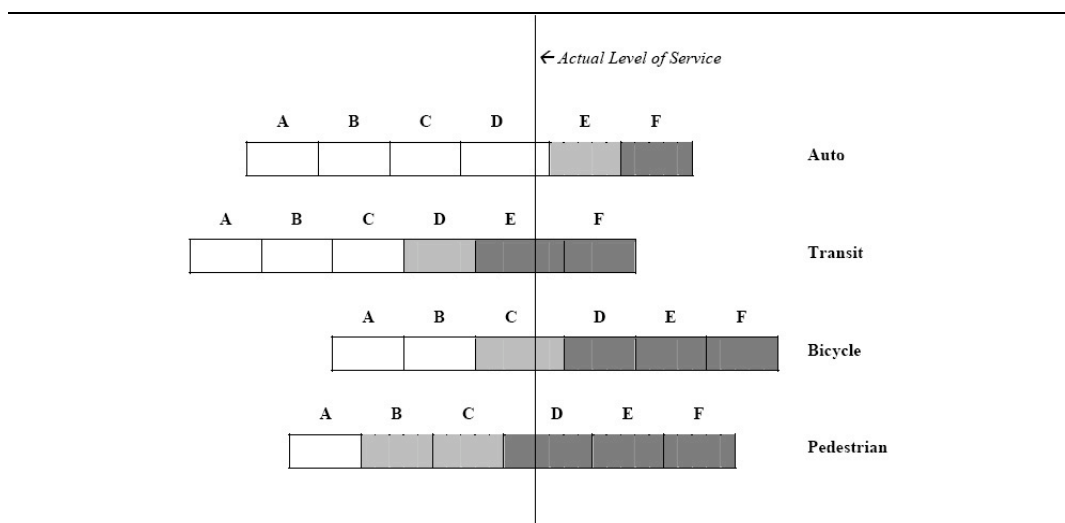
Erste multimodale Ansätze wurden bereits erarbeitet. Die in der Schweiz entwickelten Konzepte liefern Hinweise zur Ergänzung der Qualitätskriterien welche die Anforderungen von Verkehrsteilnehmern zur Grundlage haben. Diese werden für die weitere Arbeit übernommen.

4.4 Verkehrsmittelübergreifende Vergleichbarkeit

WINTERS et al. 2001 stellen fest, dass mit dem bestehenden VQS-Ansatz des MIV keine verkehrsmittelübergreifende Beurteilung möglich ist. Von den bis dahin angewendeten Qualitätsbeurteilungen basieren lediglich diejenigen der Radfahrer und der Fussgänger auf Systemcharakteristiken, welche direkt mit der Wahrnehmung der Benutzer zusammenhängen. Aus diesem Grund wurde ein neuer Ansatz vorgeschlagen, welcher auf den Bedürfnissen der Verkehrsteilnehmer und den entsprechenden Wechselwirkungen zwischen den Verkehrsmodi beruht. Um die subjektiven und kognitiven Prozesse, welche die Wahrnehmung beeinflussen, auszublenden, sollen nur objektive Faktoren in die Beurteilung von Verkehrsqualität einfließen.

Eine erste Methode, die näher ausgearbeitet wurde, ist die Weighted Slide Rule (vgl. Abbildung 10), welche die VQS der verschiedenen Verkehrsmittel an einem Strassenelement nebeneinander aufzeigt. Beispielsweise ergibt sich für den Strassenquerschnitt aus Abbildung 10 eine VQS D für den MIV, für den ÖV wurde aufgrund hier nicht bekannter Kriterien eine VQS E, für Radfahrer eine VQS C sowie für Fussgänger eine VQS D ermittelt. Eine naheliegende Schlussfolgerung könnte für diesen Fall bedeuten, dass an diesem Querschnitt insbesondere die ÖV-Qualität sehr tief ausfällt und Verbesserungen gesucht werden.

Abbildung 10: Weighted Slide Rule

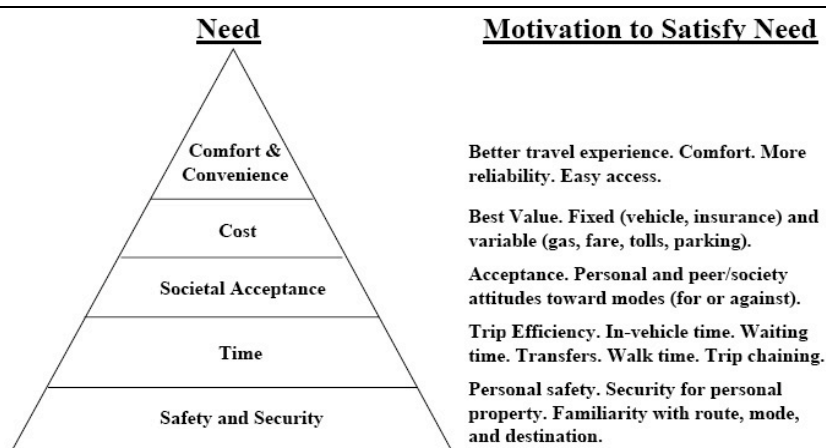


Quelle: Winters et al. 2001, S. 21

Die einzelnen VQS hängen von den jeweiligen Parametern, die für die Verkehrsqualität festgelegt werden und der gewählten Gewichtung, ab (z.B. Anzahl Verkehrsteilnehmer, CO₂-Ausstoss etc). Erste Probleme ergeben sich, wenn nicht vergleichbare Kriterien von zwei Verkehrsmodi (z.B. Verkehrsstärke MIV und Sitzplatzverfügbarkeit ÖV) miteinander verglichen werden. Das nächste Problem ergibt sich aus der Gewichtung, resp. Zuteilung zu einer VQS. Denn es stellt sich die Frage, ob die individuell entwickelten VQS für die verschiedenen Verkehrsmodi direkt miteinander vergleichbar sind? Da die Grundlagen für die Vergleichbarkeit nicht existieren, könnte dies der Grund sein, dass diese Bewertungsmethode in den letzten Jahren nicht mehr weiterverfolgt wurde.

Ein weiterer Ansatz, welcher zunächst als viel versprechend erachtet wurde, ist die Herangehensweise über die Maslowsche Bedürfnishierarchie (vgl. Abbildung 11), wo die Ausprägungen der verschiedenen Verkehrsmittel auf den einzelnen Hierarchiestufen einander gegenübergestellt werden (WINTERS und TUCKER 2004). In den neuesten Studien wurde dieser Ansatz jedoch nicht mehr weiterverfolgt.

Abbildung 11: Bedürfnishierarchie der Verkehrsteilnehmer



Quelle: Winters et al. 2001, S. 37

Folgerung

Die neusten Entwicklungen der multimodalen Verkehrsqualität weichen von den hier vorgestellten Vergleichsmethoden ab und basieren auf der Wahrnehmung der Verkehrsqualität, wie sie in umfangreichen Studien erarbeitet wurde. Es wird deshalb angenommen, dass sich diese Ansätze zur verkehrsmittelübergreifenden Vergleichbarkeit der Verkehrsqualität nicht bewährt haben.

4.5 Leistungsfähigkeit und Verkehrsqualität

In der Vergangenheit wurde die Verkehrsqualität eng mit dem Leistungsangebot einer Verkehrsanlage verknüpft. Die vorhergehenden Kapitel zeigen auf, dass sich diese Perspektive in den letzten Jahren geöffnet hat, um vermehrt die Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmer in die Qualitätsbeurteilung einfließen zu lassen. Die Leistungsfähigkeit bleibt jedoch ein fester Bestandteil der verkehrstechnischen Dimensionierung von Verkehrsanlagen. Wie in Kapitel 3.5 aufgezeigt, wird im TCQSM bereits zwischen Leistungsfähigkeitsangebot und Angebotsqualität im öffentlichen Verkehr unterschieden. Die Leistungsfähigkeit ist insbesondere in Ballungsräumen und spezifisch auf nachfragestarken Linien ein Kriterium, wohingegen die Angebotsqualität – im Sinne der wahrgenommenen Verkehrsqualität – weitere Kriterien des ÖV-Angebotes umfasst und generell beurteilt wird. Dies gilt sinngemäss auch für die anderen Verkehrsmodi.

Die verkehrstechnische Orientierung des deutschen HBS zeigt sich auch bei BRILON und SCHNABEL 2003, welche für die Bewertung der Qualität des Verkehrsablaufs auf HVS innerorts eine Leistungsfähigkeitsbetrachtung unter Einbezug aller Verkehrsarten

und über mehrere Verkehrselemente vorschlagen. HIDBER et al. 1996 haben in ihren Untersuchungen zur Korridorleistungsfähigkeit auch die Modal-Split Effekte bei überlasteten Verkehrsträgern untersucht, jedoch keine direkten Schlüsse auf die Verkehrsqualität gezogen. Generell wurde der Interaktion zwischen den einzelnen Verkehrsmitteln bisher wenig Beachtung geschenkt, wie HINTERMEISTER et al. 2002 bei der Untersuchung von Mischverkehrsflächen MIV/ÖV feststellen.

Die Forschungsstelle hat für ein anderes Forschungsprojekt umfangreiche Untersuchungen und Recherchen zu Leistungsfähigkeiten und Verkehrsqualitätsstufen in Agglomerationsräumen durchgeführt und insbesondere für den öffentlichen Verkehr verschiedene Leistungsfähigkeitsstufen anhand von Feldstudien hergeleitet (ANDERHUB et al. 2008). Dazu wurde als Arbeitshypothese ein Ansatz entwickelt, der auf Gleichgewichtsüberlegungen im Gesamtverkehrssystem basiert.

Es gilt noch einmal zu betonen, dass die Leistungsfähigkeit denjenigen Bestandteil der Verkehrsqualität darstellt, welcher die Bereitstellung von Raum für die Verkehrsteilnahme behandelt. Ist eine kritische Grenze der Leistungsfähigkeit erreicht (i.d.R. Übergang zwischen VQS D und E), so erhält der Verkehrsteilnehmer keinen angemessenen Raum/Zeit - Slot, was ihn wiederum dazu bewegen kann, die Route, das Ziel oder auch das Verkehrsmittel zu wechseln. Die Leistungsfähigkeit dient in erster Linie der verkehrstechnischen Dimensionierung von Verkehrsanlagen und wird von den Verkehrsteilnehmern durch die gegenseitige Behinderung wahrgenommen (vgl. auch Abbildung 16).

Die Verkehrsqualität umfasst jedoch weitere Aspekte. Aus diesem Grund sollte hier eine Unterscheidung zwischen der Verkehrsqualität und der Leistungsfähigkeit vorgenommen werden:

- Verkehrsqualität: Für die Verkehrsqualität werden diejenigen Kriterien berücksichtigt, die geeignet sind, um die vom Verkehrsteilnehmer wahrgenommene und beurteilte Güte des Verkehrsablaufes abzubilden.
- Leistungsfähigkeit: Das Leistungsangebot ist ein Bestandteil der Verkehrsqualität und wird in erster Linie für die verkehrstechnische Dimensionierung von Verkehrsanlagen angewendet. Die Leistungsfähigkeit wird – nebst physikalischen Grössen – wesentlich durch die Behinderungen der Verkehrsteilnehmer bestimmt.

Folgerung

Die Leistungsfähigkeit von Verkehrsträgern unter verschiedenen Betriebsbedingungen bildet – in Kombination mit der Nachfrage – nach wie vor ein wesentliches Element der Beurteilung des Verkehrsablaufes und demzufolge der Verkehrsqualität. Die fehlenden Grundlagen für die Verkehrsqualität für einzelne Verkehrsmodi werden in den Folgeforschungen erarbeitet und fliessen mit weiteren Qualitätskriterien in die Verkehrsqualitätsbeurteilung mit ein.

4.6 Zusammenstellung von Einflussfaktoren der Verkehrsqualität

Die nachfolgenden Unterkapitel bilden eine Momentaufnahme des gegenwärtigen Forschungsstandes. Sie beinhalten eine Zusammenstellung von berücksichtigten Qualitätskriterien und Einflussfaktoren auf die Wahrnehmung der Verkehrsqualität.

4.6.1 Fussgänger und leichter Zweiradverkehr

LANDIS et al. 1997, McLEOD 2000 und GUTTENPLAN et al. 2001 stellen folgende Kriterien als wichtigste Einflussfaktoren auf die Qualitätswahrnehmung der Fussgänger und Radfahrer fest:

- seitliche Abgrenzung zu Motorfahrzeugen,
- Menge, Geschwindigkeit und Art der Motorfahrzeuge
- sowie die Frequenz des ÖV.

JENSEN 2007 hat für Dänemark ein VQS-Modell erarbeitet, welches neben den oben genannten Faktoren auch die Raumnutzung für die Berechnung der Fussgänger- und Radfahrer-VQS berücksichtigt (vgl. Tabelle 7 und Tabelle 8). In der Studie von INFRAS 2008 werden zusätzlich die Fussgängeraspekte „Wartezeiten an Knoten“ und „Luft- und Lärmbelästigung“ sowie das Sicherheitsempfinden der Radfahrer einbezogen.

Tabelle 7: Kriterien der Fussgängerqualität für einen Streckenabschnitt

Dänemark ¹	USA ²
Bauliche Ausgestaltung des Fussweges, umgebende Raumnutzung, Verkehrsvolumen MIV (beide Fahrrichtungen), Durchschnittsgeschwindigkeit MIV, Anzahl Fussgängerbegegnungen, Verkehrsvolumen Zweiradfahrer in beide Richtungen, Breite der Trennung zwischen Fussgängerbereich und Fahrstreifen, Parkierte Fahrzeuge am Strassenrand, Fussgängerinsel, Breite des Fussweges, Anzahl Fahrstreifen, Bepflanzung.	Seitliche Trennung zwischen Fussgängern und MIV (Gehsteig, Breite, Trennelemente, Hindernisse, Parkierung am Strassenrand, Fahrstreifenbreite, Bankett oder Radstreifen), Verkehrsvolumen MIV, Durchschnittsgeschwindigkeit MIV, Schwerverkehrsanteil.
1: Jensen 2007, S. 48	
2: Landis et al. 2001, S. 85	

Die vorgeschlagenen Kriterien beziehen sich auf Verkehrsanforderungen aus Sicht des Verkehrsteilnehmers. Neu ist der Einbezug der gebauten Umwelt, welcher hinsichtlich der Erwartung an eine bestimmte Verkehrsqualität einen Einfluss haben kann. Beispielsweise kann angenommen werden, dass die Gehsteigbreite in dicht genutztem Raum – was nicht zwingend mit einem hohen Fussgängeraufkommen verbunden ist – bei hohem MIV-Aufkommen einen grösseren Einfluss auf die Fussgängerqualität hat als entlang von Strassen mit geringem MIV-Aufkommen.

Für die Radfahrerqualität fliessen in den USA detailliertere Kennwerte des MIV (als bei der Fussgängerqualität) in die Berechnung mit ein (vgl. Tabelle 8).

Tabelle 8: Kriterien der **Radfahrerqualität** für einen Streckenabschnitt

Dänemark ¹	USA ²
umgebende Raumnutzung,	Verkehrsvolumen in 15min,
Verkehrsvolumen MIV (beide Fahrrichtungen),	Anzahl Fahrstreifen,
Abstand zwischen Radstreifen und Fahrstreifen MIV,	Signalisierte Geschwindigkeit,
Durchschnittsgeschwindigkeit MIV,	Schwerverkehrsanteil,
Anzahl Fussgängerbegegnungen neben dem Radstreifen,	Generierte Fahrten der Grundstücke neben der Strecke,
Parkierte Fahrzeuge am Strassenrand,	Vorhandensein von seitlichen
Breite des Radstreifens/Radweges (Urban/ländlich, >0.9m),	Abstellmöglichkeiten für den MIV,
Breite des nächsten Fahrstreifens inkl. Radstreifen (wenn <0.9m),	Beschaffenheit der Strassenoberfläche,
Breite der Trennung zwischen Fussgängerbereich und Radstreifen,	Durchschnittliche Breite des äussersten Fahrstreifens.
Vorhandensein eines Gehsteigs,	
Vorhandensein einer Bushaltestelle,	
Anzahl Fahrstreifen MIV.	

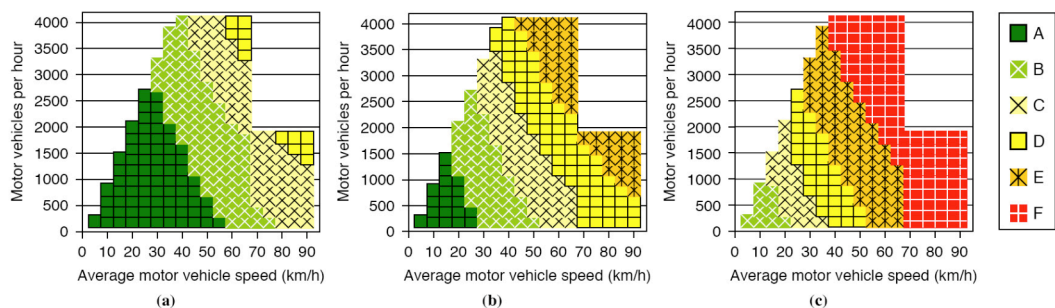
1: Jensen 2007, S. 48, auf einem Streckensegment zwischen zwei Knoten.

2: Landis et al. 1997, S. 123

Eine wesentliche Auswirkung von Verkehrsqualität auf den Radfahrer ist die Routenwahl. Daher kann vermutet werden, dass eine mehrfach gewählte Route vom Radfahrer als qualitativ mindestens genügend eingestuft wird (vorausgesetzt es stehen alternative Routen zur Verfügung). STINSON und BHAT 2003 haben dahingegen die Reisezeit in ihrer Stated Preference Befragung zur Routenwahl von Radfahrern als dominierendes Merkmal festgestellt, was in den vorgeschlagenen Kriterien nicht mehr aufgenommen wird und in den bestehenden Regelwerken über die Durchschnittsgeschwindigkeiten abgebildet wird. Als zweit- und dritt wichtigstes Kriterium wurden separate Radwege und die Klassierung der Strasse genannt.

Die Einteilung der VQS von Radfahrern wird in Dänemark aufgrund des MIV- Aufkommens und der Durchschnittsgeschwindigkeit des MIV an verschiedenen Ortslagen vorgenommen (vgl. Abbildung 12). In ländlichen Gebieten (c), wo die Durchschnittsgeschwindigkeiten über 60km/h betragen, kann demnach kaum eine zufrieden stellende Verkehrsqualität für Radfahrer auf demselben Fahrstreifen erreicht werden. Im städtischen Gebiet (b) wird dagegen eher das Verkehrsaufkommen des MIV für die Beurteilung der VQS der Radfahrer massgebend.

Abbildung 12: Beispiele von Radfahrer VQS



Quelle: Jensen 2007, S. 50

Radfahrer VQS in Abhängigkeit der MIV Geschwindigkeit und des MIV Aufkommens mit

a) Breite des nächsten Fahrstreifens 3.75m

b) Städtische Strasse mit Gehsteigen und MIV Geschwindigkeiten bis 65 km/h

c) Ländliche Gebiete ohne Gehsteige und MIV Geschwindigkeiten 70-90 km/h

PETRITSCH et al. 2007 haben für die Beurteilung von Strassenzügen eine Kombination von VQS mehrerer Strassensegmente getestet. In TRB 2008 werden für die verschiedenen Verkehrsmodi ebenfalls Berechnungsgrundlagen für ganze Strassenzüge aus einzelnen Anlageelementen bereitgestellt.

4.6.2 Öffentlicher Verkehr

Für die Qualität des öffentlichen Verkehrs werden meist die Frequenz sowie der Zugang zur Haltestelle als relevante Einflussgrössen genannt. Tabelle 9 enthält die von McLEOD empfohlenen Einflussgrössen der ÖV-Qualität. Er unterscheidet dabei zwischen Einzellementen (Haltestelle), einer gesamten Linie und dem ÖV-Netz. Diese Unterscheidung wird im TCQSM übernommen. Vermehrt wird darauf hingewiesen, die Qualität unter Berücksichtigung der tageszeitlichen Angebotsveränderungen zu beurteilen (vgl. FU und XIN 2007).

Die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) und weitere Verkehrsbetreiber wenden für die Planung ihres Angebotes zulässige Stehplatzauslastungen und Sitzplatzbelegungen an. Im Rahmen von Untersuchungen des IVT in den Städten Bern und Zürich wurde die maximale Stehplatzdichte (Jahresmittelwert) des Spitzenkurses einer Bus- oder Tramlinie mit 3 Pers./m² ermittelt. Werte, die diese Dichte übersteigen, werden von den Fahrgästen in der Regel nicht mehr akzeptiert und als Folge davon wird der nächste Kurs abgewartet (ANDERHUB et al. 2008).

Ein von FU und XIN 2007 vorgeschlagener Leistungsindex für die ÖV-Qualität, welcher auf dem Verhältnis von Autoreisezeiten und ÖV-Reisezeiten basiert (ähnlich zu SIMON 2001), ist für die vorliegende Problematik nur zweckdienlich, wenn die Reisezeiten für MIV und ÖV entlang einer ÖV-Route verglichen werden. Eine gute Annäherung an die Reisezeiten kann allenfalls auch über Reisegeschwindigkeiten erzielt werden.

Tabelle 9: Kriterien für die ÖV-Qualität

Haltestelle	Linie	Netz
Frequenz ¹	Frequenz ¹	% bediente Personen-Minuten ^{1,2}
Betriebszeiten ²	Betriebszeiten ²	Gebietsabdeckung
Fussgänger LOS	Fussgänger LOS	ÖV/MIV Reisezeiten
Erreichbarkeit	Erreichbarkeit	Frequenz
Fahrgastauslastung	Zuverlässigkeit	Betriebszeiten
Zusatzleistungen	Reisegeschwindigkeit	Fussgänger LOS
Zuverlässigkeit	ÖV/MIV Reisezeiten	Erreichbarkeit
	Fahrgastauslastung	Zuverlässigkeit
		Fahrgastauslastung
		Reisegeschwindigkeit
		Reisezeit
		Sicherheit

1: Angebotsanalyse auf Stundenbasis

2: Angebotsanalyse über mehrere Stunden/ einen Tag

Quelle: McLeod 2000, S. 226

KITTELSON et al. 2003 haben ein Handbuch für Messgrössen von ÖV-Kennwerten zusammengestellt. Dieses bietet eine Übersicht über 130 Kategorien mit über 400 Messgrössen zum ÖV, mit zusätzlichen Angaben zur Anwendung und entsprechenden Beispielen. In der Schweiz werden oftmals die Angebotselemente des ÖV aus Tabelle 10 angewendet und optimiert. Dazu gilt es anzumerken, dass die Angebotselemente Komfort, Preis, Distribution und Information aufgrund von lokalen Gegebenheiten unterschiedlich ausfallen und deshalb nur beschränkt für die Verkehrsqualität berücksichtigt werden können.

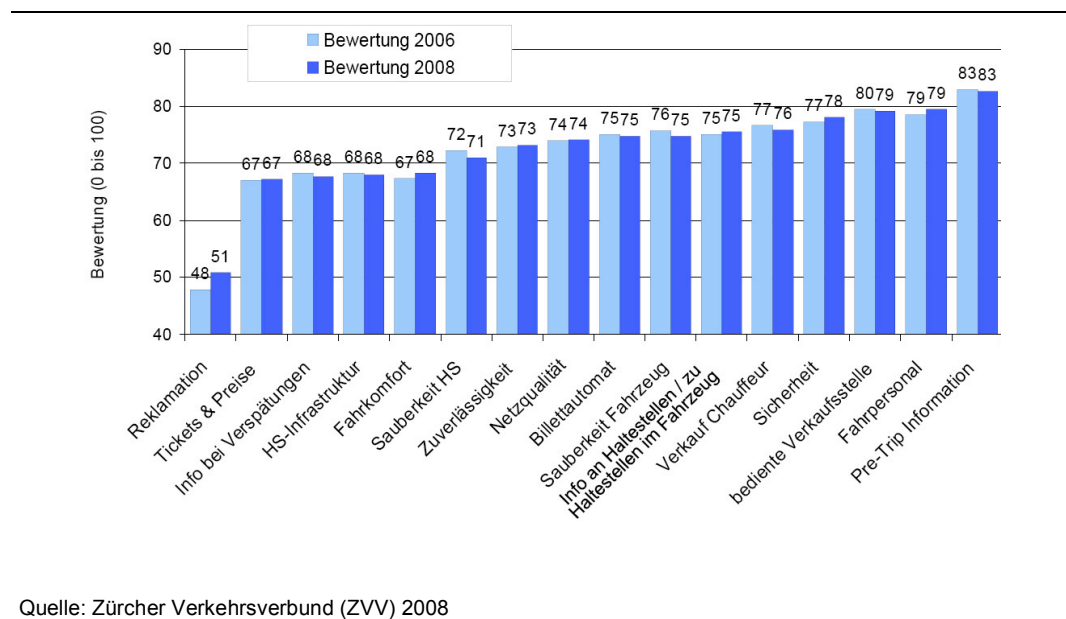
Tabelle 10: Angebotselemente des ÖV und Stellgrössen zur Beeinflussung

Angebots-elemente	Kundenrelevanz	Wichtigste Stellgrössen
Zugänglichkeit	Länge des Zugangsweges zum Einstiegspunkt oder vom Ausstiegspunkt zum Ziel	Streckenführung, Haltepunktanordnung
Verfügbarkeit	Zeitraum, während welcher Fahrtmöglichkeiten angeboten werden	Betriebszeiten
Häufigkeit	Wartezeit auf nächste Fahrgelegenheit.	Fahrplandichte, Haltepolitik
Beförderungsgeschwindigkeit	Zeitbedarf von Abfahrt bis Ankunft, Belastung des Zeitbudgets	Trassierung, Ausbauzustand der Strecke, techn. Standard des Rollmaterials, Haltedistanzen, Priorisierung an LSA
Direktverbindungen	Umsteigezwang	Linienbildung, Netzbildung
Zuverlässigkeit	Verspätungshäufigkeit, Häufigkeit des Ausfalls von Verbindungen	Ausbauzustand Strecke und Knoten, Rollmaterialeinsatz, Unterhaltszustand, Betriebsprozesse, Betriebsqualität
Komfort	Behaglichkeit	Rollmaterialausstattung, Rollmaterialzustand, Ausbauzustand der Haltepunkte
Preis	Kosten, Belastung des Haushaltsbudgets	Preisniveau Konkurrenzverkehrsmittel, Marktsituation des ÖV, Höhe der staatlichen Unterstützung
Distribution	Möglichkeiten zum Erwerb eines Fahrausweises	Distributionssysteme, Netze der Verkaufspunkte, Öffnungszeiten und Sortimente der Verkaufsstellen
Information	Erforderliche Kenntnisse zur Benützung des Systems	Informationsmittel, intuitive Gestaltung des Angebotssystems
Werbung	Motivation zur Benützung des öffentlichen Verkehrs	Gestaltung der Fahrzeuge, Anlagen, Medien; Direktkontakte zwischen der Unternehmung und den Kunden

Quelle: Weidmann 2008, S. 35

Kundenzufriedenheitsbefragungen, wie sie von Tarifverbänden oder Verkehrsbetreibern in der Schweiz regelmässig durchgeführt werden, gehen hinsichtlich Qualitätskriterien stark ins Detail. Die Kriterien der Verfügbarkeit werden in Abbildung 13 über die Netzqualität und die Zuverlässigkeit abgedeckt, welche in der Gesamtbetrachtung neben den Ticketpreisen das höchste Gewicht aufweisen.

Abbildung 13: Kundenzufriedenheitsbefragung ZVV 2006 und 2008

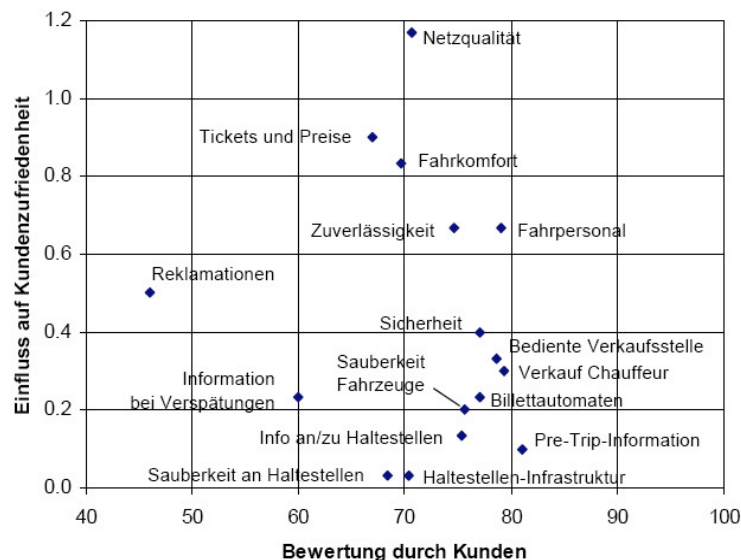


Die Netzqualität beinhaltet hierbei folgende Aspekte:

- Anschlüsse (Umsteigezeiten),
- Ausbau des Liniennetzes,
- Fahrzeiten,
- Direktverbindungen,
- Frequenz,
- Angebot in Randstunden und am Wochenende,
- Regelmässigkeit.

Für eine ausführliche Diskussion der Qualitätsmessung im ÖV wird an dieser Stelle auf SCHAD et. al 2009 und SCHNIPPE 1998 verwiesen. SCHAD et. al 2009 haben in ihrer Arbeit die Mittelwerte von 3 Kundenzufriedenheitsbefragungen in der Schweiz zusammengestellt und hinsichtlich des Einflusses auf die Kundenzufriedenheit untersucht (Abbildung 14). Daraus wird ersichtlich, dass Netzqualität, Fahrkomfort, Zuverlässigkeit und die Freundlichkeit des Personals die wesentlichen Einflussfaktoren darstellen. Diese können durch die von ROLFES 2000 ermittelten Qualitätsmerkmale bestätigt werden.

Abbildung 14: Einfluss von Kriterien auf die Kundenzufriedenheit



Quelle: SCHAD et al. 2009, S. 60

Die generelle Schwierigkeit bei der Beurteilung der ÖV-Qualität verursachen die verschiedenen Einflussfaktoren bei der Erstellung des Angebotes. Neben dem Kundeninteresse fliessen insbesondere finanzielle Überlegungen von verschiedenen Beteiligten (Bund, Kanton, Gemeinde sowie Verkehrsbetreiber) in die Leistungserstellung ein. Dieser Umstand erhöht die Komplexität der Qualitätserstellung sowie deren Bewertung, da vermehrt stochastische Kriterien und Servicekriterien angewendet werden.

4.6.3 Motorisierter Individualverkehr

Die von FLANNERY et al. 2005 festgestellten Einflussfaktoren auf die Qualitätsbeurteilung durch Autofahrer sind:

- Stau,
- Durchschnittsgeschwindigkeit,
- Vorhandensein eines Linksabbiegestreifens,
- Effizienz der LSA,

- Wartezeiten an LSA,
- grüne Welle und
- die Qualität des Strassenbelages.

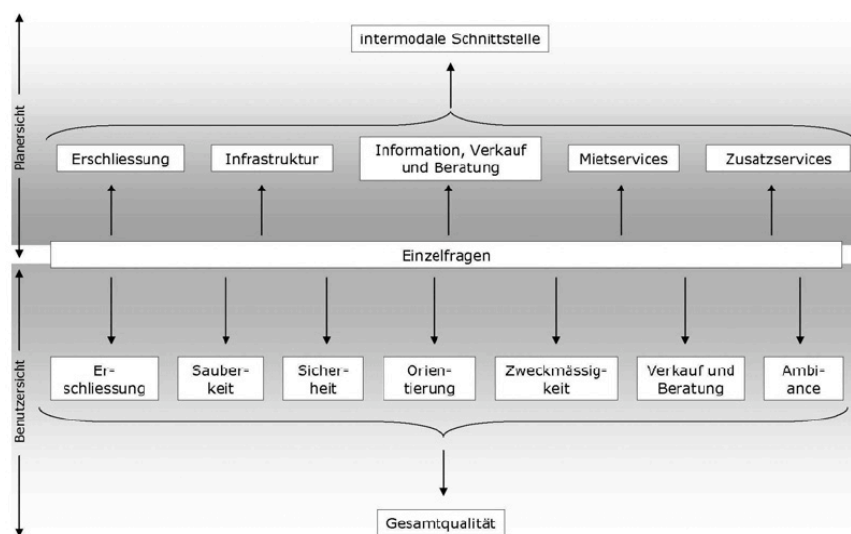
Bezüglich der Rangfolge und des Gewichtes der verschiedenen Einflussfaktoren muss aufgrund länderspezifischer Ausgangssituationen ein Unterschied bei der Verkehrsqualitätsbeurteilung auf Schweizer Strassen vermutet werden.

Das Kriterium der Reisezeit ist in den meisten Untersuchungen einer der wesentlichen Einflussfaktoren auf die Verkehrsqualität des MIV. Neuere Arbeiten stellen jedoch eine steigende Bedeutung der Zuverlässigkeit fest. MAILER et al. 2008 entwickeln einen Pufferzeitindex (PZI), welcher die Verlustzeit in ein Verhältnis zur idealen Reisezeit stellt, um eine Vergleichbarkeit auf verschiedenen Routen zu gewährleisten. BRILON 2008 führt einen Ansatz über einen Reisezeitindex (RZI) ein, welchem ähnliche Annahmen zugrunde liegen wie dem PZI. Die Zuverlässigkeit wird hierbei als Mass für die Planbarkeit verwendet, was insbesondere bei der Beurteilung von Stausituationen eine wesentliche Rolle spielt. Tritt auf einer Route regelmässig Stau auf, wird dieser vom Verkehrsteilnehmer aufgrund einer erfahrungsbasierten Schätzung einberechnet. In diesen Fällen beeinflusst ein regulärer Stau die Zuverlässigkeit nur gering, solange diese Zeitverluste wiederkehrend sind. Diese Überlegung führt dazu, dass entsprechend der Tagesganglinie unterschiedliche Anforderungen an die Verkehrsqualität im Sinne der Reisegeschwindigkeit oder der Reisezeit einer Route gestellt werden. Diese Erkenntnis deckt sich mit der in Kapitel 1.3.3 formulierten Festlegung der „Erwartung des Verkehrsteilnehmers“.

4.6.4 Multimodale Schnittstellen

Zur Beurteilung von multimodalen Schnittstellen, hier verstanden als Schnittstelle, wo von einem Verkehrsmodus auf einen anderen gewechselt wird (z.B. Haltestellen, Parkieranlagen), existieren in der Schweiz wenig Grundlagen. Am weitesten fortgeschritten ist die Beurteilung von Schnittstellen im öffentlichen Verkehr nach funktionalen Elementen (DE TOMMASI et al. 2004) und die Weiterentwicklung zur Ausgestaltung von multimodalen Umsteigepunkten (VAN de WETERING et al. 2007). Die Studie zur Ausgestaltung dieser Anlagen basiert auf der Wahrnehmung der Nutzer und versucht diese in Planerkriterien zu überführen (vgl. Abbildung 15).

Abbildung 15: Planung und Wahrnehmung von multimodalen Schnittstellen



Quelle: Van de Wetering 2007, S. 25

Mit dem verkehrspolitischen Ziel der Förderung der kombinierten Mobilität wird Wegeketten und damit multimodalen Umsteigepunkten zunehmend Beachtung geschenkt. Die Arbeiten der vorliegenden Vorstudie konzentrieren sich trotzdem schwerwichtig auf die Verkehrsqualität von Verkehrselementen und Abschnitten welche teilweise auch einen Anteil der Verkehrsqualität von multimodalen Schnittstellen abdecken. Dies insbesondere durch die Qualitätskriterien der Fussgänger und des ÖV. Falls es notwendig erscheint, wird Bezug auf multimodale Schnittstellen genommen, respektive die Erkenntnisse für die Folgeforschung festgehalten.

4.7 Angewendete Methoden

Im Folgenden werden die angewendeten Methoden zur Ermittlung der Wahrnehmung der Verkehrsqualität und zur Auswertung dieser – in der Regel subjektiven – Bewertungen zusammengefasst.

4.7.1 Erhebung der Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmer

Wie aus den vorangehenden Kapiteln ersichtlich wird, hat sich der Fokus der Verkehrsqualitätsbeurteilung von einer rein verkehrstechnischen Sicht auf die Wahrnehmung des Verkehrsablaufes durch die Verkehrsteilnehmer ausgeweitet. Für die Erhebung der Wahrnehmung werden verschiedene Methoden angewendet. In Tabelle 31 im Anhang ist ein Überblick über angewendete Erhebungsmethoden aus diversen Studien zusammengestellt.

Für die Erhebung der Wahrnehmung der Verkehrsqualität von **Fussgängern und Radfahrern** wird in der Regel auf Revealed Preference Befragungen zurückgegriffen. Dabei können folgende Ausprägungen der Methode zum Einsatz kommen (LANDIS et al. 1997 und 2005; JENSEN 2007; INFRAS 2008):

- Aktive Begehungen im Feld: Teilnehmer werden angehalten, einer vorgegebenen Route zu folgen und die empfundene Verkehrsqualität direkt nach jedem absolvierten Teilstück zu bewerten.
- Passive Beobachtungen: Teilnehmer beobachten die Situation im Feld passiv und geben eine Einschätzung der empfundenen Verkehrsqualität ab.
- Interviews im Feld: Passanten / Radfahrer welche den betrachteten Abschnitt durchquert haben, werden angehalten und gebeten, diesen Abschnitt hinsichtlich der empfundenen Verkehrsqualität zu bewerten.
- Simulationen: Teilnehmern wird ein Video (still oder bewegt im Verkehrsfluss) gezeigt, worauf diese die Verkehrsqualität bewerten.
- Fokusgruppen: Interviews mit Teilnehmern, um herauszufinden, welche Qualitätsmerkmale für ihre Qualitätsbewertung relevant sind und wie sie einzelne Strassenabschnitte einstufen. Diese Methode beinhaltet im Gegensatz zu den obenstehenden Möglichkeiten auch Interaktionen zwischen den Studienteilnehmern in Form von Gruppendiskussionen.

Die Wahrnehmung des ÖV wird entsprechend dem Zufriedenheitsgrad mit dem Angebot des **öffentlichen Verkehrs** oftmals über Kundenzufriedenheitsbefragungen (vgl. SCHAD et al 2009) ermittelt. Die EN 13816 schlägt daneben weitere Methoden zur Erhebung der Dienstleistungsqualität vor:

- Kundenzufriedenheitsbefragungen: Direkte Befragung der Kunden des ÖV zu definierten Kriterien des ÖV-Angebotes (vgl. Abbildung 13).
- Testkunden (Mystery Shopper) oder interne Prüfer: weitere qualitätsrelevante Daten aus betrieblicher Sicht (z.B. Sauberkeit der Busse, Freundlichkeit des Personals) können entweder durch externe Testkunden oder durch interne Prüfer erhoben werden.
- Unmittelbare Leistungsmessung (Direct Performance Measures): Darunter wird die Erhebung von Leistungsdaten mittels technischer Hilfsmittel (z.B. Betriebsdatenauswertung zur Ermittlung der Pünktlichkeit) oder Zählungen/Schätzungen vor Ort verstanden.

Die EN 15140 zur Messung der erbrachten Dienstleistungsqualität erfordert in einem ersten Schritt die Formulierung der Kundensicht je Kriterium der Dienstleistungsqualität (aus Kundenbefragungen), die Darlegung der Managementsicht und den Anteil der Kunden, die von der Dienstleistung profitieren. Daraufhin wird der Dienstleistungsstandard bestimmt und der Erreichungsgrad ermittelt.

Für die Erfassung der Wahrnehmung der **Autofahrer** werden neben Befragungen, Fokusgruppen (z.B. HALL et al. 2001) und Simulationen auch In-vehicle Felduntersuchungen angewendet (PECHEUX et al. 2004; LEE et al. 2007; MAILER et al. 2008).

Folgerung

Für die Erfassung der Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmer hinsichtlich der Entwicklung einer multimodalen Verkehrsqualität müssen die Erhebungsmethoden – insbesondere für die Fussgänger, Radfahrer und den MIV – konsistent sein. Hierfür sollen unterschiedliche Verkehrszustände von den jeweiligen Verkehrsteilnehmern bewertet werden. Um den Befragungsaufwand zu reduzieren, wurden in anderen Studien Videosimulationen von verschiedenen Verkehrssituationen verwendet und durch die Studienteilnehmer beurteilt.

Für die Verkehrsqualität des öffentlichen Verkehrs ist es notwendig, neben dem Verkehrsablauf auch das Verkehrsangebot in die Bewertung einfließen zu lassen, was nicht durch Videosimulationen abgebildet werden kann. Aus diesem Grund ist für diesen Modus eher auf Befragungen vor Ort zurückzugreifen.

Die Beurteilungen der Verkehrsteilnehmer bilden somit die Basis für die multimodalen Verkehrsqualitätsstufen, welche – entsprechend Abbildung 6 – durch geeignete Kriterien abgebildet und berechnet werden soll.

4.7.2 Auswertung von subjektiven Bewertungen

Ein neuer Vorschlag zur multimodalen Analyse von Strassen innerorts beruht auf Nutzenfunktionen zur Erklärung der Verkehrsqualitätsbewertungen mittels Logit und Probit Modellen (z.B. im HCM). LEE et al. 2007 schreiben den herkömmlichen Methoden eine ungenügende Berücksichtigung der Wahrnehmung zu und haben eine Weiterentwicklung durch *Fuzzy Techniken*¹ in Kombination mit der *Cultural Consensus Analysis* getestet. Dies hat den Vorteil, dass die unscharfen, subjektiven Werte untersucht und geeignet ausgewertet werden können, indem sie dem regionalen oder nationalen Konsens gegenübergestellt werden. Die Methode der Cultural Consensus Analysis wird generell angewendet, um eine nicht festgelegte Lösung zu finden, welche lediglich vom subjektiven Wissenstand einer Untersuchungsgruppe abhängt und nicht durch unterschiedliche kulturelle Ausprägungen beeinflusst wird (ROMNEY et al. 1986).

¹ Fuzzylogik [; englisch fuzzy »verschwommen«, »unscharf«], im weiteren Sinn Erweiterung der klassischen Logik und Mengenlehre, die anstelle der klassischen (»scharfen«) Wahrheitswerte 0 (»falsch«) und 1 (»wahr«) beliebige Zahlen des reellen Einheitsintervalls als (»unscharfe«, kontinuierliche) Werte zulässt, sodass eine Darstellung und Verarbeitung unpräziser Informationen (wie z. B. »stark bewölkt«, »ziemlich heiss«, »scharf bremsen«) möglich ist. (...) Die Fuzzylogik (im weiteren Sinn) liefert direkte Methoden zur Darstellung des oft ungenauen Alltagswissens und zur Automatisierung unscharf formulierter Handlungsanweisungen. (...) (Quelle: Brockhaus - Die Enzyklopädie: in 30 Bänden. 21., neu bearbeitete Auflage, Leipzig.)

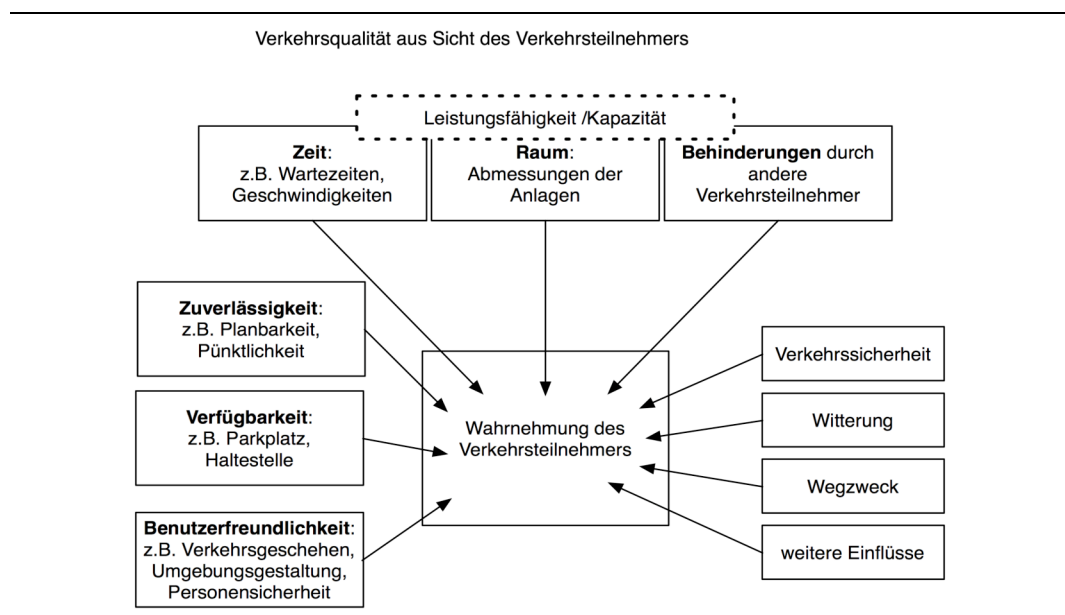
5 Synthese aus Praxis und Forschungsstand

5.1 Grundanforderungen der Verkehrsteilnehmer

Auf Grundlage der recherchierten Literatur aus Praxis und Forschung wurde eine Vielzahl von Kriterien, welche die Verkehrsqualitätswahrnehmung des Verkehrsteilnehmers beeinflussen, zusammengestellt. Die Kriterien der Verkehrsqualität lassen sich unabhängig vom Verkehrsmodus in sechs allgemeingültige Grundanforderungen der Verkehrsteilnehmer an den Verkehrsablauf einordnen (vgl. Abbildung 16):

- **Zeit:** Der Verkehrsteilnehmer will innerhalb adäquater Zeit – entsprechend der erwarteten Geschwindigkeit – sein Ziel erreichen, möglichst ohne Umwege und Wartezeiten.
- **Raum:** Der Verkehrsteilnehmer hat einen bestimmten Raumsanspruch, um sich fortzubewegen. Mindestabmessungen werden in den Normen geregelt, was darüber hinausgeht und somit die Trennung zu anderen Verkehrsteilnehmern erhöht, wird unter der Anforderung Raum subsummiert. Zusätzlich spielt es eine Rolle, wo dieser Raum zur Verfügung gestellt wird (z.B. bei Fussgängerquerungen).
- **Behinderungen:** Der Verkehrsteilnehmer will auf seinem Weg nicht durch Andere behindert werden. Darunter sind Behinderungen im engeren Sinne – durch Verkehrsteilnehmer des eigenen Verkehrsmodus oder eines andern Modus auf derselben Verkehrsfläche – zu verstehen.
- **Zuverlässigkeit:** die Reisezeit (Fahr- oder Gehzeit), respektive die Ankunftszeit sollen unter Einbezug von Erfahrungswerten planbar und pünktlich sein.
- **Verfügbarkeit:** Das Verkehrsangebot soll jederzeit verfügbar sein. Dabei wird angenommen, dass die Erschliessung mittels Strasse grundsätzlich gewährleistet ist. Vielmehr geht es im Individualverkehr darum, die für die Benützung des Verkehrsmittels notwendigen Abstellplätze vorzufinden. Für den ÖV bedeutet dies, dass das Verkehrsangebot zeitlich und örtlich innerhalb der Betriebszeiten verfügbar sein soll.
- **Benutzerfreundlichkeit:** Ist eine Anlage nicht benutzerfreundlich, wird sie – falls Alternativen bestehen – weniger frequentiert. Dies ist insbesondere für Fussgänger und Radfahrer ein wichtiger Aspekt. Hinsichtlich Benutzerfreundlichkeit sind oftmals die umgebende Raumnutzung, resp. das Verkehrsgeschehen (z.B. Fussweg entlang einer Strasse mit hoher MIV-Verkehrsbelastung) in einem hohen Mass ausschlaggebend.

Abbildung 16: Objektive Einflüsse auf die Verkehrsqualität



Neben diesen genannten sechs Anforderungen der Verkehrsteilnehmer ist die Gewährleistung der *Sicherheit* ebenfalls eine Grundanforderung für die Verkehrsteilnahme. Dieser Aspekt wird über die *Verkehrssicherheit* abgedeckt. Ausgehend von der Normkonformität von Anlagen und dem Verkehrsbetrieb wird angenommen, dass die Verkehrssicherheit gegeben ist. Zusätzlich wird für die Verkehrsqualität derjenigen Verkehrsteilnehmer mit einem höheren Sicherheitsempfinden, wie Fussgänger und Radfahrer, dieser Anspruch als *Personensicherheit* in der Benutzerfreundlichkeit einer Anlage/Strecke berücksichtigt.

In einigen recherchierten Dokumenten wird ebenfalls vom Einfluss der *Witterung* auf das Qualitätsempfinden der Verkehrsteilnehmer – besonders für Fussgänger und Radfahrer – berichtet. Hinsichtlich der Anforderungen verschiedener Nutzergruppen an den Verkehr wird oftmals zwischen verschiedenen *Wege Zwecken*, bzw. Fahrtzwecken unterschieden. Auch dieser Aspekt kann für die Ermittlung der Verkehrsqualität nicht berücksichtigt werden, da die Verkehrsqualität allgemeingültig sein soll und daher nicht meteorologische Ereignisse und Ansprüche von einzelnen Nutzergruppen/ Wegzwecke separat einfließen können.

5.2 Feststellungen aus Praxis und Forschungsstand

Werden die bisher angewendeten Kriterien zur Qualitätsbeurteilung aus den Regelwerken mit den Forschungsergebnissen der letzte Jahre verglichen, wird ersichtlich, dass sich die Qualitätsperspektive zugunsten der Sicht der Verkehrsteilnehmer entwickelt hat. Den neuesten Verkehrsqualitätsbeurteilungen für Fussgänger, Radfahrer und für den ÖV werden vermehrt die Anforderungen der Nutzer zugrunde gelegt. Für die Erarbeitung eines multimodalen Verkehrsqualitätsverständnisses wird es notwendig, die bestehende Basis der VQS zu erweitern und zweckmässig zu strukturieren. Zusammenfassend können folgende Aussagen postuliert werden:

- Die Verkehrsqualitätsbeurteilung soll die Sicht der Verkehrsteilnehmer angemessen wiedergeben. Qualitätsverbesserungen sollen vom Verkehrsteilnehmer auch als solche wahrgenommen werden können.
- Aufgrund der spezifischen Eigenschaften eines Verkehrsmodus werden unterschiedliche Erwartungen geweckt (Leistungsversprechen).
- Die verkehrsmittelübergreifenden Einflüsse auf die Qualitätswahrnehmung eines Verkehrsmodus müssen berücksichtigt werden, wo relevant.
- Die angewendeten verkehrstechnischen Kriterien zur Beurteilung der Verkehrsqualität beeinflussen lediglich einen Teil der Wahrnehmung. Das Spektrum der Qualitätskriterien muss daher über die verkehrstechnischen Kriterien hinaus entsprechend erweitert werden. Aspekte der Leistungsfähigkeit bleiben ein wesentlicher Bestandteil der Qualitätsbetrachtung, müssen für den ÖV, Fussgänger und Radfahrer neu erarbeitet und sinnvoll integriert werden (vgl. Abbildung 16).
- Entsprechend der Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmer fließen je nach Betrachtungsebene (Einzelelement, Strecke, Netz) unterschiedliche Kriterien in die Qualitätsbeurteilung ein.
- Die Messgrössen der Qualität müssen einerseits die Wahrnehmung abbilden und andererseits für die Planenden handhabbar sein (vgl. Abbildung 6).
- Die Ermittlung der Wahrnehmung der Verkehrsqualität wurde in den führenden Forschungsarbeiten mittels Bewertung von Videosequenzen vorgenommen. Teilweise kamen auch Fotos und Befragungen/Beobachtungen im Fahrzeug oder Begehungen hinzu.
- Allgemeingültige Erfahrungswerte und daraus resultierende Erwartungen an den Zustand des Verkehrsablaufes sollen in die Betrachtung einfließen.
- Eine getrennte Sichtweise von Leistungsangebot im Sinne der Leistungsfähigkeit für die verkehrstechnische Dimensionierung von Anlagen und Verkehrsqualität, welche neben dem Leistungsangebot weitere Qualitätskriterien berücksichtigt, wird angestrebt.
- Kriterien der Leistungsfähigkeit finden mehrheitlich auf der Planungs- und Projektierungsstufe Eingang in die Verkehrsqualitätsbetrachtung.

5.3 Angewendete Qualitätsmerkmale

In Tabelle 11 ist eine Übersicht über die – durch die Forschungsergebnisse ergänzten – Qualitätsmerkmale zusammengestellt. Die Kriterien wurden aus dem aktuellen nationalen und internationalen Forschungsstand hergeleitet und mit den Verkehrsqualitätskriterien wie sie in der Praxis verwendet werden, ergänzt.

In einem nächsten Schritt gilt es, die unterschiedlichen Anwendungen und Detaillierungsgrade festzulegen, um für jede Planungsstufe entsprechende Qualitätskriterien zu ermitteln. Die Festlegung der definitiven Qualitätskriterien und Ermittlung der Gewichtungen für die Qualitätsberechnung ist Gegenstand der Folgeforschungen.

Tabelle 11: Übersicht über angewendete Qualitätsmerkmale aus Regelwerken (grau hinterlegt) und Forschungsberichten.

Planungsstufe	Merkmale			
	FG	RF	ÖV	MIV
Planung und Projektierung	Direktheit (Linienführung, Netzdichte), mittlere Wartezeit an Knoten mit LSA, Überholvorgänge und Begegnungsfälle, Breite des Fussweges, Anordnung von Querungen und Querungshilfen, Verkehrsvolumen MIV und RF und Durchschnittsgeschwindigkeit MIV Seitl. Trennung zwischen MIV und FG.	Direktheit (Linienführung), Mittlere Wartezeit an Knoten, Behinderungen durch andere Verkehrsteilnehmer, Längsneigung Verkehrsvolumen MIV und Durchschnittsgeschwindigkeit MIV, Schwerverkehrsanteil Seitl. Trennung zw. RF und MIV sowie zw. RF und FG Längsparkierung .	Verfügbarkeit (Gebietsabdeckung, Haltestellenentfernung, Betriebsdauer), Zugänglichkeit, Häufigkeit (Frequenz), Betriebsdauer Fahrkomfort Haltestelle (Anordnung, Ausstattung und Gestaltung).	Mittlere Wartezeit an Knoten, Schwerverkehrsanteil, Anteil Radfahrer.
Betrieb und Ereignisse	Fussgängerdichte, Fussgängerstärke, Mittlere Gehgeschwindigkeit.	Mittlere Wartezeit an Knoten, Fahrtunterbrechungen, Geschwindigkeit RF, Kreuzungsmanöver, Fahrbahnzustand.	Zuverlässigkeit (Pünktlichkeit, Regelmässigkeit, Störungswahrscheinlichkeit) Passagierdichte, (Auslastung, Sitzplatz-, resp. Stehplatzverfügbarkeit), Geschwindigkeit (Beförderungsgeschwindigkeit, Umsteigezeiten, Anschlusssicherung, Reisezeitdifferenzen ÖV-MIV).	MIV-Dichte (Auslastungsgrad, Verkehrsdichte, Verkehrsbelastung) Mittlere Reisegeschwindigkeit, mittlere Wartezeit an Knoten, Zuverlässigkeit/ Planbarkeit.
Service und Begleitumstände	Umfeldqualität/ umgebende Raumnutzung, Sicherheitsempfinden, Orientierungshilfen, Luft- und Lärmbelästigung, Anzahl und Breite Fahrstreifen MIV.	Umfeldqualität/ umgebende Raumnutzung, Sicherheitsempfinden, Vorhandensein ÖV-Haltestelle, Anzahl und Breite Fahrstreifen MIV.	Verfügbarkeit von Informationen, Kundenbetreuung (inkl. Fahrpersonal), zusätzliche Ausstattung.	

5.4 Zusätzliche Qualitätsmerkmale

Qualitätsmerkmale, welche in den Regelwerken und Forschungsbeiträgen nicht enthalten sind, aber dennoch einen Beitrag zur Wahrnehmung der Verkehrsqualität leisten können, sind in Tabelle 12 zusammengestellt. Diese stammen aus Inputs der Begleitkommission und sind weder in anerkannten Forschungsbeiträgen noch in den Regelwerken aufgeführt.

Aufgrund der Abgrenzungskriterien aus Kapitel 1.3 wird die Mehrzahl dieser Kriterien nicht in die engere Auswahl für die Verkehrsqualitätsberechnung übernommen.

Tabelle 12: Zusammenstellung zusätzlicher Qualitätskriterien

Merkmale			
FG	RF	ÖV	MIV
Öffnungszeiten Parkanlagen, Geltung Fussgängerzonen etc. Trampelpfade, FG-Phasenunterdrückung an LSA, Veloführung / Güterumschlag auf Gehbereich, Haltestellen ÖV, Signal-/ Wegweiseranordnung/ Werbung auf Gehbereichen, Anordnung Geh- zu Wartebereiche, Sichtweiten, Vortrittsverhältnisse, Vortrittsregelung, Sauberkeit, Unterhalt, Belag, Spritzwasser, Wahlmöglichkeit für Verbindung, Höhe Randstein / Haltekanten Überhol- / Begegnungsmöglichkeiten, Verweilflächen, Hindernisfreiheit, Witterungsschutz, Nutzbarkeit Umfeld, Abwechslungsreiche Gestaltung, Sitz- und Aufenthaltsmöglichkeiten, öffentliche Toiletten, Beleuchtung.	Abbiege-/Querungs- möglichkeiten, (Quartier-) Durchlässigkeit Netzdichte, RF-Phasenunter- drückung an LSA, Behinderung durch MIV- Rückstau oder Güterumschlag, Anordnung der MIV- Parkierung, gemischte Verkehrsflächen FG/RF, Verkehrsregime, Vortrittsverhältnisse, Ausgestaltung der Abbiegebeziehung, Beleuchtung, Tramgeleise, Begrenzungshöhe der RF-Anlage, nebeneinanderfahren möglich, Überholmöglichkeiten, ÖV-Aufkommen / - Geschwindigkeit auf gemeinsamen Verkehrsflächen, Sauberkeit, Unterhalt, Breite der Radverkehrsanlage, Abstand zu Tramgeleisen, Lage, Anzahl und Ausstattung der Abstellplätze, Ausgestaltung Aufstellbereiche, logische Führung, Durchgängigkeit Radrouten.	RF-Aufkommen / - Geschwindigkeit auf gemeinsamen Verkehrsflächen, Vortrittsverhältnisse an Haltestellen, Werbeplakate, Umgebung.	PP-Verfügbarkeit, Anmarschweg, -zeit von/zum PP, Werbeplakate, Umgebung, Orientierung.

6 Multimodale Verkehrsqualität

6.1 Anforderungen

Vorausgehend werden die Anforderungen an multimodale Verkehrsqualität (mmVQ) festgehalten.

- Die Wahrnehmung der Verkehrsqualität aus Sicht der Verkehrsteilnehmer soll bestmöglich abgebildet werden. Dabei wird unter Verkehrsqualität die vom Verkehrsteilnehmer empfundene Güte des Verkehrsablaufes verstanden.
- Die Einflüsse und Wechselwirkungen von anderen Verkehrsmodi sind entsprechend zu berücksichtigen.
- Es wird eine Vergleichbarkeit der Verkehrsqualität zwischen den verschiedenen Verkehrsmodi angestrebt, im Sinne von $mmVQ_{FG} C = mmVQ_{RF} C = mmVQ_{OV} C$.
- Die mmVQS sollen für die Anwender mit einem vertretbaren Aufwand berechnet/ermittelt werden können.
- Durch die mmVQS sollen Wirkungen von geplanten (Verkehrs-) Massnahmen auf die Verkehrsqualität aller Verkehrsmodi abgeschätzt werden können.
- Allgemeinen Erfahrungswerten (Unterscheidung HVZ und NVZ u.ä.) soll Rechnung getragen werden.

6.2 Modell der multimodalen Verkehrsqualität

Wie in den vorangehenden Kapiteln aufgezeigt, beeinflusst eine Vielzahl von Kriterien die Wahrnehmung des Verkehrsablaufes und demnach die Verkehrsqualität. Um die Verkehrsqualität im Sinne einer mmVQ bestimmen zu können, ist eine gemeinsame Basis notwendig, welche einzig durch die Beurteilung des Verkehrsablaufes durch die Verkehrsteilnehmer (z.B. Zuordnung zu Stufen A-F) gewährleistet werden kann. Diese Bewertungen der Verkehrsqualität je Verkehrsmodus dienen der Kalibrierung des Modells der mmVQ, welches durch geeignete Messgrössen gebildet wird.

Das allgemeine Modell für die mmVQ – unabhängig vom Verkehrsmodus – lautet entsprechend der Anforderungen der Verkehrsteilnehmer (vgl. Kapitel 5.1):

$$mmVQ = f(\text{Zeit, Raum, Behinderungen, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Benutzerfreundlichkeit}) \quad (1)$$

wobei sich die jeweiligen Messgrössen für die Anforderungen je Verkehrsmodus durchaus unterscheiden können. Das zu verifizierende allgemeine Modell kann schlussendlich wie folgt formuliert werden:

$$mmVQ_i = a_{1i}[f_i(\text{Zeit})] + a_{2i}[f_i(\text{Raum})] + a_{3i}[f_i(\text{Behinderungen})] + a_{4i}[f_i(\text{Zuverlässigkeit})] + a_{5i}[f_i(\text{Verfügbarkeit})] + a_{6i}[f_i(\text{Benutzerfreundlichkeit})] + c_i \quad (2)$$

i = Verkehrsmodus,

a_i = (zu ermittelnder) Koeffizient je Verkehrsmodus i

$f_i(x)$ = (zu ermittelnde) Funktion der Anforderung x für den Verkehrsmodus i

c_i = Konstante je Verkehrsmodus i

Die in den nachfolgenden Tabellen zusammengestellten Qualitätskriterien bieten einen umfassenden Überblick über mögliche Messgrössen. Diese fliessen in die Folgeforschung ein. In der Folgeforschung wird ermittelt, welche Kriterien einen relevanten Beitrag zu den oben genannten Anforderungen an die Verkehrsqualitätsbestimmung leisten. In diesem Sinne wird der nachfolgende Kriterienpool für die Verkehrsqualität in der Folgeforschung konsolidiert.

6.3 Kriterien der Fussgängerqualität

Die Kriterien der Fussgängerqualität beziehen sich mehrheitlich auf Behinderungen durch andere Verkehrsteilnehmer (FG, RF, ÖV und MIV) und die Qualität im Sinne einer benutzerfreundlichen Ausgestaltung der Fussgängeranlagen. Speziell für den Fussgängerverkehr gilt es zu unterscheiden zwischen:

- Strassenbegleitendem (längsgerichtet) und
- Strassenquerendem Verkehr.

Für das Modell der Qualitätsbeurteilung aus Sicht der Fussgänger werden die in Tabelle 13 aufgelisteten Kriterien und Messgrössen zur empirischen Überprüfung in der Folgeforschung empfohlen. Zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit muss in der Folgeforschung ein geeigneter Beurteilungsleitfaden für Kriterien, die sich als signifikant erweisen, aber die nicht quantitativ erfasst werden können, festgelegt werden. Nominale Merkmale wie beispielsweise der Querungstyp oder Strassentyp sollen ebenfalls als Variable in die Modellierung der Verkehrsqualität einbezogen werden.

Die Berechnung der *Direktheit*, welche eine wesentliche Anforderung von Fussgängern und Radfahrern darstellt, basiert auf der Differenz zwischen der effektiven Strecke und der Luftliniendistanz (vgl. 6.4).

Die unter der Benutzerfreundlichkeit aufgelistete *Personensicherheit* muss qualitativ überprüft werden (wie beispielsweise in ASTRA 2008, S. 41). Dort werden die Anzahl problematischer Stellen entlang einer Route summiert, wobei die folgende Hilfestellung gewährt wird:

- Positiv: soziale Kontrolle (Belebtheit), Einsehbarkeit, Beleuchtung.
- Negativ: fehlende soziale Kontrolle (z.B. Industriegebiet, Wald), fehlende Beleuchtung, dunkle, enge oder lange Unterführungen)

Hinweise zur Erhebung der Daten für den Fussgängerverkehr können unter anderem dem SVI Forschungsbericht von ZWEIBRÜCKEN et al. 2005 entnommen werden.

Tabelle 13: Kriterien und Messgrössen der Fussgängerqualität

Kriterium	Bezeichnung	Messgrösse(n)			
			Einzelelement	Strecke	Netz
Zeit					
Direktheit	Direkte Linienführung/ Umfwegfaktoren ¹	-Verhältnis zwischen Luftlinien- und Gehdistanz	x	x	
Wartezeit an LSA	Wartezeiten	-mittlere Wartezeit [sec] ²	x	x	x
Geschwindigkeit	Realisierbare Gehgeschwindigkeit	-[m/sec]	x	x	
	Wartezeiten an LSA	-[sec]	x	x	x
	Durchschnittliche Reisezeit	-[min]		x	
Raum					
Zugewiesener Raum	Breite der FG-Anlage	-Breite [m]	x	(x)	
	Art der Anlage/Querungstyp ³ ,	-Qualitativ [-], Liste	x	x	
	Querungsangebot,	-Qualitativ [-]		x	
	Querungselemente	-Qualitativ [-]	x	x	
	Strassentyp	-Qualitativ [-]	x	x	
Behinderungen					
Konflikte mit Anderen	Konflikte mit RF	-Anzahl [#h] oder qualitativ [-]	x	x	
	Anzahl Begegnungsfälle mit FG	-Anzahl [#h] oder qualitativ [-]	x	x	
	Konflikte an ÖV-Haltestellen	-Qualitativ [-]	x	(x)	
	Anzahl Überholvorgänge FG	-Anzahl [#h] oder qualitativ [-]		x	
	Rechtsabbiegevorgänge MIV	-Anzahl [#h] oder qualitativ [-]	x	x	
Fussgängerdichte	FG-Verkehrsstärke	-[Pers/sec] oder [Pers/(Min*m)]	x		
	FG-Verkehrsdichte	-[Pers/m ²]	x	x	
	Bewegungszeit	-bei Querungen: [m ² *Min] oder Fussgängerstrom	x	(x)	
		[Pers*Min]			
Zuverlässigkeit					
Verfügbarkeit					
Benutzerfreundlichkeit					
Orientierung	Wegweisung	-Qualitativ [-]	x	x	
	Verkehrsaufkommen MIV	-[Fz/Zeitintervall]	x	x	
Verkehrsablauf anderer Verkehrsarten	Verkehrsaufkommen RF	-[RF/Zeitintervall]	x	x	
	Durchschnittliche Geschwindigkeit MIV	-[km/h]	x	x	
	Frequenz ÖV	-[Kurse/h] oder Takt	x	x	
Einfluss der Umgebung ⁴	Umgebende Raumnutzung	-Qualitativ [-],	x	x	
	Luft und Lärmbelästigung	-Messwerte PM ₁₀ , CO ₂ und [dB]	x	x	x
	Bepflanzung	-Qualitativ [-]	x	x	
	Gestaltung der FG-Anlage	-Qualitativ [-]	x		
	Anzahl und Breite	-Anzahl [#] und Breite [Meter]	x	x	
	Fahrstreifen MIV /RF				
Sicherheitsempfinden	Trennung zwischen FG und MIV	-Qualitativ [-], z.B. Vorhandensein Längsparkierung	x	x	
	Personensicherheit (soziale Sicherheit)	-Qualitativ [-]	x	x	x

¹ Vgl. SN 640 070, S. 14

² aus bestehenden Normenwerken

³ Vgl. SN 640 240 für Begriffsdefinitionen

⁴ Vgl. SN 640 070, S. 14

6.4 Kriterien der Radfahrerqualität

Für Radfahrer werden die Anforderungen in den Normen für verschiedene Fahrtzwecke formuliert. Eine Mindestunterscheidung kann hierbei zwischen

- Alltagsverkehr: Route möglichst direkt und mehrheitlich auf oder nahe von Hauptverkehrsstrassen gelegen und
- Freizeitverkehr: Route in attraktiver und möglichst ruhiger Umgebung,

vorgenommen werden. Wie in Kapitel 1 festgehalten, kann hinsichtlich der Beurteilung der Verkehrsqualität keine gesonderte Betrachtung der Fahrtzwecke vorgenommen werden. Dies aufgrund des Bestrebens, eine allgemeine, von Fahrtzweck und Nutzergruppen unabhängige Verkehrsqualitätsbewertung vorzunehmen. Die unterschiedlichen Anforderungen der Radfahrer werden durch deren Beurteilung des Verkehrsablaufes an einem Anlageelement (oder Strecke, Netz), welche der Kalibrierung des Modells dient, implizit berücksichtigt. Eine Bewertung der Verkehrsqualität durch zwei Nutzergruppen der Radfahrer würde den Erhebungsaufwand in der Folgeforschung erhöhen.

Tabelle 14 enthält die Zusammenstellung der empfohlenen Kriterien und der entsprechenden Messgrössen. Wie auch bei den Fussgängerkriterien muss die Ermittlung von qualitativen Messgrössen anhand eines Beurteilungsleitfadens festgelegt werden.

Die Berechnung der *Direktheit*, welche eine wesentliche Anforderung von Fussgängern und Radfahrern darstellt, basiert auf der Differenz zwischen der effektiven Strecke und der Luftliniendistanz. In ASTRA 2008 wird folgende Formel zur Berechnung vorgeschlagen:

$$D = \left(\frac{E}{L} + \frac{(H : 40) \times 1000}{L} \right) \times 100 \quad (3)$$

D= Direktheit

E= effektive Länge der Velostrecke

L= Luftlinie

H= effektive Höhenmeter minus natürliche Höhendifferenz

Das unter dem Aspekt der behinderungsfreien Fahrt festgehaltene Kriterium des *Fahrflusses* wird in ASTRA 2008 mit der durchschnittlichen Anzahl Fahrtunterbrechungen pro 500m (innerorts) und 2000m (ausserorts) umschrieben. Dafür wird für die Beurteilung einer Route oder Strecke die nachfolgende Abstufung vorgeschlagen:

- max 1: gut
- 2: genügend
- 3: ungenügend
- 4: schlecht

Die unter der Benutzerfreundlichkeit aufgelisteten Sicherheitskriterien können einerseits qualitativ überprüft werden (wie beispielsweise in ASTRA 2008 S. 41). Dort werden die Anzahl problematischer Stellen entlang einer Route summiert, wobei die folgende Hilfestellung gewährt wird:

- Positiv: soziale Kontrolle (Belebtheit), Einsehbarkeit, Beleuchtung.
- Negativ: fehlende soziale Kontrolle (z.B. Industriegebiet, Wald), fehlende Beleuchtung, dunkle, enge oder lange Unterführungen).

Andererseits geben die Unfallstatistiken der Polizei Auskunft über Unfallschwerpunkte, Unfallschwere und Beteiligte. Damit sollen die erhöhten Sicherheitsanforderungen von Radfahrern ausreichend berücksichtigt werden können.

Tabelle 14: Kriterien und Messgrössen der Radfahrerqualität

Kriterium	Bezeichnung	Messgrösse(n)	Einzelement	Strecke	Netz
Zeit					
Direktheit	Direkte Linienführung	-Qualitativ [-] oder Abweichung [%] von der Luftlinie unter Berücksichtigung der Höhendifferenz ¹	x	x	
Wartezeit an Knoten	Wartezeiten	-mittlere Wartezeit [sec]	x	x	(x)
Geschwindigkeit	Fahrgeschwindigkeit	-[m/sec]	x	x	
	Wartezeiten an Knoten	-[sec]	x	x	
Raum					
Zugewiesener Raum	Seitl. Abgrenzung zu MIV/ÖV	-Qualitativ [-]	x	x	
	Strassentyp	-Qualitativ [-]	x	x	
	Radstreifen	-[j/n], Breite [m],	x	x	x
	Separater Radweg	-[j/n], Breite [m],	x	x	
Behinderungen					
Konflikte mit Anderen	Konflikte mit MIV, FG, RF Behinderung des Fahrflusses	-Qualitativ	x	x	
		-Durchschnittliche Anzahl [#] Fahrtunterbrechungen je Streckenabschnitt ¹ oder Zeitintervall	x	x	
	Verkehrszusammensetzung (Schwerverkehrsanteil)	-Prozentual aus Stichprobe	x	x	
		Frequenz ÖV	-[Kurse/h] oder Takt	x	x
	Verkehrsaufkommen MIV	-[Fz/Zeitintervall]	x	x	
		Vorhandensein ÖV Haltestelle	-Anzahl [#]	x	x
	Vorhandensein Längsparkierung	-Anzahl [#]/ Streckenlänge	x	x	
		Anzahl Fahrstreifen MIV	-Anzahl [#]	x	x
	(signalisierte) Geschwindigkeit MIV	-[km/h]			
		Breite Fahrstreifen MIV/ÖV (Mischverkehr)	-Breite [Meter],	x	x
FG-Dichte neben Radstreifen	-Qualitativ [-] oder vgl. Tabelle 13	x	x		
	Kreuzungsmanöver RF	-Qualitativ [-] oder Anzahl [#]/Zeitintervall]	x	x	
Radfahrerichte	Verkehrsstärke RF	-[RF/Zeitintervall]	x	x	
Zuverlässigkeit					
Verfügbarkeit					
Verfügbarkeit	Abstellplatz	-Belegungsgrad [-]			(x)
Benutzerfreundlichkeit					
Orientierung	Wegweisung	-Qualitativ [-]	x	x	x
Einfluss der Umgebung	Umgebende Raumnutzung	-Qualitative [-] Beurteilung der Attraktivität der Umgebung	x	x	
Sicherheitsempfinden	Personensicherheit (soziale Sicherheit)	-Qualitativ [-]	x	x	x
Zustand Infrastruktur	Fahrbahnoberfläche	-Intakter Anteil [%] der Asphalt- oder Betonfahrbahnoberfläche einer Strecke ¹	(x)	x	
Vertikale Linienführung	Geringe Längsneigung	-Qualitativ [-]	(x)	x	

¹ vgl. ASTRA 2008

6.5 Kriterien der ÖV-Qualität

Für die ÖV-Qualitätskriterien (Tabelle 15) gilt ebenfalls, dass die qualitativen Messgrössen nachvollziehbar und vergleichbar sein müssen. Deshalb wird einen Schritt weiter gegangen als bei der EN 13816, EN 15140 und auch dem TCQSM, wo vom Anwender jeweils eine eigene Skala entwickelt werden kann und die Auswahl der Beurteilungskriterien individuell an die jeweiligen Gegebenheiten angepasst werden.

Im ÖV wird oftmals der Anteil der Kunden, die von einer Massnahme betroffen sind, oder von einer Dienstleistung profitieren, herangezogen (vgl. EN 15140). Dies ermöglicht beispielsweise eine unterschiedliche Gewichtung der HVZ und NVZ, was die Annahme unterstützt, dass je nach Erfahrung und Tageszeit unterschiedliche Anforderungen gelten, resp. unterschiedliche Zustände akzeptiert werden (vgl. Kapitel 1.3.3). Daraus abgeleitet kann die Einhaltung eines festgelegten Standards für verschiedene Tageszeiten überprüft werden.

Am Beispiel der *Pünktlichkeit* wird dies veranschaulicht: Die Aufteilung der Passagierzahlen in der HVZ und NVZ kann durch Zählungen ermittelt werden (z.B. HVZ/NVZ=60/40). Wird nun die Pünktlichkeit (hier definiert als max. 2 Min Verspätung am Kontrollpunkt) für 93% der Kurse in der HVZ und 86% der Kurse in der NVZ aus den Betriebsdaten ermittelt und mit den %-Anteilen der betroffenen Personen verrechnet, ergibt sich in diesem Fall eine Pünktlichkeit von 90.2%. D.h. 90.2% der Fahrgäste erreichen ihr Ziel pünktlich.

Der Aspekt der *Verfügbarkeit* bedarf weiterer Festlegungen zur einheitlichen Bestimmung des Einzugsbereiches, resp. der Gebietsabdeckung. Diese Lücke sollte durch das geplante SVI Forschungsprojekt „Erschliessungswirkung von ÖV-Haltestellen“ geschlossen werden. Heute wird oftmals die nicht mehr gültige Parkierungsnorm (SN VSS 640 290) zur Festlegungen von ÖV-Güteklassen als Funktion von Distanz zur Haltestelle, Art des Verkehrsmittels sowie der Bedienungshäufigkeit angewendet. Gleichzeitig gelten die in den kantonalen Angebotsverordnungen vorgegebenen Erschliessungsradien, die nicht mit den ÖV-Güteklassen übereinstimmen.

Tabelle 15: Kriterien und Messgrössen der (strassengebundenen) ÖV-Qualität

Kriterium	Bezeichnung	Messgrösse(n)	Einzelelement		
			Strecke	Netz	
Zeit					
Direktheit	Direktverbindungen	-Anzahl Umsteiger [#] oder [%]-Anteil der Umsteiger an beförderten Personen.	x	(x)	x
Häufigkeit	Frequenz	-Takt [min] in HVZ und NVZ	x	x	x
Reaktionszeit (Bedarfsbetrieb)	Reaktionszeit	-Zeit [min] zwischen Anmeldung und Durchführung des Transports		(x)	x
Geschwindigkeit	Beförderungsgeschwindigkeit	-Effektive $v_{\text{Bef.}}$ [km/h] in Relation zur behinderungsfreien $v_{\text{Bef.}}$		x	x
	Umsteigezeiten	-Zeit um von einem Kurs auf einen anderen umzusteigen		x	x
	Reisezeitdifferenzen MIV-ÖV	-[min] der Reisezeit (inkl. Zu- und Abgangszeiten)		x	
	Personenverlustzeiten MIV-ÖV	-Personengewichtete Wartezeiten an Knoten	x	x	
Raum					
Zugewiesener Raum	Platzangebot im Fahrzeug ¹	-Sitzplatz und Stehplatzangebot [#]	x	x	x
	Eigener Fahrweg	-Qualitativ [-],[%] an Strecke/Netz		x	x
	Strassentyp	-Qualitativ [-]	x	x	
Behinderungen					
Passagierdichte	Auslastungsgrad des Fahrzeugs ¹	-Sitzplatzauslastung [%] und Stehplatzdichte [Pers/Stehplatzfläche]	x	x	x
Ein-Aussteigen	Platzverhältnisse/Behinderungen beim Ein- und Ausstieg	-Qualitativ [-]	x		
Zuverlässigkeit					
Zuverlässigkeit ²	Pünktlichkeit	-Pünktlichkeitsverteilung		x	x
	Verfrühung	-Verfrühungen [%]	x	x	x
	Regelmässigkeit	-Standardabweichung der Fahrzeugfolgezeit [-]	x	x	x
	Störungswahrscheinlichkeit	-Wahrscheinlichkeit [%]		x	x
Sonderbedingungen	Anschlussicherheit	-Verpasste Anschlüsse [%]		x	x
	Informationen unter Sonderbedingungen	-Qualitativ [-]			x
	Notfallmanagement	-Qualitativ [-]			x
Verfügbarkeit					
Verfügbarkeit	Gebietsabdeckung f(Einzugsbereich)	-Linien-km pro km ² , Anzahl Einwohner und Arbeitsplätze im Einzugsbereich der Haltestellen.	x	x	x
	Betriebsdauer	-Von- bis, oder [h/d]	x	x	x
Zugänglichkeit	Zugänglichkeit	-Verkehrsqualität für Fussgänger	x	x	x
Benutzerfreundlichkeit					
Orientierung	Beschilderung	-Qualitativ [-]	x	x	x
	Informationen zum Angebot	-Qualitativ [-]	x	x	x
Sicherheitsempfinden	Personensicherheit (soziale Sicherheit)	-Qualitativ [-]	x	x	x
Schnittstellen zum Kunden	Freundliches Personal	-Qualitativ [-]			x
	Zusätzliche Einrichtungen	-Qualitativ [-]	x	x	x
	Ausstattung der Haltestelle	-Qualitativ [-]	x	x	x

¹ Richtwert für die Berechnung: 3 Pers./m² für die ausgewiesene Stehplatzfläche

² aus Betriebsdaten des Verkehrsbetreibers

6.6 Kriterien der MIV-Qualität

Für die Ermittlung der MIV-Verkehrsqualität existieren bereits die meisten Grundlagen. Insbesondere der Bereich der Leistungsfähigkeit ist durch die bestehende Normengruppe abgedeckt. Für die multimodale Betrachtung müssen diese insbesondere im Hinblick auf den Betrachtungsperimeter überprüft werden. Weitere Erkenntnisse für die intermodale Strecken-, Linien- und Netzleistungsfähigkeiten werden im geplanten, gleichnamigen SVI Forschungsprojekt erwartet.

Um den Aspekt der Zuverlässigkeit für den MIV zu berücksichtigen, wurde an der Technischen Universität München ein sogenannter Pufferzeitindex (PZI) entwickelt und geprüft. Dieser ermöglicht Aussagen über die Zuverlässigkeit einer Geschwindigkeit, resp. der Reisezeit auf einer Strecke. Dafür wird die Reisezeit von einzelnen Fahrzeugen benötigt, welche gemäss SPANGLER 2007 durch die Methode der Fahrzeugwiedererkennung durch Kennzeichenerfassung ermittelt wird. Die „Stabilität“ der Reisezeit wird hierbei durch das Verhältnis zwischen dem 95. Perzentil und der schnellstmöglichen Reisezeit ausgedrückt:

$$PZI = \frac{t_R^{P95} - t_R^{opt}}{t_R^{opt}} \quad (4)$$

mit

t_R^{95} = 95. Perzentil der Reisezeit (s)

t_R^{opt} = schnellstmögliche (zulässige) Reisezeit (s)

Für den Aspekt der Zuverlässigkeit, kann auch der von BRILON 2008 vorgeschlagene Reisezeitindex (RZI), der ähnlich aufgebaut ist wie der PZI, herangezogen werden.

Ein weiterer Aspekt der Zuverlässigkeit – evtl. auch der Benutzerfreundlichkeit – welcher als Pendant zu den Sonderbedingungen im ÖV gesehen werden kann, ist die Berücksichtigung von Baustellen. Diese können einen Einfluss auf die Verkehrsqualität und schlussendlich auch auf die Routenwahl ausüben.

Die Orientierung der MIV-Verkehrsteilnehmer wird qualitativ durch die Bereitstellung von Verkehrslenkungsinformationen verbessert. Unter diesem Begriff werden hier dynamische Wegweisungen, Parkleitsysteme sowie Verkehrsinformationen (Radio, Wechseltextanzeigen) zusammengefasst.

Für den Aspekt des Infrastrukturzustandes wird auf die Beurteilung der Fahrbahnoberfläche für die Radfahrerqualität verwiesen.

Tabelle 16: Kriterien und Messgrössen der MIV-Qualität

Kriterium	Bezeichnung	Messgrösse(n)	Einzelement	Strecke	Netz
Zeit					
Wartezeit an Knoten	Wartezeiten	-Mittelwert [sec] ¹	x	x	(x)
Geschwindigkeit	Reisegeschwindigkeit	-Mittelwert [km/h] ¹	(x)	x	x
	Verlustzeiten	-Mittelwert [sec]	(x)	x	x
Raum					
Zugewiesener Raum	Vorsortierung an Knoten	-Qualitativ [j/n]	x	x	
	Knotentyp	-Qualitativ [-]	x		
	Strassentyp	-Qualitativ [-]	x	x	
Behinderungen					
Konflikte mit Anderen	Konflikte mit FG, RF und ÖV Behinderung des Fahrflusses	-Qualitativ [-]	x	x	
		durchschnittliche Anzahl [#] Haltevorgänge je Streckenabschnitt oder Zeitintervall	x	x	
	Verkehrszusammensetzung (Schwerverkehrsanteil) Überholmöglichkeiten (generell/für Lastewagen)	-Prozentual aus Stichprobe ¹	x	x	
		-Streckenanteil mit Verbot [-]	x	x	
MIV-Dichte	Auslastungsgrad	-Bemessungsverkehrsstärke/ Kapazität [-] ¹	x	x	
	Verkehrsstärke	-[Fz/h] ¹	x	x	
	Verkehrsdichte	-[Fz/km] ¹	x	x	
Zuverlässigkeit					
Zuverlässigkeit	Planbarkeit, resp. Störanfälligkeit	-Pufferzeitindex oder Reisezeitindex		x	x
Sonderbedingungen	Behinderung durch Baustellen	Mittlere Verlustzeit		x	
Verfügbarkeit					
Verfügbarkeit	Parkplatzverfügbarkeit	-Belegungsgrad	x		x
	Lage des PP	-Anmarschbereiche [m]		(x)	x
	PP Suchzeit	-Zeitbereiche [Min] in HVZ / NVZ		(x)	x
Benutzerfreundlichkeit					
Orientierung	Sichtbarkeit von Signalen	-Qualitativ [j/n]	x	x	
	Verkehrslenkungs- informationen	-Qualitativ [j/n]		x	x
Einfluss der Umgebung	Ablenkung	-Qualitativ [j/n]	x	x	
Sicherheitsempfinden	Pannenhilfe	-Qualitativ [j/n]	(x)	x	x
Zustand Infrastruktur	Fahrbahnzustand, - beschaffenheit	-Zustandsindex ¹	x	x	(x)

¹ aus bestehenden Normenwerken

7 Verkehrsqualitätskriterien auf den Planungsstufen

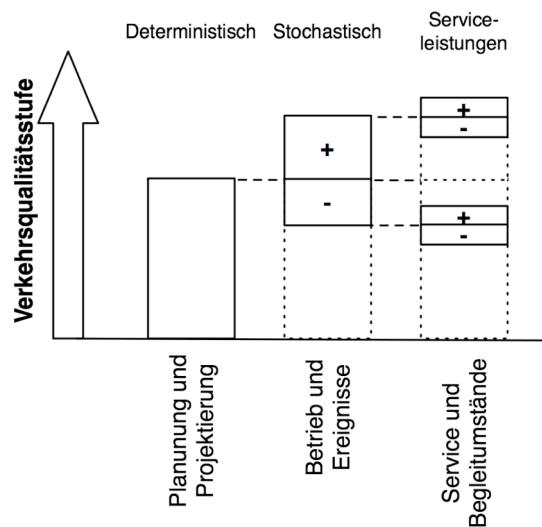
7.1 Vorbemerkung

Wie in Kapitel 1 eingeführt wurde, findet die Justierung der Einflussfaktoren für die mmVQ auf verschiedenen Planungsstufen (Planung und Projektierung, Betrieb und Ereignisse sowie Service und Begleitumstände) statt. Aus diesem Grund werden die im vorhergehenden Kapitel zusammengestellten Qualitätskriterien den entsprechenden Planungsstufen zugeordnet. Die Aufteilung auf die Planungsstufen soll dabei den verschiedenen beteiligten Akteuren und deren Kernkompetenzen Rechnung tragen.

Für die Praxisumsetzung der mmVQ ist es von Bedeutung, die Qualität auf der Stufe Planung und Projektierung auf einem angemessenen Level anzusetzen und den stochastischen Anteil, sowie den Beitrag des Service und Begleitumstände zur Qualitätssteigerung in einem zweiten Schritt abzuschätzen oder minimale Anforderungen festzulegen (vgl. Abbildung 17). Dabei nimmt der Anteil der individuellen Wahrnehmung auf den Stufen des Betriebs und des Service zu. Um den Qualitätsbeitrag auf den verschiedenen Planungsstufen optimieren zu können, sind mehrere Informationen aus den Folgestudien notwendig:

1. Die Gewichte der einzelnen Qualitätskriterien, wie sie aus der Formel zur Berechnung der mmVQ hervorgehen, um deren Beitrag zur mmVQ abschätzen zu können.
2. Das Zusammenwirken der einzelnen Qualitätskriterien auf verschiedenen Planungsstufen horizontal und auch vertikal. Z.B. wie hängen die Fahrgeschwindigkeiten RF mit der Verkehrsstärke RF in Abhängigkeit mit dem Strassentyp oder dem Vorhandensein eines Radstreifens zusammen? Oder wie wird die Verkehrsqualität FG verändert, wenn durch die Einführung eines Radstreifens die Breite der FG-Anlage reduziert wird?
3. Die geeigneten Messmethoden der einzelnen Messgrößen inklusive deren Abhängigkeiten zu weiteren Einflussfaktoren aus der Anlagenbemessung.

Abbildung 17: Generischer Aufbau der Qualitätsumsetzung



In diesem Kapitel werden die Qualitätskriterien den einzelnen Planungsstufen zugeordnet und wesentliche Wechselwirkungen festgehalten. Doppelnennungen sind dabei auf der Stufe von Planung und Betrieb möglich, wie beispielsweise die Wartezeit an LSA durch feste oder bedarfsgesteuerte Zuteilung der Grünzeiten.

Generell kann vorausgeschickt werden, dass die Kriterien auf der Planungs- und Projektierungsstufe bei FG, RF und dem ÖV einen grossen Einfluss auf die Verkehrsqualitätsbewertung haben. Zusätzlich wird die Fussgängerqualität von allen vier Verkehrsmodi am stärksten von den Betriebszuständen der anderen Verkehrsmodi beeinflusst.

Wie in der Einleitung zu Kapitel 6 erwähnt, stellen die hier festgehaltenen Qualitätskriterien nicht den finalen Stand der Kriterien dar, wie sie in die Berechnung der Verkehrsqualität einfließen, sondern sind bewusst – entsprechend der Literaturobser- vation – breit gefasst. Dies bringt mit sich, dass über die Eignung einzelner Kriterien – insbesondere den aufgeführten Servicekriterien – in diesem Stadium nur spekuliert werden kann. Der Beitrag der einzelnen Kriterien zur Varianzaufklärung der Verkehrsqualitätsbewertung muss für schweizerische Verhältnisse statistisch ermittelt werden. Dementsprechend werden Kriterien, welche sich als nicht signifikant erweisen, für die Verkehrsqualitätsberechnung nicht weiter verwendet.

7.2 Deterministische Kriterien

Tabelle 17 enthält diejenigen Kriterien, welche eine statische Ausprägung aufweisen und in der Regel mit der Planung/Projektierung einer Verkehrsanlage, respektive eines Verkehrsangebotes bestimmt werden. Für eine bessere Übersicht wurden die Kriterien geeigneten Kategorien (Linienführung, Zeitzuteilung, Raumzuteilung etc.) zugeordnet. Bei den Zeit- und Raumzuteilungen kommt die verkehrsmittelübergreifende Beeinflussung stark zum Tragen. Wird einem Verkehrsmodus z.B. eine bestimmte Querschnittsbreite zugesprochen, kann das unter Umständen direkte Auswirkungen auf die Verkehrsqualitätsbewertung eines anderen Verkehrsmodus haben.

Die Tabelle zeigt auch, dass bestimmte Festlegungen in einer Verkehrskategorie, wie beispielsweise bei der Verkehrsqualität der Fussgänger, die Konflikte mit RF auch mit der Breite der FG-Anlage und dem Strassentyp zusammenhängen dürften. Die Wechselwirkungen und Korrelationen zwischen den einzelnen Kriterien sollen in der Folgeforschung näher betrachtet werden, denn durch das verbesserte Verständnis dieses Zusammenspiels kann die Bereitstellung der Verkehrsanlagen hinsichtlich einer zu definierenden mmVQS optimiert werden.

Tabelle 17: Übersicht über die deterministischen Qualitätskriterien.

Merkmale			
FG	RF	ÖV	MIV
Linienführung			
Direkte Linienführung/ Umwegfaktoren	Direkte Linienführung	Direktverbindungen	
Zuteilung von planbaren Zeitfenstern (LSA)			
Wartezeiten	Wartezeiten an Knoten	Personenverlustzeiten MIV-ÖV	Wartezeit an Knoten
Raumzuteilung im Strassenquerschnitt			
Breite der FG-Anlage Art der Anlage/Querungstyp Querungsangebot, Querungselemente Strassentyp Trennung zwischen FG und MIV Konflikte mit RF Konflikte an ÖV- Haltestellen	Vorhandensein ÖV Haltestelle Vorhandensein Längsparkierung Breite Fahrstreifen MIV/ÖV (Mischverkehr) Seitl. Abgrenzung zu MIV/ÖV Radstreifen Separater Radweg Kreuzungsmanöver RF Strassentyp Anzahl Fahrstreifen MIV	Eigener Fahrweg Strassentyp	Vorsortierung an Knoten Knotentyp Strassentyp
Belastungsprognose zur Dimensionierung von Anlagen			
FG-Verkehrsdichte (in abhängigkeit des Strassentyps, z.B. Fussgängerzone)	Verkehrsstärke RF FG-Dichte neben Radstreifen Verkehrsaufkommen MIV	(hier nicht Qualitätsrelevant-> über Angebot/Betrieb z.B. durch Taktverdichtung steuerbar) Auslastungsgrad des Fahrzeugs	Angestrebter Auslastungsgrad Verkehrsstärke Verkehrsdichte
Signalisation/Zulassung (teilweise abhängig vom Strassentyp)			
signalisierte Geschwindigkeit MIV Rechtsabbiegevorgänge MIV	Prognostizierte Verkehrszusammen- setzung (Schwerver- verkehrsanteil) signalisierte Geschwindigkeit MIV		Prognostizierte Verkehrszusammen- setzung (Schwerver- verkehrsanteil) Überholmöglichkeiten
Weitere Kriterien			
Frequenz ÖV Umgebende Raumnutzung Anzahl und Breite Fahrstreifen MIV /RF	Konflikte mit MIV, FG und RF Behinderungen des Fahrflusses Frequenz ÖV Umgebende Raumnutzung Geringe Längsneigung Fahrbahnoberfläche	Frequenz Reaktionszeit Geplante Umsteigezeiten Reisezeitdifferenzen MIV-ÖV Platzangebot im Fahrzeug Platzverhältnisse/Behinderungen beim Ein- und Ausstieg Gebietsabdeckung f(Einzugsbereich) Betriebsdauer Zugänglichkeit Beschilderung Informationen zum Angebot Ausstattung der Haltestelle	Konflikte mit FG, RF und ÖV Behinderungen des Fahrflusses Fahrbahnzustand, - beschaffenheit

7.3 Stochastische Kriterien

Die stochastischen Kriterien in Tabelle 18 ergeben sich situativ im Betrieb, respektive im Verkehrsablauf. Sie sind in geeignete Kategorien unterteilt. Die Kriterien zeichnen sich durch Geschwindigkeitsaspekte aus, welche direkt mit dem Verkehrsvolumen und allfälligen gegenseitigen Behinderungen der Verkehrsteilnehmer zusammenhängen. Diese Aspekte werden für den ÖV in der Fahrplangestaltung in den Fahrzeiten soweit möglich mitberücksichtigt. Aus diesem Grund ist die Zuverlässigkeit im Sinne der Einhaltung des Fahrplanes für den ÖV im Regelfall bedeutender als die Fahrgeschwindigkeit. Eine ähnliche Tendenz ist auch für den MIV zu erwarten, wenn die Erfahrung des Verkehrsteilnehmers miteinbezogen wird.

Tabelle 18: Übersicht über die stochastischen Qualitätskriterien.

Merkmale			
FG	RF	ÖV	MIV
Geschwindigkeits- Aspekte			
Realisierbare Gehgeschwindigkeit Wartezeiten an LSA Durchschnittliche Reisezeit	Wartezeiten Fahrgeschwindigkeit	Direktverbindungen Reaktionszeit (Bedarfsbetrieb) Beförderungsgeschwindigkeit Geschätzte Reisezeitdifferenzen MIV-ÖV	Wartezeiten Geschwindigkeit Verlustzeiten
Physische Behinderungen (aufgrund räumlicher Aspekte und Verkehrsaufkommen)			
Konflikte mit RF Anzahl Begegnungsfälle mit FG Konflikte an ÖV-Haltestellen Anzahl Überholvorgänge FG Rechtsabbiegevorgänge MIV FG-Verkehrsstärke FG-Verkehrsdichte Bewegungszeit Fussgängerstrom	Konflikte mit MIV, FG, RF und ÖV Behinderung des Fahrflusses Verkehrszusammensetzung (Schwerverkehrsanteil) Verkehrsaufkommen MIV Verkehrsstärke RF	Platzverhältnisse/Behinderungen beim Ein- und Ausstieg	Konflikte mit FG, RF und ÖV Behinderung des Fahrflusses Verkehrszusammensetzung (Schwerverkehrsanteil) Auslastungsgrad Verkehrsstärke Verkehrsdichte
Zuverlässigkeit			
		Pünktlichkeit Verfrühung Regelmässigkeit Störungswahrscheinlichkeit Anschlussicherheit Personenverlustzeiten MIV-ÖV	Planbarkeit, resp. Störanfälligkeit
Weitere Einflussfaktoren aus Betrieb und Ereignissen			
Verkehrsaufkommen MIV Verkehrsaufkommen RF Durchschnittliche Geschwindigkeit MIV Luft und Lärmbelästigung	Geschwindigkeit MIV FG-Dichte neben Radstreifen	Eff. Umsteigezeiten Eff. Auslastungsgrad des Fahrzeugs	

Insbesondere die Wechselwirkungen zwischen physischen Behinderungen/Geschwindigkeitsaspekten und Kriterien der Zuverlässigkeit sollen in der Folgeforschung analysiert werden.

Der Einfluss der Geschwindigkeit und des Verkehrsaufkommens MIV/RF auf die FG-Verkehrsqualität ist keine physische Behinderung im Sinne von Konflikten auf einer gemeinsamen Verkehrsfläche. Hier ist vielmehr eine psychologische Komponente wirksam. Ähnliches gilt auch für Lärm und Luftverschmutzung.

7.4 Kriterien des Service und Begleitumstände

Zwischen den Kriterien innerhalb der Planungsstufe Service und Begleitumstände (vgl. Tabelle 19) werden kaum Wechselwirkungen erwartet. Es gilt zu bemerken, dass Aspekte der Orientierung im ÖV ein wesentliches Angebotsmerkmal darstellen. Daher werden diese nicht an dieser Stelle, sondern in der Planung und Projektierung aufgeführt.

Tabelle 19: Übersicht über Qualitätskriterien von Service und Begleitumständen.

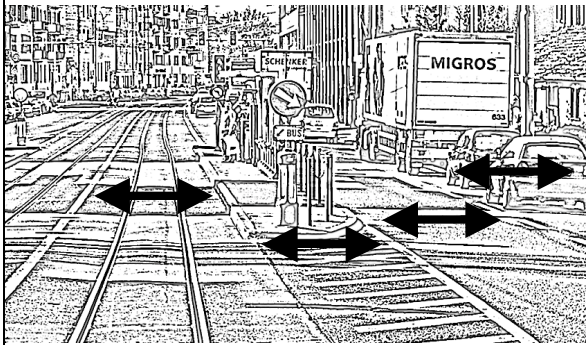


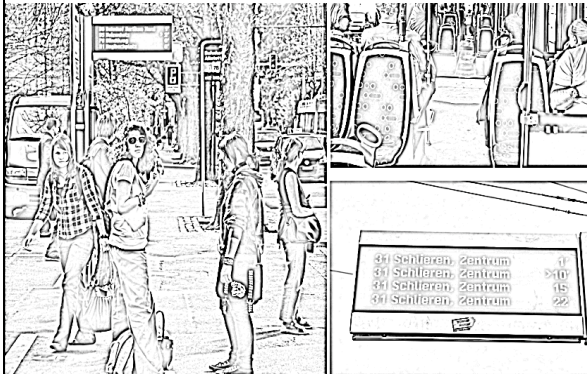
Merkmale			
FG	RF	ÖV	MIV
Einfluss durch gebaute Umgebung			
Bepflanzung Gestaltung der FG-Anlage			Behinderung durch Baustellen
Orientierung			
Wegweisung	Wegweisung		Sichtbarkeit von Signalen Verkehrslenkungsinformationen
Sicherheitsempfinden			
Personensicherheit (soziale Sicherheit)	Personensicherheit (soziale Sicherheit)	Personensicherheit (soziale Sicherheit) Freundliches Personal Zusätzliche Einrichtungen	Pannenhilfe
Zusatzeinrichtungen			
	Abstellplatz, inkl. Belegungsgrad	Informationen unter Sonderbedingungen Notfallmanagement Ausstattung der Haltestelle	Parkplatzverfügbarkeit/ Belegungsgrad Lage des PP PP Suchzeit Ablenkung (Werbung u.ä.)

7.5 Wechselwirkungen und Abhängigkeiten

Für die Praxisanwendung der mmVQ sind das Zusammenspiel der verschiedenen Qualitätskriterien und auch deren Einzeleinfluss auf die multimodalen Verkehrsqualitätsstufen von Interesse. In Tabelle 20 ist eine Übersicht der wichtigsten Wechselwirkungen und Einflüsse zusammengestellt.

Die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Einflussgrößen sind noch nicht für alle Verkehrsmodi untersucht und daher Gegenstand der Folgeforschung. Dies gilt insbesondere für das Zusammenspiel von Planungs-/Projektierungsgrößen und Betriebsgrößen, welche der für den MIV aktuell angewendeten Verkehrsqualität im Sinne einer Leistungsfähigkeitsbetrachtung entspricht. Diese sind für den Fussgänger- und Radverkehr und den ÖV mehrheitlich zu ermitteln. Da die Leistungsfähigkeitsbetrachtung für den MIV kaum multimodale Einflüsse berücksichtigt, sollte diese ebenfalls überprüft werden.

Tabelle 20: Beispiele wesentlicher Wechselwirkungen und Einflüsse auf die Verkehrsqualität

<p>Planung und Projektierung: Raumzuteilung->VQ</p> 	<p>Wie verändern räumliche Zusprüche die Verkehrsqualität eines Verkehrsmodus, resp. wie beeinflussen sie die Verkehrsqualität der anderen Verkehrsmodi?</p> <p>$\Delta\text{Raum} \rightarrow \Delta\text{VQ}$</p>
<p>Planung und Projektierung: Zeitzuteilung an LSA-> VQ</p> 	<p>Wie gross ist der Einfluss von Änderungen von Grünzeiten, resp. Umlaufzeiten auf die Verkehrsqualität eines Verkehrsmodus und wie werden die Verkehrsqualitäten der anderen Verkehrsmodi dadurch verändert?</p> <p>$\Delta t \rightarrow \Delta\text{VQ}$</p>
<p>Betrieb und Ereignisse:</p> 	<p>Innerhalb der stochastischen Qualitätskriterien ist insbesondere der Zusammenhang Geschwindigkeit – Aufkommen – Konflikte/Behinderung – Zuverlässigkeit zu analysieren. Daraus sollen Schlüsse auf die Beeinflussung der Verkehrsqualität eines Verkehrsmodus und die Wechselwirkungen auf andere Verkehrsqualitäten auf dieser Planungsstufe gezogen werden.</p>
<p>Zusammenwirken Planung/Projektierung und Betrieb/Ereignisse:</p> 	<p>Wechselwirkungen von Raumzuteilung und Verkehrsaufkommen und der entsprechenden Beeinflussung der Verkehrsqualität. Dies ist für die Planung des Verkehrsangebotes die wesentliche Stellgrösse. Sie ist das Pendant zur MIV-Leistungsfähigkeitsbetrachtung.</p>

8 Empfehlungen zur Entwicklung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufen

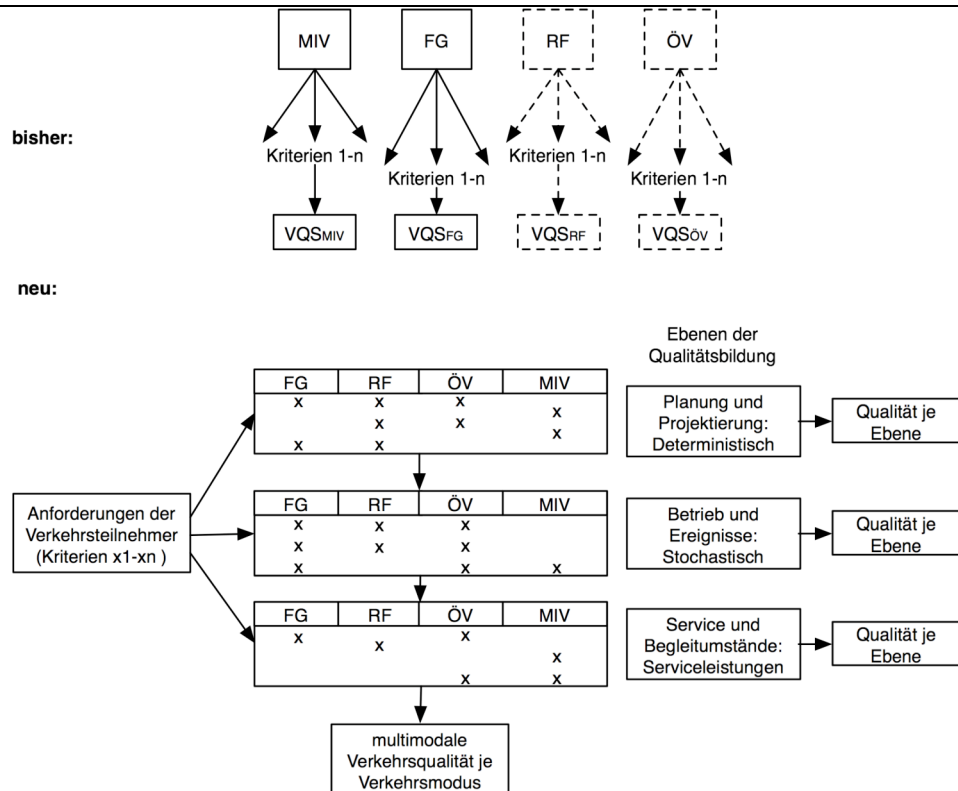
8.1 Befund

Die Vorstudie zeigt auf, dass eine über verschiedene Verkehrsmodi vergleichbare Verkehrsqualität die Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmer als gemeinsame Basis benötigt. Die mmVQ entsteht daher, dass erstens die Skalierung auf der Wahrnehmung des Verkehrsteilnehmers basiert und zweitens entsprechend seiner Wahrnehmung auch verkehrsmittelübergreifende Einflüsse einbezogen werden.

Die Akzeptanz eines Verkehrszustandes, resp. die Zuordnung zu einer mmVQS kann aufgrund allgemeingültiger Erfahrungen tageszeitlich (mindesten zwischen HVZ und NVZ) variieren. Dementsprechend sollen allgemeingültige Erfahrungswerte in die Verkehrsqualitätsbeurteilung einbezogen werden.

Im Vergleich zu den herkömmlichen Verkehrsqualitätsbeurteilungen ist insofern ein Paradigmenwechsel erforderlich, als die Anforderungen der Verkehrsteilnehmer nicht separat nach Verkehrsmodus, sondern gesamtheitlich über den Verkehrsträger Strasse betrachtet werden (vgl. Abbildung 18). Zusätzlich kann nach den Ebenen der Qualitätsbildung unterschieden werden: Planung und Projektierung, Betrieb und Ereignisse sowie Service und Begleitumstände.

Abbildung 18: Vergleich Verkehrsqualität bisher und Vorschlag mmVQ



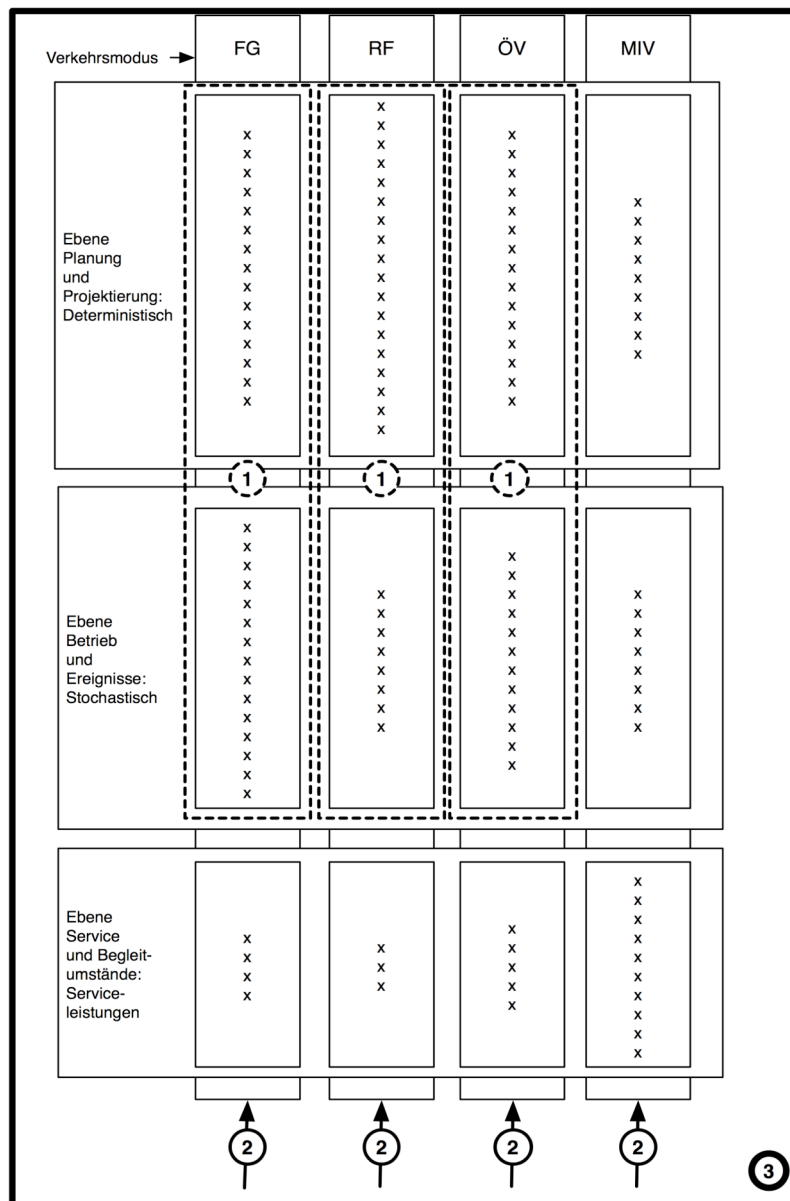
Die Identifikation der relevanten Einflussgrößen auf die mmVQ erfolgt in der vorliegenden Studie. Für jeden Verkehrsmodus sind die aus dem Praxis- und Forschungsstand ermittelten Qualitätskriterien zusammengestellt und mit allfälligen zusätzlichen Merkmalen ergänzt. Das Resultat ist ein breiter Kriterienkatalog von Einflussgrößen auf die Verkehrsqualität für jeden Verkehrsmodus (vgl. Kapitel 6 und 7).

8.2 Empfehlung

Für die Weiterentwicklung der mmVQS werden drei Schritte empfohlen (vgl. Abbildung 19):

- 1) Die Untersuchung der Leistungsfähigkeitskriterien, resp. der Wechselwirkungen der Kriterien, welche die Leistungsfähigkeit beeinflussen, für den Fussgänger- und Zweiradverkehr sowie den öffentlichen Verkehr (Folgeforschung).
- 2) Ergänzung der Leistungsfähigkeitskriterien mit den ebenfalls relevanten Qualitätskriterien je Verkehrsmodus (vgl. Tabelle 13 - Tabelle 16).
- 3) Die Kalibrierung des in Kapitel 6.2 eingeführten Modelles der mmVQ je Verkehrsmodus auf Grundlage der Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmer.

Abbildung 19: Weitere Schritte zur Entwicklung der mmVQS



8.3 Leistungsfähigkeit

Die fehlenden Grundlagen und Zusammenhänge der Leistungsfähigkeitskriterien für den ersten Schritt der Weiterbearbeitung sind insbesondere für den Fussgänger- und Zweiradverkehr sowie den öffentlichen Verkehr noch zu erarbeiten. Dazu sind jeweils Vorschläge zu geeigneten Bemessungsverfahren für die verschiedenen Anlagen und Betrachtungsebenen erwünscht. Diese sind in erster Linie für die Ebenen Planung und Projektierung sowie Betrieb und Ereignisse zu erarbeiten (geplante Forschungsaufträge VSS 2007/305 und VSS 2007/306).

Nachfolgend sind die für die Leistungsfähigkeitsbetrachtung relevanten Qualitätskriterien des Fussgänger- und Zweiradverkehrs sowie des öffentlichen Verkehrs zusammengestellt.

8.3.1 Fussgänger

Die Leistungsfähigkeit der Fussgänger wird primär von den in Tabelle 21 aufgeführten Kriterien und Messgrössen beeinflusst.

Tabelle 21: Einflusskriterien der Leistungsfähigkeit Fussgänger

Kriterium	Bezeichnung	Messgrösse(n)	Einzelanlage	Querungen	Strecke
Zeit					
Wartezeit an LSA	Wartezeiten	-mittlere Wartezeit [sec] ¹	x	x	x
Geschwindigkeit	Realisierbare Gehgeschwindigkeit	-[m/sec]	x	x	x
	Wartezeiten an LSA	-[sec]	x		x
	Durchschnittliche Reisezeit	-[min]			x
Raum					
Zugewiesener Raum	Breite der FG-Anlage	-Breite [m]	x		(x)
	Art der Anlage/Querungstyp ² ,	-Qualitativ [-], Liste	x	x	x
	Querungsangebot,	-Qualitativ [-]		x	x
	Querungselemente	-Qualitativ [-]	x	x	x
	Strassentyp	-Qualitativ [-]	x	x	x
Behinderungen					
Konflikte mit Anderen	Konflikte mit RF	-Anzahl [#h] oder qualitativ [-]	x		x
	Anzahl Begegnungsfälle mit FG	-Anzahl [#h] oder qualitativ [-]	x	x	x
	Konflikte an ÖV-Haltestellen	-Qualitativ [-]	x		(x)
	Anzahl Überholvorgänge FG	-Anzahl [#h] oder qualitativ [-]			x
	Rechtsabbiegevorgänge MIV	-Anzahl [#h] oder qualitativ [-]	x		x
Fussgängerdichte	FG-Verkehrsstärke	-[Pers/sec] oder [Pers/(Min*m)]	x		
	FG-Verkehrsdichte	-[Pers/m ²]	x		x
	Bewegungszeit	-bei Querungen: [m ² *Min] oder	x	x	(x)
	Fussgängerstrom	[Pers*Min]			

Für die folgenden Betrachtungsebenen sind vertiefende Grundlagen zur Leistungsfähigkeitsbeurteilung erforderlich:

- Einzelanlagen: Fussgängerrampen/Rampenwege, Warteräume an ÖV-Haltestellen/Treppen/Querungen, Treppenanlagen und mechanische Anlagen.
- Knoten/Querungen: Fussgängerübergänge/-querungen.
- Streckenabschnitte: Gehwege, Kombinationen mit Einzelanlagen.

Ferner sind unter Berücksichtigung der Vorschläge in Tabelle 13 Hinweise zur sinnvollen Bestimmung von Qualitätskriterien für die in Kapitel 1.3.3 eingeführten übergeordneten Betrachtungsebenen (Korridor/Flächen und Fusswegnetz) wünschenswert.

¹ aus bestehenden Normenwerken

² Vgl. SN 640 240 für Begriffsdefinitionen

8.3.2 Radverkehr

In Tabelle 22 sind die zu untersuchenden Kriterien und Messgrössen des Radverkehrs für die verschiedenen Betrachtungsebenen zusammengestellt. Zusätzliche Hinweise zur Netzleistungsfähigkeit (vgl. Kapitel 1.3.3) sind ebenfalls wünschenswert.

Tabelle 22: Einflusskriterien der Leistungsfähigkeit Radfahrer

Kriterium	Bezeichnung	Messgrösse(n)	Einzelement	Querungen	Strecke	
Zeit						
Wartezeit an Knoten	Wartezeiten	-mittlere Wartezeit [sec]	x	x	x	
Geschwindigkeit	Fahrgeschwindigkeit	-[m/sec]	x		x	
	Wartezeiten an Knoten	-[sec]	x	x	x	
Raum						
Zugewiesener Raum	Seitl. Abgrenzung zu MIV/ÖV	-Qualitativ [-]	x		x	
	Strassentyp	-Qualitativ [-]	x	x	x	
	Radstreifen	-[j/n], Breite [m],	x		x	
	Separater Radweg	-[j/n], Breite [m],	x		x	
Behinderungen						
Konflikte mit Anderen	Konflikte mit MIV, FG, RF, Behinderung des Fahrflusses	-Durchschnittliche Anzahl [#] Fahrtunterbrechungen je Streckenabschnitt ¹ oder Zeitintervall	x	x	x	
	Verkehrszusammensetzung (Schwerverkehrsanteil)	-Prozentual aus Stichprobe	x		x	
	Frequenz ÖV	-[Kurse/h] oder Takt	x		x	
	Verkehrsaufkommen MIV	-[Fz/Zeitintervall]	x		x	
	Vorhandensein ÖV Haltestelle	-Anzahl [#]	x		x	
	Vorhandensein Längsparkierung	-Anzahl [#]	x		x	
	Anzahl Fahrstreifen MIV (signalisierte) Geschwindigkeit MIV	-Anzahl [#]/ Streckenlänge [km/h]	x		x	
	Breite Fahrstreifen MIV/ÖV (Mischverkehr)	-Breite [Meter],	x		x	
	FG-Dichte neben Radstreifen	-Qualitativ [-] oder vgl. Tabelle 13	x		x	
	Kreuzungsmanöver RF	-Qualitativ [-] oder Anzahl [#]/Zeitintervall]	x		x	
	Radfahrerdichte	Verkehrsstärke RF	-[RF/Zeitintervall]	x		x
	Weitere Kriterien					
	Vertikale Linienführung	Geringe Längsneigung	-Qualitativ [-]	(x)	x	

Die Leistungsfähigkeitsbetrachtung des Radverkehrs bezieht sich auf folgende Anlagen und Betrachtungsebenen:

- Einzelanlagen: Warteräume vor Querungen.
- Knoten/Querungen: Übergänge und Querungen.
- Streckenabschnitte: Radstreifen, Radwege, Rad-/Fusswege, Busstreifen im Mischverkehr, Kombinationen mit Einzelanlagen.

8.3.3 Öffentlicher Verkehr

Beim öffentlichen Verkehr gilt es bezüglich Leistungsfähigkeit zwischen den Anforderungen der Fahrgäste (im Fahrzeug oder am Haltepunkt) resp. den Anforderungen aus dem Betrieb zu unterscheiden. Aufbauend auf den bestehenden Arbeiten zur Leistungsfähigkeit fehlen noch quantifizierte kundenorientierte Qualitätsfestlegungen sowie Werte für schweizerische Verhältnisse im Mischverkehr und Angaben für den Bedarfsverkehr. Die interessierenden Anlagen und Betrachtungsebenen sind analog zu FG und RF:

¹ vgl. ASTRA 2008

- Einzelelemente: Fahrzeuge, Haltepunkte.
- Knoten: Mischverkehr und separate Zufahrten, mit/ohne Priorisierung.
- Streckenabschnitte: Mischverkehr, Busspuren, Tramtrassen, Kombinationen mit Einzelanlagen.

Für die Leistungsfähigkeitsbeurteilung ergeben sich aus der Vorstudie die in Tabelle 23 aufgeführten Kriterien. Zusätzliche Kriterien unter dem Aspekt der Kundenorientierung sind nach Bedarf aus der Kategorie „Benutzerfreundlichkeit“ (vgl. Tabelle 15) zu entnehmen. Für den ÖV sind ebenfalls Hinweise zur Beurteilung der Netzleistungsfähigkeit wünschenswert.

Tabelle 23: Einflusskriterien der Leistungsfähigkeit des strassengebundenen ÖV (ohne Zuordnung)

Kriterium	Bezeichnung	Messgrösse(n)
Zeit		
Häufigkeit	Frequenz	-Takt [min] in HVZ und NVZ
Reaktionszeit (Bedarfsbetrieb)	Reaktionszeit	-Zeit [min] zwischen Anmeldung und Durchführung des Transports
	Beförderungsgeschwindigkeit	-Effektive $v_{\text{Bef.}}$ [km/h] in Relation zur behinderungsfreien $v_{\text{Bef.}}$
Geschwindigkeit	Umsteigezeiten	-Zeit um von einem Kurs auf einen anderen umzusteigen
	Direktverbindungen	-Anzahl Umsteiger [#] oder [%] -Anteil der Umsteiger an beförderten Personen.
	Reisezeitdifferenzen MIV-ÖV Personenverlustzeiten MIV-ÖV	-[min] der Reisezeit (inkl. Zu- und Abgangszeiten) -Personengewichtete Wartezeiten an Knoten
Raum		
Zugewiesener Raum	Platzangebot im Fahrzeug ¹	-Sitzplatz und Stehplatzangebot [#]
	Eigener Fahrweg Strassentyp	-Qualitativ [-],[%] an Strecke/Netz -Qualitativ [-]
Behinderungen		
Passagierdichte	Auslastungsgrad des Fahrzeugs ¹	-Sitzplatzauslastung [%] und Stehplatzdichte [Pers/Stehplatzfläche]
Ein-Aussteigen	Platzverhältnisse/Behinderungen beim Ein- und Ausstieg	-Qualitativ [-]
Zuverlässigkeit		
Zuverlässigkeit ²	Pünktlichkeit	-Pünktlichkeitsverteilung
	Verfrühung	-Verfrühungen [%]
	Regelmässigkeit	-Standardabweichung der Fahrzeugfolgezeit [-]
	Störungswahrscheinlichkeit	-Wahrscheinlichkeit [%]
	Anschlussicherheit	-Verpasste Anschlüsse [%]

¹ Richtwert für die Berechnung: 3 Pers./m² für die ausgewiesene Stehplatzfläche

² aus Betriebsdaten des Verkehrsbetreibers

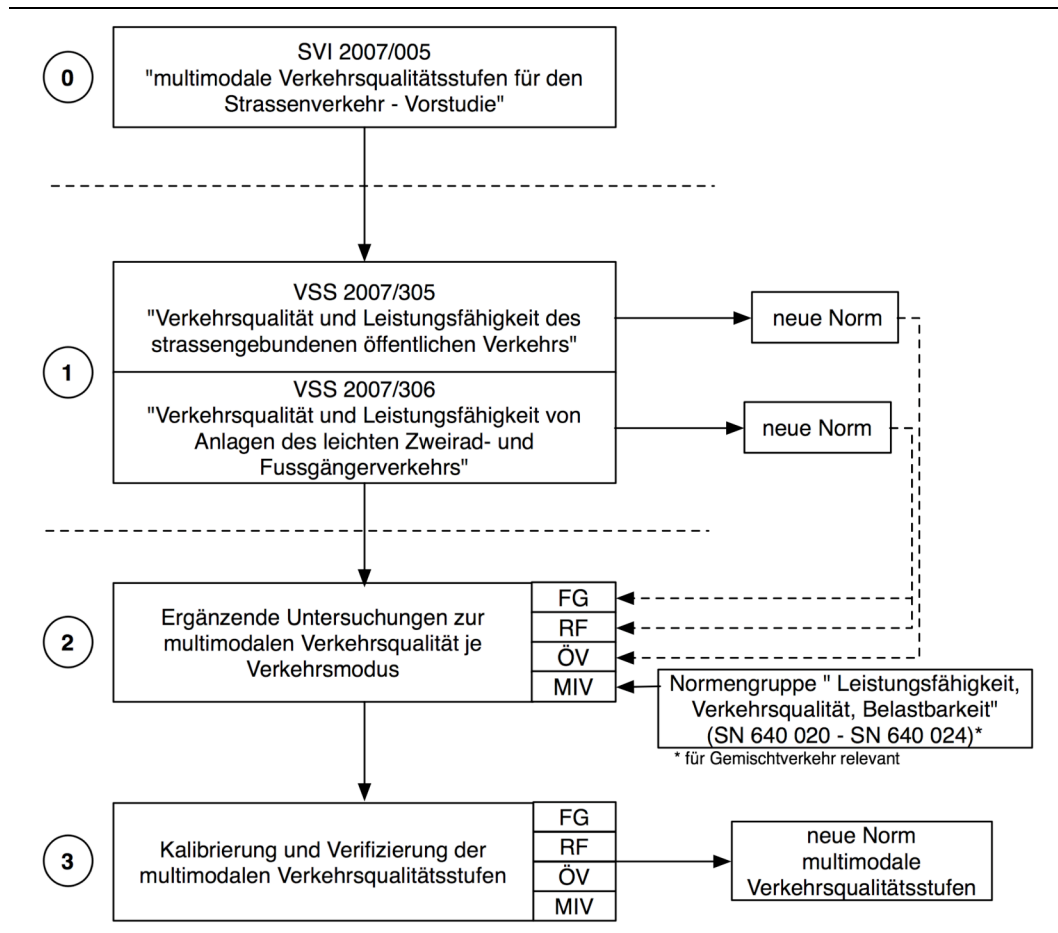
8.4 Weiteres Vorgehen

Nach Abschluss der Leistungsfähigkeitsuntersuchungen für schweizerische Verhältnisse, gilt es, die Leistungsfähigkeitskriterien mit den zusätzlichen, qualitätsrelevanten Kriterien zu ergänzen. Dies beinhaltet den Miteinbezug des mIV, insbesondere hinsichtlich Qualitätskriterien der Ebene Service und Begleitumstände, welche für den mIV ebenfalls zu erarbeiten sind.

Der abschliessende Schritt kombiniert alle Ebenen der Qualitätsentstehung und Verkehrsmodi. Er dient der Kalibrierung des Modelles der multimodalen Verkehrsqualität und der Zuordnung zu Qualitätsstufen.

Bis zur möglichen Normierung der mmVQS sind weitere Arbeitsschritte notwendig. Um die Resultate jedes Arbeitsschrittes innerhalb kurzer Zeit den Anwendern zur Verfügung stellen zu können, schlägt die Forschungsstelle das in Abbildung 20 dargestellte Vorgehen vor.

Abbildung 20: weiteres Vorgehen



1. Mit den geplanten Folgeforschungen werden zunächst die noch fehlenden verkehrssystem-spezifischen Grundlagen der Leistungsfähigkeit und Verkehrsqualität von Anlagen des leichten Zweirad- und Fussgängerverkehrs (VSS 2007/306) sowie des strassengebundenen öffentlichen Verkehrs (VSS 2007/305) erarbeitet, welche die Basis für die entsprechenden verkehrssystem-spezifischen Einzelnormen bilden. Die Begleitung der beiden Forschungsprojekte und die anschliessende Normierung liegen im Zuständigkeitsbereich der VSS-Fachkommission 3 (EK 3.08).
2. Die Ergänzung der in Schritt 1 erarbeiteten und auf der Leistungsfähigkeit und

Verkehrsqualität von Einzelanlagen basierenden Normen durch weitere Kriterien, welche die mmVQ beeinflussen, soll in einem zweiten Schritt erfolgen. In diesem Schritt sind auch die bestehenden Normen für den MIV einzubeziehen.

3. Die Vergleichbarkeit der mmVQS entsteht durch die Kalibrierung des Modelles der mmVQ aufgrund von Beurteilungen der Verkehrsteilnehmer in einem abschliessenden Schritt. Dieser stellt die Grundlage für die Normierung der mmVQS dar.

In den Schritten 2 und 3 kommt das geplante SVI-Projekt "Vergleichbarkeit der Verkehrsqualitätsstufen für MIV, ÖV, FV und RF" im Rahmen des Forschungsbündels "intermodale Verkehrsbeeinflussung" zum Tragen.

Literaturverzeichnis

[Erstautor, Erscheinungsjahr]	
Anderhub 2008	Anderhub, G., R. Dorbritz und U. Weidmann (2008) Leistungsfähigkeitsbestimmung öffentlicher Verkehrssysteme, <i>Schriftenreihe IVT</i> , 139 , Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich.
Brilon 2003	Brilon, W. und W. Schnabel (2003) Bewertung der Qualität des Verkehrsablaufs auf Hauptverkehrsstrassen, <i>Strassenverkehrstechnik</i> , (1), S. 21-26.
Brilon 2008	Brilon, W. und A. Estel (2008) Differenzierte Bewertung der Qualitätsstufen im HBS im Bereich der Überlastung, <i>Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik</i> , 999 , Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn.
Buchmüller 2006	Buchmüller, S. und U. Weidmann (2006) Parameters of pedestrians, pedestrian traffic and walking facilities, <i>Schriftenreihe IVT</i> , 132 , Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich.
De Tommasi 2004	De Tommasi, R., D. Oetterli und G. Müller (2004) Standards für intermodale Schnittstellen im Verkehr, <i>Schriftenreihe</i> , 1098 , Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern.
Dowling 2002	Dowling, R.G., D. McLeod, M. Guttenplan und J.D. Zegeer (2002) Multimodal Corridor Level-of-Service Analysis, <i>Transportation Research Record</i> , 1802 , S. 1-6.
Flannery 2005	Flannery, A., K. Wochinger und A. Martin (2005) Driver Assessment of Service Quality on Urban Streets, <i>Transportation Research Record</i> , 1920 , S. 25-31.
Fruin 1971	Fruin, J.D. (1971) Designing for Pedestrians: A Level-of-Service Concept, <i>Highway Research Record</i> , 355 , S. 1-15.
Fu 2007	Fu, L. und Y. Xin (2007) A New Performance Index for Evaluating Transit Quality of Service, <i>Journal of Public Transportation</i> , 10 (3), S. 47-69.
Guttenplan 2001	Guttenplan, M., B.W. Landis, L. Crider und D.S. McLeod (2001) Multimodal Level-of-Service Analysis at Planning Level, <i>Transportation Research Record</i> , 1776 , S. 151-158.
Guttenplan 2003	Guttenplan, M., B. Davis, R. Steiner und D. Miller (2003) Planning-Level Area-wide Multimodal Level-of-Service Analysis – Performance Measures for Congestion Management, <i>Transportation Research Record</i> , 1858 , S. 61-68.
Hall 2001	Hall, F., S. Wakefield und A. Al-Kaisy (2001) Freeway Quality of Service – What really matters to drivers and passengers, <i>Transportation Research Record</i> , 1776 , S. 17-23.
Hidber 1996	Hidber, C., C. de Rahm, N. Bischofberger, J. Greutert und Z. Oblozinska (1996) Korridor – Leistungsfähigkeit – Zusammenwirken der Verkehrsträger bei Überlastung, <i>Schriftenreihe</i> , 387 , Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern.
Hintermeister 2002	Hintermeister, O., D. Monsch, O. Merlo (2002) Mischverkehr MIV/ÖV auf stark befahrenen Strassen, <i>Schriftenreihe</i> , 1027 , Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern.
Infras 2008	Infras (2008) Mobilität in Zürich – Erhebung 2007, <i>Schlussbericht</i> , Stadt Zürich.
Jensen 2007	Jensen, S.U. (2007) Pedestrian and Bicyclist Level of Service in Roadway Segments, <i>Transportation Research Record</i> , 2031 , S. 43-51.
Keller 1993	Keller, R. (1993) Verkehrstechnische Dimensionierung – Konzept und Zusammenhänge, <i>Schriftenreihe</i> , 276 , Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern.
Keller 2002	Keller, R. und T. Karel (2002) Verfahren zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit, der Verkehrsqualität und der Belastbarkeit von Verkehrsanlagen, <i>Schriftenreihe</i> , 1031 , Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern.
Kittelson 2003	Kittelson & Associates, Urbitran, LKC Consulting Services, Queensland University of Technology and Y. Nakanishi (2003) A Guidebook for Developing a Transit Performance-Measurement System, <i>TCRP Report</i> , 88 , TRB.
Landis 1997	Landis, B.W., V.R. Vattikuti und M.T. Brannick (1997) Real time human perceptions: towards a bicycle level of service, <i>Transportation Research Record</i> , 1578 , S. 119-126.

Landis 2001	Landis, B.W., V.R. Vattikuti, R.M. Ottenberg, D.S. McLeod und M. Guttenplan (2001) Modeling the Roadside Walking Environment: Pedestrian Level of Service, <i>Transportation Research Record</i> , 1773 , S. 82–88.
Landis 2005	Landis, B.W., T.A. Petritsch, P.S. McLeod, H.F. Huang und M. Guttenplan (2005) Video Simulation of Pedestrian Crossings at Signalized Intersections, <i>Transportation Research Record</i> , 1920 , S. 49-55.
Lee 2007	Lee, D., T.-G. Kim und M.T. Pietrucha (2007) Incorporation of Transportation User Perception into Evaluation of Service Quality of Signalized Intersections, <i>Transportation Research Record</i> , 2027 , S. 9-18.
Mailer 2008	Mailer, M., T. Munk, M. Spangler und T. Haberer (2008) Verkehrsqualität auf Hauptverkehrsstrassen – Empfindung, Messung, Bewertung, <i>Internationales Verkehrswesen</i> , 7+8 (60), S. 270-277.
McLeod 2000	McLeod, D.S. (2000) Multimodal Arterial Level of Service, Transportation Research Circular, E-C018, Fourth International Symposium on Highway Capacity Proceedings, S. 221-233, TRB, National Research Council, Washington, D.C..
Pecheux 2000	Pecheux, K.K. (2000) User Perception of Time-Based Level of Service Criteria for Signalized Intersection, <i>Dissertation</i> , Pennsylvania State University, State College.
Pecheux 2004	Pecheux, K.K., A. Flannery, K. Wochinger, J. Rephlo und J. Lappin (2004) Automobile Drivers' Perceptions of Service Quality on Urban Streets, <i>Transportation Research Record</i> , 1883 , S. 167-175.
Petritsch 2007	Petritsch, T.A., B.W. Landis, H.F. Huang, P.S. McLeod, D. Lamb, W. Farah und M. Guttenplan (2007) Bicycle Level of Service for Arterials, <i>Transportation Research Record</i> , 2031 , S. 34-42.
Rolfes 2001	Rolfes, M. (2001) Qualität und Potenziale des Öffentlichen Personennahverkehrs – Empirische Untersuchungsergebnisse eines Studienprojektes, <i>Osnabrücker Studien zur Geographie</i> , 48 .
Romney 1986	Romney, A.K., S.C. Weller und W.H. Batchelder (1986) Culture as Consensus: A Theory of Culture and Informant Accuracy, <i>American Anthropologists</i> , (2) 88 , S. 313-338.
Schad 2009	Schad, H., R. Sonderegger und N. Schönhauser (2009) Qualitätsmessung im öffentlichen Verkehr – Situation und Entwicklung in der Schweiz, <i>ITW Working Paper Mobilität</i> , Hochschule Luzern, Luzern.
Schnippe 1998	Schnippe, C. (1998) Messung von Kundenzufriedenheit – praktische und psychologische Hinweise für Verkehrsunternehmen, <i>Der Nahverkehr</i> , 3 , 32-38
Simon 2001	Simon, M.J. (2001) Ermittlung der intermodalen Leistungsfähigkeit bei lichtsignalgeregelten Knoten, <i>Schriftenreihe</i> , 485 , Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern.
Simon 2006	Simon, M.J. (2006) Verkehrstechnische Beurteilung multimodaler Betriebskonzepte auf Strassen innerorts, <i>Schriftenreihe</i> , 1158 , Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern.
Spangler 2007	Spangler, M. (2007) Bestimmung der Verkehrsqualität auf innerörtlichen Hauptverkehrsstrassen durch Fahrzeugwiedererkennung, <i>Präsentation</i> , Hochschultagung 2007, 30.9.-2.10.2007, Rust im Burgenland (A).
Stinson 2003	Stinson, M. und C. Bhat (2003) An Analysis of Commuter Bicyclist Route Choice Using a Stated Preference Survey, <i>Transportation Research Record</i> , 1828 , S. 107-115.
Sutaria 1977	Sutaria, T.C. und J.J. Haynes (1977) Level of Service at Signalized Intersections, <i>Transportation Research Record</i> , 644 , S. 107-113.
Van de Wetering 2007	Van de Wetering, H., N. Reichert-Blaser, E. Willi, J. Artho und N. Nübold (2007) Ausgestaltung von multimodalen Umsteigepunkten, <i>Schriftenreihe</i> , 1197 , Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern.
Washburn 2006	Washburn, S. und D.S. Kirschner (2006) Rural Freeway Level of Service based on traveler perception, <i>Transportation Research Record</i> , 1988 , S. 31-37.
Weidmann 1992	Weidmann, U. (1992) Transporttechnik der Fussgänger, <i>Schriftenreihe IVT</i> , 90 , Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich.
Weidmann 2008	Weidmann, U. (2008) System- und Netzplanung – Band 1.1, <i>Vorlesungsskript</i> , Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich.
Winters 2001	Winters, P.L., F. Cleland, E. Mierzejewski und L. Tucker (2001) Assessing Level of Service Equally Across Modes – <i>White Paper</i> prepared for the FDOT, Florida.

Winters 2004	Winters, P.L. und L.E. Tucker (2004) Creative Solutions for Assessing Level of Service Equally Across Modes, <i>Transportation Research Record</i> , 1883 , S.185-191.
ZVV 2008	Zürcher Verkehrsverbund (ZVV) (2008) Stabile Bewertung der Dimensionen auf z.T. hohem Niveau, <i>Präsentationsfolie</i> , Zürcher Verkehrsverbund (ZVV), Zürich. www.zvv.ch/export/sites/default/common-images/content-image-gallery/medien-pdfs/Beilage_MM_MSQ_2008.pdf (6.3.2009).
Zweibrücken 2005	Zweibrücken, K., K. Beaujean, T. Schweizer, A. Stäheli und D. Sauter (2005) Erhebung des Fuss- und Veloverkehrs, <i>Schriftenreihe</i> , 1146 , Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern.
Normen, Richtlinien und Handbücher	
ASTRA 2008	Bundesamt für Strassen (ASTRA), Stiftung Schweiz Mobil und Fonds für Verkehrssicherheit (Hrsg.) (2008) Planung von Velorouten, <i>Handbuch</i> , Vollzugshilfe Langsamverkehr Nr. 5, ASTRA, Bern.
EN 13816	Europäische Norm 13816 (2002) Transport – Logistik und Dienstleistungen – öffentlicher Personenverkehr – Definition, Festlegung von Leistungszielen und Messung der Servicequalität.
EN 15140	Europäische Norm 15140 (2006) Öffentlicher Personennahverkehr – Grundlegende Anforderungen und Empfehlungen für Systeme zur Messung der erbrachten Dienstleistungsqualität.
HBS 2005	Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (FGSV) (2005) Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen (HBS).
TRB 2008	Transportation Research Board (TRB) (2008) Multimodal Level of Service Analysis for Urban Streets, <i>NHCRP Report</i> , 616 , TRB.
TRB 2003	Transportation Research Board (TRB) (2003) Transit Capacity and Quality of Service Manual (TCQSM), <i>TCRP Report</i> , 100 , TRB.
TRB 2000	Transportation Research Board (TRB) (2000) Highway Capacity Manual (HCM), TRB.
SN 640 060	VSS (1994) SN 640 060 Leichter Zweiradverkehr – Grundlagen.
SN 640 064	VSS (2000) SN 640 064 Führung des leichten Zweiradverkehrs auf Strassen mit öffentlichem Verkehr.
SN 640 070	VSS (2009) SN 640 070: Fussgängerverkehr – Grundlagen.
SN 640 240ff	VSS (2009 und teilw. in Vorbereitung) SN 640 240 – SN 640 248: Normengruppe „Querungen für den Fussgänger -und den leichten Zweiradverkehr.“
SN 640 017a	VSS (1999) SN 640 017a - Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit, Grundlagennorm, VSS, Zürich.
SN 640 018	VSS (1999) SN 640 018 - Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit, Freie Strecken auf Autobahnen, VSS, Zürich.
SN 640 019	VSS (1999) SN 640 019 - Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit, Einfahrten in Hochleistungsstrassen, VSS, Zürich.
SN 640 020	VSS (1999) SN 640 020 - Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit, Zweistreifige Hauptverkehrs- und Verbindungsstrassen, VSS, Zürich.
SN 640 022	VSS (2000) SN 640 022 - Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit, Knoten ohne Lichtsignalanlagen, VSS, Zürich.
SN 640 023	VSS (2000) SN 640 023 - Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit, Knoten mit Lichtsignalanlagen, VSS, Zürich.
SN 640 024	VSS (2000) SN 640 024 - Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit, Knoten mit Kreisverkehr, VSS, Zürich.
SN 640 018a	VSS (2006) SN 640 018a - Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit, Freie Strecken auf Autobahnen, VSS, Zürich.
SR 741.01	Strassenverkehrsgesetz, Schweiz.
SR 742.101.1	Verordnung über Abgeltungen, Darlehen und Finanzhilfen nach Eisenbahngesetz (Abgeltungsverordnung, ADFV), Schweiz.
SR 744.10	Bundesgesetz über die Personenbeförderung und die Zulassung als Strassentransportunternehmung, Schweiz.
SR 151.34	Verordnung über die Personenbeförderungskonzession, sowie die Verordnung über die behindertengerechte Gestaltung des öffentlichen Verkehrs, Schweiz.

Anhang

Bedürfnisse der Zweiradfahrer nach SN 640 060

Tabelle 24: Bedürfnisse der Zweiradfahrer nach SN 640 060

Einsatzzweck des Fahrrades Merkmale des Einsatzzwecks	A Transport ¹⁾	B Freizeitgestaltung	C Sport, Reisen	D Schulweg, Spiel von Kindern ²⁾
Häufigkeit	Häufig, täglich	Einmalig, gelegentlich	Einmalig, gelegentlich	Täglich
Verhalten der Radfahrer	<ul style="list-style-type: none"> - forsche Fahrweise - mittlere bis hohe Geschwindigkeit - Pulkbildung - verminderte Aufmerksamkeit 	<ul style="list-style-type: none"> - Fahren in Gruppen - Fahren nebeneinander zu zweit 	<ul style="list-style-type: none"> - hohe Geschwindigkeit - gut informierte Routenbenutzer - Fahren in Gruppen 	<ul style="list-style-type: none"> - nicht verkehrsgewandt - Furcht vor starkem Verkehrsaufkommen
Bedürfnisse der Radfahrer	<ul style="list-style-type: none"> - direkte Führung - wenig Halte 	<ul style="list-style-type: none"> - erhöhte Sicherheit - erlebnisreiche Route - gute Information/Wegweisung - gute touristische Infrastruktur 	<ul style="list-style-type: none"> - direkte Führung - wenig Halte - gute Beläge - gute Information/Wegweisung - gute touristische Infrastruktur 	<ul style="list-style-type: none"> - gesicherte Übergänge über stark befahrene Strassen - Möglichkeit von Ausweichrouten bei stark befahrenen Strassen
<p>1) zur Ausübung einer Tätigkeit (Arbeit, Einkauf, usw.) oder Durchführung eines Transportes 2) Kinder im vorschulpflichtigen Alter dürfen auf öffentlichen Strassen nicht radfahren</p>				
<p>Quelle: SN 640 060, S. 4</p>				

Anforderungen bei ÖV und RF im Mischverkehr nach SN 640 064

Tabelle 25: Anforderungen bei ÖV und RF im Mischverkehr nach SN 640 064

Öffentlicher Verkehr	Leichter Zweiradverkehr
Sicher	
<ul style="list-style-type: none"> • Wenig Konfliktpunkte mit dem übrigen Verkehr • Gute Sicht auf den übrigen Verkehr (Sichtweiten) • Sichere Zufahrt zur und Wegfahrt von der Haltestelle • Sichere, behindertengerechte Zugänge zu den Haltestellen • Sicherer Warteraum 	<ul style="list-style-type: none"> • Wenig Konfliktpunkte, insbesondere bei Knoten und Haltestellen • Klar erkennbare Zuordnung der Fahrbereiche • Gute Sicht auf den übrigen Verkehr (Sichtweiten)
Kohärent	
<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhängende, homogene Linienführung • Durchlässiges Netz mit guten Anschlüssen • Gut erkennbare Haltestellen 	<ul style="list-style-type: none"> • Durchgängige, durchlässige und homogene Linienführung • Gute Verständlichkeit der Anlage • Behinderungsfreie Zufahrt zu Halte- und Wartelinien
Direkt	
<ul style="list-style-type: none"> • Fahrplanmässiger Betrieb mit Gewährleistung der Anschlüsse • Umwegfreie Linienführung • Geringe Zeitverluste • Kurze Zugänge zu den Haltestellen 	<ul style="list-style-type: none"> • Umwegfreie, zügig befahrbare Linienführung • Vermeidung von Fahrtunterbrechungen • Geringe Zeitverluste
Komfortabel	
<ul style="list-style-type: none"> • Wenig Behinderungen durch andere Verkehrsteilnehmer • Bequeme, behindertengerechte Ein- und Ausstiegsverhältnisse • Ermöglichung einer homogenen Fahrweise 	<ul style="list-style-type: none"> • Wenig Behinderungen durch andere Verkehrsteilnehmer • Günstige vertikale Linienführung • Radfahrerfreundliches Umfeld

Quelle: SN 640 064, S. 4

CH-Normengruppe „Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit“

Tabelle 26: CH-Normengruppe „Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit“

	Geltungsbereich	Gegenstand und Verkehrsqualität
SN 640 017a Grundlagennorm	Verkehrsorientierte Strassen und deren Elemente. Das grundsätzliche Vorgehen ist auf andere Verkehrsanlagen übertragbar	Allgemeingültige Grundsätze und Verfahren zur Beurteilung des Verkehrsablaufs bei Verkehrsanlagen., Bestimmung der zugeordneten Verkehrsstärke zu einer festgelegten Verkehrsqualitätsstufe. Verkehrsqualität = f(gegenseitige Behinderung der Verkehrsteilnehmer).
SN 640 018a Freie Strecken auf Autobahnen	Hochleistungsstrasse mit baulicher Richtungstrennung	Verfahren für die verkehrstechnische Dimensionierung und für die Beurteilung des Verkehrsablaufes unter Berücksichtigung der Strassen-, Verkehrs- und Betriebsbedingungen. Verkehrqualität = f(Auslastung als Verhältnis Verkehrsstärke/Leistungsfähigkeit).
SN 640 019 Einfahrten in Hochleistungsstrassen	einstreifige Einfahrten in zweistreifige Richtungsfahrbahnen von Hochleistungsstrassen	Verkehrsqualität bzw. Leistungsfähigkeit der Einfahrt = f(Verkehrsstärke des Verkehrsstroms auf dem rechten Fahrstreifen nach der Einfahrt).
SN 640 020 Hauptverkehrs- und Verbindungsstrassen	Zweistreifige HVS/RVS ausserorts sowie HVS innerorts	Die Leistungsfähigkeit innerorts hängt von der niedrigsten Leistungsfähigkeit aller Knoten ab-> Verkehrsqualität der Knoten bestimmen. Ausserorts bisher keine Zuordnung zu VQS.
SN 640 022 Knoten ohne Lichtsignalanlage	Einmündungen und vierarmige Kreuzungen ohne LSA.	Verkehrsqualität= f(mittlere Wartezeit des Individualverkehrs)
SN 640 023a Knoten mit Lichtsignalanlagen	Knoten mit LSA (Phasentrennung). Gilt nur für Fahrzeuge auf Fahrstreifen des Individualverkehrs.	Näherungsweise Berücksichtigung der Privilegierung des ÖV. Verkehrsqualität= f(mittlere Wartezeit des Individualverkehrs)
SN 640 024a Knoten mit Kreisverkehr	Kreisverkehr ohne Verflechtungen, einstreifige Verkehrsführung.	Verkehrsqualität= f(mittlere Wartezeit des Individualverkehrs)

Quelle: eigene Zusammenstellung

Erforderliche Daten für den MMLOS des TRB

Tabelle 27: Erforderliche Daten für den MMLOS des TRB

Street Geometry	
Number of through lanes (#)	No default
Travel lanes widths (ft)	12 feet or local default
Median width (if present) (ft)	12 feet or local default
Bike lane width (if present) (ft)	5 feet or local default
Shoulder width (if present) (ft)	No default
Parking lane with (if present) (ft)	8 feet or local default
Planter strip width (if present) (ft)	No default
Presence of barrier in planter strip (yes/no)	No default
Sidewalk width (if present) (ft)	5 feet or local default
Presence of Left Turn Lane(s) at intersections (yes/no)	No default
Length of analysis segment (ft)	No default
Presence of right turn channelization islands at intersections (yes/no)	No default
Cross-street through lanes at intersections (#)	No default
Cross-street width curb to curb (ft)	No default
Number of transit stops (#)	No default
Percent of transit stops with shelters (%)	Use local defaults
Percent of transit stops with benches (%)	Use local defaults
Unsignalized intersections and driveways (#/mile)	Use local defaults
Pavement Condition (1-5)	3 for satisfactory condition
Demand	
Intersection vehicle turning moves (vph)	No default
Vehicle right turn on red volume (vph)	No default
Vehicle peak hour factor (PHF)	0.92 or local default
Percent heavy vehicles	5% or local default
Local bus volume (vph)	No default
On-time performance of transit (%)	75% or local default
Peak passenger load factor for transit (pass/seat)	0.80 or local default
Pedestrian volume (pph)	No default
Percent of on-street parking occupied (%)	50% or local default
Intersection Control	
Saturation Flow Rate Through Lanes (vphgl)	1800 or local default
Green time per cycle for through move (g/c)	0.40 or local default
Green time per cycle for cross-street (g/c)	0.40 or local default
Cycle length (sec)	100 seconds or local default
Quality of Progression (1-5)	Use 3 for random progress
Speed Limit (mph)	Use local defaults
Cross Street speed limit (mph)	Use local default

Quelle: TRB 2008, S. 30

Review zu Qualitätskriterien

Tabelle 28: Criteria Identified from Previous Studies

Author	Transportation System	Factors
Sutaria and Haynes	Signalized intersections	Delay Number of stops Traffic congestion Number of trucks and buses Difficulty of lane changing
Pfefer	Highway systems	Mobility Safety Environment Comfort and convenience Road-user direct cost
Pecheux	Signalized intersections	Delay Traffic signal efficiency Arrows/lanes for turning vehicles Visibility of traffic signals from queue Clear/legible signs and road markings Geometric design of intersection Leading left-turn phasing scheme Visual clutter, distractions Size of intersection Pavement quality Queue length Traffic mix Location Scenery/aesthetics Presence of pedestrians
Pecheux et al.	Urban street	Visibility of signs/signal Timing of traffic signals Ability to maneuver vehicle Left-turn only lanes at intersection Rate of traffic flow or traffic volume Divided roadway Overall travel time to destination Pavement quality Consistency/reliability of travel time Number of signalized intersections Aggressive drivers Interaction between vehicles
Zhang	Signalized intersections	Traffic signal responsiveness Ability to go through the intersection within one cycle of light changes Availability of left-turn only lanes and protected left-turn signal for vehicles turning left Pavement marking for separating and guiding traffic Pavement quality Waiting time Heavy vehicles such as trucks and buses that are waiting ahead Availability of right turn only lanes for vehicles turning right
Flannery and Pedersen	Signalized intersections	Long gaps in traffic on the main road Quality of signing and traffic markings Confusion about what lane to be in Smoothness of pavement Whether they perceive the road as being safe Information about delays Interference from bicycles or pedestrians in the roadway

Quelle: LEE et al. 2007, S. 11

Elemente und Kriterien der multimodalen Beurteilung nach SIMON

Tabelle 29: Elemente und Kriterien der multimodalen Beurteilung nach SIMON

Verkehrsarten				
ÖV		MIV	NMV	
Fahrgäste	Betreiber	Benutzer	Fussgänger	Radfahrer
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 HVS)
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 Geschwindigkeit 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)	Wenig Störungen durch andere Verkehrsteilnehmer	Gute Wegweisung
Hohe Verfügbarkeit (möglichst kurze Taktfolge)		Hohe Verkehrssicherheit	Hohe soziale Sicherheit	Ansprechende Gestaltung für angenehmes Fahren und möglichst ebener Trasseeverlauf
		Parkplatzverfügbarkeit am Start- und Zielpunkt	Gute Wegweisung	Abstellplatz am Start und Zielpunkt
Massgebende einzubeziehende Anlagenelemente 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

Quelle: Simon 2006, S. 44

Eignung des Kriteriums zur Erklärung der Probandenwahrnehmung

Tabelle 30: Eignung des Kriteriums zur Erklärung der Probandenwahrnehmung

Kriterium	Bewertung
Durchschnittliche Geschwindigkeit (resp. Reisezeit)	Sehr geeignet
Prozentualer Anteil der Fahrt über v_{zul}	geeignet
Verkehrsdichte	Bedingt geeignet
Lokale Geschwindigkeit am Detektorstandort	Bedingt geeignet
Anzahl der Halte	ungeeignet
Wartezeit	ungeeignet
Verkehrsstärke	Sehr ungeeignet

Quelle: Mailer et al. 2008, S. 276

Untersuchungsmethoden der Wahrnehmung von Verkehrsteilnehmern

Tabelle 31: Untersuchungsmethoden der Wahrnehmung von Verkehrsteilnehmern

Forscherguppe	Datenerhebung	Betrachtungsebene
Auto		
Hall, Wakefield and Kaisy	Fokusgruppendifkussion	Hochleistungsstrasse
Pecheux et al.	Videosimulationen (100 Personen)	Knoten mit LSA
Sutaria und Haynes	Videosimulationen (310 Personen)	Knoten mit LSA
Nakamura, Suzuki und Ryu	Aktive Feldbegehungen (24 Personen)	Strasse ausserorts
Colman	Aktive Feldbegehungen (50 Personen)	Strasse innerorts
ÖV		
Morpace	Fahrgastbefragung im Fahrzeug	Linie
Radfahrer		
Landis et al.	Aktive Feldbegehungen (60 Personen)	Knoten
Harkey, Reinfurt und Knuiman	Videosimulationen (202 Personen)	Streckenabschnitt
Jones und Carlson	Internetbasierte Videosimulationen (101 Personen)	Strasse ausserorts
Noel et al.	Befragung vor Ort (200 Personen)	Strasse ausserorts
Landis Vattikuti und Brannick	Aktive Feldbegehungen (150 Personen)	Streckenabschnitt
Stinson und Bath	Internetbasierte Videosimulationen (3145 Personen)	Streckenabschnitt
Fussgänger		
Miller, Bigelow und Garber	Videosimulationen	Knoten
Landis et al.	Aktive Feldbegehungen (75 Personen)	Streckenabschnitt
Chu und Baltes	Aktive Feldbegehungen (96 Personen)	Fussgängerquerung
Nadeir und Raman	3-D Videosimulation	Streckenabschnitt

Quelle: TRB 2008, S. 33

Abkürzungen

Begriff	Bedeutung
EK	Expertenkommission
EN	Europäische Norm
FäG	Fahrzeugähnliche Geräte
FDOT	Florida Department of Transport
FG	Fussgänger
HBS	Handbuch zur Bemessung von Strassenverkehrsanlagen
HCM	Highway Capacity Manual
HVZ	Hauptverkehrszeit
LOS	Level of Service
LSA	Lichtsignalanlage
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MMLOS	Multimodaler Level of Service
mmVQ	Multimodale Verkehrsqualität
mmVQS	Multimodale Verkehrsqualitätsstufe
NCHPR	National Cooperative Highway Research Program
NMV	Nicht motorisierter Verkehr
NSmm	Niveaux de service multimodal
NVZ	Nebenverkehrszeit
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PT	Public transport
PZI	Pufferzeitindex
QSV	Qualitätsstufen des Verkehrsablaufes (HBS)
RF	Radfahrer
RZI	Reisezeitindex
Smm	Service multimodal
SN	Schweizerische Norm
SVI	Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten
TCQSM	Transit Capacity and Quality of Service Manual
TIM	Trafic individuel motorisé
TP	Transport public
TRB	Transportation Research Board
VQS	Verkehrsqualitätsstufen
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute
ZVV	Zürcher Verkehrsverbund

Projektabschluss



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

ARAMIS SBT

Formular Nr. 3: Projektabschluss

erstellt / geändert am: 16.09.2009 / 27.01.2010

Grunddaten

Projekt-Nr.: SVI 2007/005

Projekttitel: Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Strassenverkehr – Vorstudie

Enddatum: September 2009

Texte:

Zusammenfassung der
Projektresultate:

In der vorliegenden Forschungsarbeit wurden die Grundlagen zum Aufbau von multimodalen Verkehrsqualitätsstufen (mmVQS) für Anlagen mit Gemischtverkehr erarbeitet. Unter multimodaler Verkehrsqualität (mmVQ) wird im Folgenden zweierlei verstanden:

1. Die Skalierung der Verkehrsqualität ist für alle Verkehrsmodi identisch (auf Basis der Wahrnehmung durch Verkehrsteilnehmer) und gegenseitig abgeglichen.
2. Die Einflüsse mehrerer Verkehrsmodi werden betrachtet und die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Verkehrsmodi fliessen in die Beurteilung der Verkehrsqualität mit ein.

Ausgehend von allgemeingültigen Grundanforderungen der Verkehrsteilnehmer wurden auf Grundlage einer umfangreichen Literaturlauswertung für jeden Verkehrsmodus entsprechende Qualitätskriterien für den Fussgänger-, leichten Zweirad- und öffentlichen Verkehr unter Berücksichtigung bestehender Qualitätskriterien des motorisierten Individualverkehrs eruiert und anhand einer Qualitätssystematik strukturiert. Diese Systematik nimmt Bezug auf die verschiedenen Ebenen der Qualitätsentstehung, resp. der Qualitätsbeeinflussung. Zur Ermittlung der multimodalen Verkehrsqualität wurde ein entsprechendes Modell erarbeitet, welches in den geplanten Folgeforschungen entsprechend den Empfehlungen der Vorstudie weiter zu entwickeln ist.

Zielerreichung: Das formulierte Ziel konnte vollumfänglich erreicht werden.

Folgerungen und
Empfehlungen:

Für die Normierung der multimodalen Verkehrsqualitätsstufen im Rahmen der VSS-Normgruppe „Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit“ sind weiterführende Arbeiten notwendig. Folgende Vorgehensschritte werden empfohlen:

1. Mit den geplanten Folgeforschungen werden zunächst die noch fehlenden verkehrssystem-spezifischen Grundlagen der Leistungsfähigkeit und Verkehrsqualität von Anlagen des leichten Zweirad- und Fussgängerverkehrs (VSS 2007/306) sowie des strassengebundenen öffentlichen Verkehrs (VSS 2007/305) erarbeitet, welche die Basis für die entsprechenden verkehrssystem-spezifischen Einzelnormen bilden. Die Begleitung der beiden Forschungsprojekte und die anschliessende Normierung liegen im Zuständigkeitsbereich der VSS-Fachkommission 3 (EK 3.08).
2. Die Ergänzung der in Schritt 1 erarbeiteten und auf der Leistungsfähigkeit und Verkehrsqualität von Einzelanlagen basierenden Normen durch weitere Kriterien, welche die mmVQ beeinflussen, soll in einem zweiten Schritt erfolgen. In diesem Schritt sind auch die bestehenden Normen für den MIV einzubeziehen.
3. Die Vergleichbarkeit der mmVQS entsteht durch die Kalibrierung des Modelles der mmVQ aufgrund von Beurteilungen der Verkehrsteilnehmer in einem abschliessenden Schritt. Dieser stellt die Grundlage für die Normierung der mmVQS dar.

Publikationen:

Scherer, M., P. Spacek und U. Weidmann (2009) Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Strassenverkehr – Vorstudie, Schlussbericht SVI 2007/005, Schriftenreihe, ZZZ, Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Beurteilung der Begleitkommission:

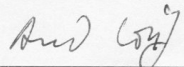
Diese Beurteilung der Begleitkommission ersetzt die bisherige separate fachliche Auswertung.

Beurteilung:	<p>Ziel der Forschungsarbeit war es, für schweizerische Verhältnisse zweckmässige Hinweise und Empfehlungen zur künftigen Bestimmung von VQS für Fuss-, leichten Zweirad- und öffentlichen Verkehr sowie für die spätere Vergleichbarkeit auch mit VQS des MIV zur Verfügung zu stellen.</p> <p>Die Forschungsstelle hat dazu gemäss Ausschreibung eine umfangreiche und hervorragende Literaturanalyse unter besonderer Berücksichtigung bisheriger SVI-Studien zum Thema durchgeführt und dabei in angemessener Weise die vorhandenen empirischen Daten beschrieben. Darauf aufbauend wurden Hinweise zur sinnvollen Bestimmung von verkehrssystem-spezifischen VQS für die Folgeforschungen geliefert. Die dabei zu berücksichtigenden Kriterien sind umfassend festgehalten.</p> <p>Die Arbeit lässt sich durch die gewählte Gliederung sowie den angemessenen Umfang und Detaillierungsgrad sehr gut nachvollziehen. Sie besitzt damit eine zentrale Stellung bei der künftigen Forschung und Normung von VQS. Die Begleitkommission ist mit den Ergebnissen und dem Bericht vollumfänglich einverstanden.</p>
Umsetzung:	<p>Die Vorstudie dient als Grundlage für die geplanten Folgeforschungen zur verkehrssystem-spezifischen Leistungsfähigkeit und Verkehrsqualität. Diese setzt sich in einem ersten Schritt aus zwei Forschungsprojekten zu Anlagen des leichten Zweirad- und Fussgängerverkehrs sowie des strassengebundenen öffentlichen Verkehrs zusammen, deren Begleitung beim VSS angesiedelt ist.</p>
weitergehender Forschungsbedarf:	<ul style="list-style-type: none"> - Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit des strassengebundenen öffentlichen Verkehrs (VSS 2007/305) - Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit von Anlagen des leichten Zweirad- und Fussgängerverkehrs (VSS 2007/306) - SVI-Projekt: „Vergleichbarkeit der Verkehrsqualitätsstufen für MIV, ÖV, FV UND RF“ im Rahmen des Forschungsbündels „intermodale Verkehrsbeeinflussung“ (ausstehend).
Einfluss auf Normenwerk:	<p>Grundlage für neu zu erarbeitende Normen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SN 640 021 «Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Anlagen des leichten Zweirad- und Fussgängerverkehrs» - SN 640 025 «Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Strassengebundener öffentlicher Verkehr» - SN 640 0xx «Multimodale Verkehrsqualität von Anlagen mit Gemischtverkehr»

Präsident Begleitkommission:

Name:	König	Vorname:	Arnd
Amt, Firma, Institut:	Amt für Verkehr, Volkswirtschaftsdirektion Kanton Zürich		
Strasse, Nr.:	Neumühlequai 10		
PLZ:	8090	Email:	amd.koenig@vd.zh.ch
Ort:	Zürich	Telefon:	+41 43 259 31 27
Kanton, Land:	ZH, Schweiz	Fax:	+41 43 259 51 62

Unterschrift Präsident Begleitkommission:

28.01.10 

Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

**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 **Modèle Transyt 8: Traffic Network Study Tool; Programme Pretrans**
(...)
- 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)
- 1986 **Transyt 8 / Pretrans; Modell Programmsystem für die Optimierung von Signalplänen von städtischen Strassennetzen**
(...)
- 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, Sigmaplan 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**
(Sigmaplan AG)
- 1993 **EIE et infrastructures routières, Guide pour l'établissement de rapports d'impact ***
(Büro BC, Jenni + Gottardi AG, Scherrer)
erschieden 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)
erschieden 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. Wältli)
- 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 Wunschnlinienmatrizen 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 / IKAO, Bern / Interface, Luzern)
- 2004 **Mobilitätsdatenmanagement für lokale Bedürfnisse**
(SNZ, Zürich / TEAMverkehr, Cham / Büro für Verkehrsplanung, Fischeningen)
- 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, Aldorf 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 **Vor- und Nachlauf im kombinierten Ladungsverkehr**
(Rapp Trans AG, 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)
- 2006 **Früherkennung von Entwicklungstrends zum Verkehrsangebot**
(Interface - Institut für Politikstudien, Luzern)
- 2006 **Publikumsintensive Einrichtungen PE: Planungsgrundlagen und Gesetzmässigkeiten**
(Metron Verkehrsplanung AG, Brugg / Transitec Ingenieurs-Conseils SA, Lausanne / Fussverkehr Schweiz, Zürich)
- 2006 **Erhebung des Fuss- und Veloverkehrs**
(IRAP, Hochschule für Technik, Rapperswil / Fussverkehr Schweiz, Zürich / Pestalozzi & Stäheli, Basel / Daniel Sauter, Urban Mobility Research, Zürich)
- 2006 **Verkehrstechnische Beurteilung multimodaler Betriebskonzepte auf Strassen innerorts**
(S-ce Simon consulting experts, Zürich)
- 2006 **Beurteilung von Busbevorzugungsmassnahmen**
(Metron Verkehrsplanung AG, Brugg)

- 2006 **Error Propagation in Macro Transport Models**
(Systems Consult, Monaco / B+S Ingenieur AG, Bern)
- 2007 **Fussgängerstreifenlose Ortszentren**
(Ingenieurbüro Ghielmetti, Winterthur / IAP, Zürich)
- 2007 **Kernfahrbahnen auf Ausserortsstrecken**
(Frossard GmbH, Zürich)
- 2007 **Road Pricing Modelle auf Autobahnen und in Stadtregionen**
(INFRAS, Zürich / Rapp Trans AG, Basel)
- 2007 **Entkopplung zwischen Verkehrs- und Wirtschaftswachstum**
(INFRAS, Zürich / Università della Svizzera Italiana, Lugano)
- 2007 **Genderfragen in der Verkehrsplanung Vorstudie**
(SNZ Ingenieure und Planer AG, Zürich)
- 2007 **Konfliktanalyse beim Mischverkehr**
(Sigmaplan AG, Bern)
- 2007 **Verfahren zur Berücksichtigung der Zuverlässigkeit in Evaluationen**
(Ernst Basler + Partner AG, Zürich / Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich)
- 2007 **Überlegungen zu einem Marketingansatz im Fuss- und Veloverkehr**
(Büro für Mobilität AG, Bern/Burgdorf / büro für utopien, Burgdorf/Berlin / LP Ingenieure AG, Bern / Masciardi communication & design AG, Bern)
- 2008 **Einbezug von Reisekosten bei der Modellierung des Mobilitätsverhaltens**
(Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) ETH, Zürich / TRANSP-OR EPF Lausanne, Lausanne / IRE USI, Lugano)
- 2008 **Ausgestaltung von multimodalen Umsteigepunkten**
(Metron AG, Brugg / Universität Zürich Sozialforschungsstelle, Zürich)
- 2008 **Überbreite Fahrstreifen und zweistreifige Schmalfahrbahnen**
(IRAP HSR Hochschule für Technik, Rapperswil)
- 2008 **Fahrten- und Fahrleistungsmodelle: Erste Erfahrungen**
(Hesse+Schwarze+Partner, Zürich / büro widmer, Frauenfeld)
- 2008 **Quantitative Auswirkungen von Mobility Pricing Szenarien auf das Mobilitätsverhalten und auf die Raumplanung**
(Verkehrsconsulting Fröhlich, Zürich / TransOptima GmbH, Olten / Ernst Basler + Partner AG, Zürich)
- 2008 **Organisatorische und rechtliche Aspekte des Mobility Pricing**
(Ernst Basler + Partner AG)
- 2008 **Forschungspaket "Güterverkehr", Initialprojekt "Bestandesaufnahme und Konkretisierung des Forschungspakets"**
(Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich - ETH / Università della Svizzera Italiana / Universität St. Gallen)
- 2008 **Freizeitverkehr innerhalb von Agglomerationen**
(Hochschule Luzern - Wirtschaft, Luzern / ISOE, Frankfurt am Main / Interface Politikstudien, Luzern)
- 2008 **Gesetzmässigkeiten des Anlieferverkehrs**
(Sigmaplan AG / Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG)
- 2009 **Modal Split Funktionen im Güterverkehr**
(Rapp Trans AG, Zürich / IVT ETH, Zürich)
- 2009 **Mobilitätsmuster zukünftiger Rentnerinnen und Rentner: eine Herausforderung für das Verkehrssystem 2030?**
(büro widmer Frauenfeld / Institut für Psychologie, Universität Bern)
- 2008 **Mobilitätsmanagement in Berieben - Motive und Wirksamkeit**
(synergo, Zürich / Tensor Consulting AG, Bern)
- 2009 **Monitoring und Controlling des Gesamtverkehrs in Agglomerationen**
(Ecoplan, Altdorf und Bern / Ernst Basler + Partner, Zürich)
- 2009 **Wie Strassenraumbilder den Verkehr beeinflussen**
(Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften zhaw, Winterthur / Jenni + Gottardi AG, Thalwil)
- 2009 **Nettoverkehr von verkehrsintensiven Einrichtungen (VE)**
(Berz Hafner + Partner AG, Bern / Homung Wirtschafts- und Sozialstudien, Bern / Künzler Bossert + Partner GmbH, Bern / Roduner BSB + Partner AG, Schliem)
- 2009 **Verkehrspolitische Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung**
(synergo, Mobilität - Politik - Raum, Zürich / Institut für Politikwissenschaft/Uni Bern, Bern / Büro Vatter, Bern / Büro für Mobilität AG, Bern)

* 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, Sihlquai 255, 8005 Zürich,
Tel. 044 / 269 40 20, Fax. 044 / 252 31 30, info@vss.ch