



Gesamtverkehrliche Erschliessungsqualitäten – Synthesebericht (TP1)

Qualités de desserte globale – Rapport de synthèse (SP1)

Integrated Traffic Coverage Quality – Summary report (SP1)

INFRAS AG
Roman Frick
Francesca Foletti

Forschungsprojekt VPT_20_04A_01 auf Antrag der Arbeitsgruppe Verkehrsplanung und -technik (VPT)

Dezember 2023

1763

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

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

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

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

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

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

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

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



Gesamtverkehrliche Er- schliessungsqualitäten – Synthesebericht (TP1)

Qualités de desserte globale – Rapport de synthèse (SP1)

Integrated Traffic Coverage Quality – Summary report (SP1)

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Projektleitung

Roman Frick (INFRAS)

Mitglieder

Francesca Foletti (INFRAS)

Begleitkommission

Präsident

Christian Hasler

Mitglieder

Martin Tschopp (ARE)

Maik Hömke (ASTRA)

Urs Walter (ASTRA-LV)

Mark Reinhard (BfS)

Thierry Schilli (BAV)

Veronika Schürmann (KPK)

Stephanie von Samson (Kanton Nidwalden)

Alexander Erath (FHNW)

Yves Delacrétaz (HEIG-VD)

Aline Renard (Transitec)

Antragsteller

Arbeitsgruppe Verkehrsplanung und -technik (VPT)

Bezugsquelle

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

Inhaltsverzeichnis

Impressum	4
Zusammenfassung	7
Résumé	13
Summary	19
1 Einleitung	25
1.1 Ausgangslage und Ziele	25
1.2 Konzept Grundlagenbericht und Forschungsabgrenzung	26
1.3 Vorgehen und Organisation	27
1.4 Berichtsaufbau	29
2 Stand der Forschung	31
2.1 Ansätze Verkehrsangebot	31
2.2 Ansätze Erreichbarkeiten	32
2.3 Beschreibung von qualitativen Indikatoren	33
3 Methodisches Gesamtkonzept	35
3.1 Ausgangslage und Bedarfsanalyse	35
3.2 Grundsätze zur Herleitung der Methodik	36
3.3 Verworfenene Ansätze	38
3.4 Umgang mit kombinierter Mobilität	39
3.5 Zweistufiger methodischer Ansatz	42
3.5.1 Überblick	42
3.5.2 Stufe 1: Quantitative Erschliessungsqualitäten	43
3.5.3 Stufe 2: Qualitative Erschliessungsqualitäten	44
3.6 Auswahl Fallbeispiele	46
4 Quantitative Erschliessungskriterien	47
4.1 Grundsätze und Übersicht	47
4.2 Dimension Verkehrsangebot	48
4.2.1 Haltestellenkategorie und Zugang ÖV	48
4.2.2 Kapazitätsindex MIV	50
4.2.3 Zentralitätsmass Veloverkehr	52
4.3 Dimension Erreichbarkeiten	54
4.3.1 Erreichbarkeitsindex MIV und ÖV	54
4.3.2 Erreichbarkeit Veloverkehr	56
4.4 Skalierung und Herleitung Güteklassen	57
4.4.1 Grundsätze	57
4.4.2 Skalenbildung in den drei Verkehrsmitteln	59
4.5 Ergebnisse Fallbeispiele	61
5 Qualitative Erschliessungskriterien	63
5.1 Grundsätze	63
5.2 Qualitative Erschliessungskriterien im Überblick	65
5.3 Ergebnisse Fallbeispiele	67
6 Anwendungsfelder in der Planung	69
7 Synthese und Folgerungen	73
7.1 Inhaltliche und methodische Folgerungen	73
7.1.1 Quantitative Erschliessungskriterien (Stufe 1)	73

7.1.2	Qualitative Erschliessungskriterien (Stufe 2)	75
7.1.3	Gesamtverkehrliche Aspekte	76
7.2	Normierungsprozess und Umsetzung	77
7.3	Weiterer Forschungsbedarf	79
	Anhänge	81
	Glossar	89
	Literaturverzeichnis	91
	Projektabschluss	93

Zusammenfassung

Ausgangslage, Ziele und Vorgehen

Zurzeit bestehen zur Beschreibung von Erschliessungsqualitäten im Landverkehr lediglich die Güteklassen für den öffentlichen Verkehr (ÖV), und auch diese nicht als normierter schweizerischer Standard. Für die anderen Verkehrsmittel – motorisierter Individualverkehr (MIV) sowie Fuss- und Veloverkehr (FVV) – fehlt ein einheitlicher Ansatz zur Beschreibung von Erschliessungsqualitäten an einem Standort und somit existiert auch keine schweizweite verkehrsmittelübergreifende Darstellung.

Im Grundlagenbericht (VSS 2011/106) konnten die Bedürfnisse, die methodischen Ansätze und Grenzen hin zu normierten gesamtverkehrlichen Erschliessungsqualitäten aufgezeigt werden. Im Initialprojekt (VSS 2017/120) wurde der Bedarf für ein vertiefendes Forschungsprogramm und für die Erarbeitung eines VSS-Normenpakets bestätigt und eine Organisation dazu vorgeschlagen. Mit dem vorliegenden Synthesebericht werden die Erkenntnisse des Forschungspakets zusammengefasst. Parallel dazu wurden Entwürfe für ein Normenpaket erarbeitet.

Der Begriff «Erschliessungsqualitäten» wird folgendermassen verstanden: Es wird damit versucht, die Angebotsqualitäten des motorisierten Individualverkehrs, öffentlichen Verkehrs sowie Fuss- und Veloverkehrs möglichst umfassend abzubilden (Angebot und Infrastruktur, Zuverlässigkeit, Komfort, etc.). Es geht nicht um den raumplanerischen Erschliessungsbegriff im engeren Sinne, sondern um die umfassenden Angebotsqualitäten im Umfeld des interessierenden Gebietes. Die Erschliessungsqualitäten als solche sind aber rein angebotsseitig hergeleitet.

Das Forschungspaket hat einen stark anwendungsorientierten Fokus. Die **Ziele** des Forschungspakets lauten folgendermassen:

- Überprüfung und Verfeinerung der Methoden aus dem Grundlagenbericht zur Bestimmung der gesamtverkehrlichen Erschliessungsqualitäten; wobei:
- Definition einer praxistauglichen Methodik zur Bestimmung der gesamtverkehrlichen Erschliessungsgüte eines Standortes
- Konkretisierung sowohl von quantitativen Kriterien (Kapazitäts- und Erreichbarkeitsindizes) als auch qualitativen Kriterien (Wertgerüste und zu verwendende Planungsgrundlagen)
- Vertiefende Analysen zur definitiven Festlegung von Parametern einzelner Kriterien, Operationalisierung der Kriterien, Prüfung weiterer Datengrundlagen (u.a. auch für Grenzübergänge) und Festlegung von Skalen und Güteklassenkategorien
- Überführung der Methodik in ein VSS-Normenpaket «Gesamtverkehrliche Erschliessungsqualitäten».

Das Normenpaket beschreibt die Methodik und definiert die Skalen der Güteklassen (analog der heutigen ÖV-Güteklasse). Die Normen sind aber nicht wertend: d.h. sie definieren keine Erschliessungsstandards für einzelne Raumtypen bzw. es wird nicht festgelegt, welche Güteklassen für welche Nutzungszwecke anzustreben sind. Solche Ableitungen können jedoch im Nachgang vorgenommen werden, so wie bereits heute verschiedene Kantone in ihren Angebotsverordnungen Standards auf Basis der ÖV-Güteklassen setzen.

Das Forschungsprojekt war in vier Teilprojekte (TP) aufgeteilt. Das TP1 Gesamtverkehr und Koordination hat die allgemeinen Rahmenbedingungen vorgegeben, die Methodiken aufeinander abgestimmt, gesamtverkehrliche Darstellungsweisen abgeleitet und letztlich den vorliegenden Synthesebericht sowie den Entwurf der Grundnorm erstellt. Die Bearbeitung der verkehrsmittelspezifischen Erschliessungskriterien (quantitativ und qualitativ) erfolgte durch die TP2 (ÖV), TP3 (MIV) und TP4 (Fuss- und Veloverkehr). Das Vorgehen ist in den entsprechenden Schlussberichten beschrieben.

Methodisches Konzept

Die Analysen des vorliegenden Forschungspakets haben die Zweckmässigkeit und die Machbarkeit des zweistufigen Ansatzes gemäss Grundlagenbericht bestätigt. Unter Einbezug von modellbasierten Einzelkriterien berücksichtigt dieser Ansatz neben quantitativ herleitbaren Erschliessungsqualitäten in der ersten Stufe auch ergänzende qualitative Kriterien in der zweiten Stufe. Die Methodiken wurden anhand von vier Fallbeispielen getestet und iterativ weiterentwickelt. Die verkehrsträgerübergreifende sachlogische Vergleichbarkeit wurde durch TP1 regelmässig überprüft. Die folgende Abbildung zeigt das Methodik-konzept im Überblick:

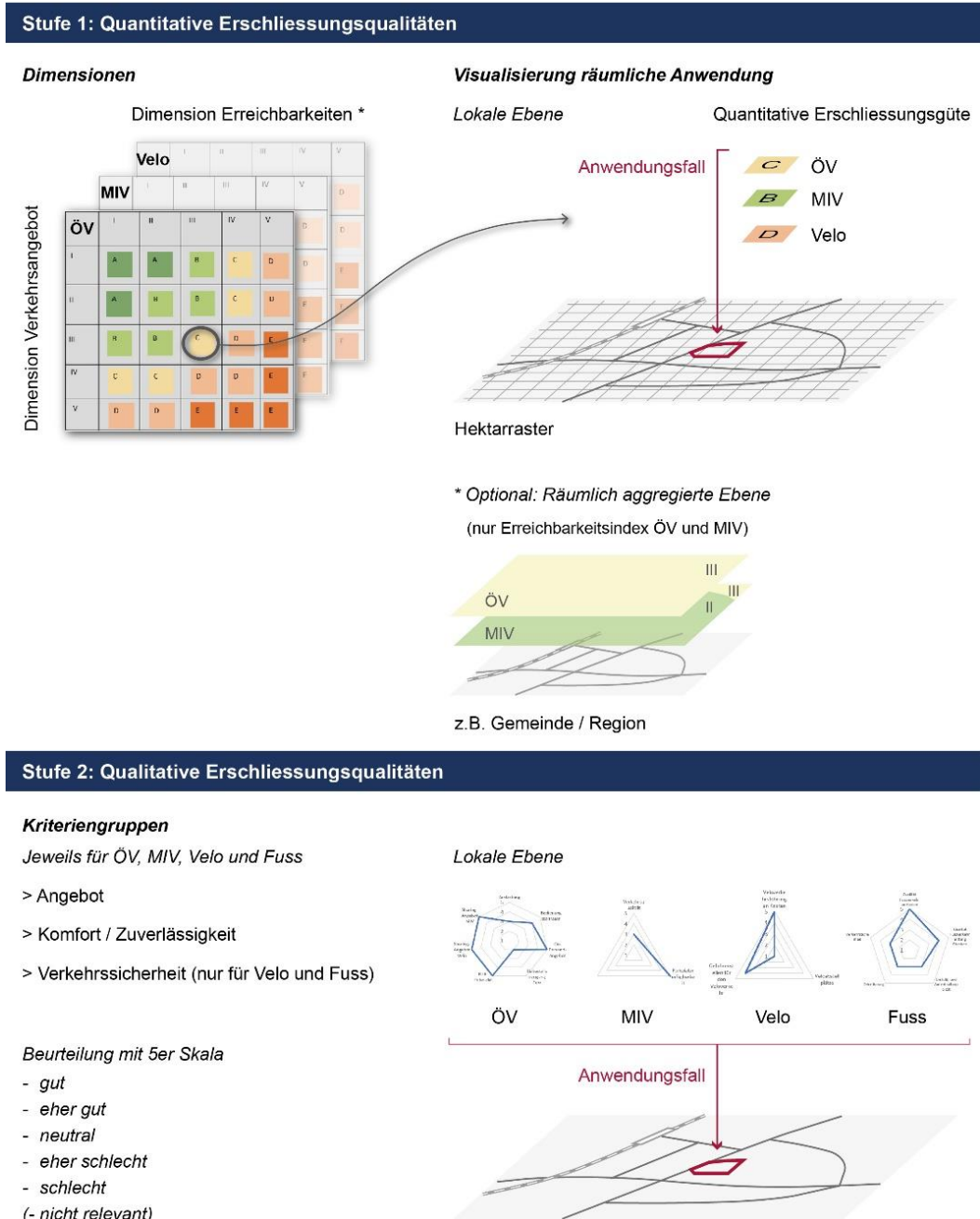


Abb. 1 Methodisches Konzept Gesamtverkehrliche Erschliessungsqualitäten

Stufe 1: Quantitative Erschliessungsqualitäten

In der ersten Stufe werden die folgenden zwei Dimensionen einbezogen, berechnet aus schweizweit verfügbaren quantitativen Datengrundlagen:

- **Verkehrsangebot:** Die entsprechenden Angebots- bzw. Kapazitätskriterien orientieren sich an der heutigen Logik der ÖV-Güteklassen. Sie beschreiben das Verkehrsangebot am Standort. Dazu gehören je nach Art des Verkehrsmittels die Angebotsdichte (ÖV) bzw. Strassen-/Netzdichten (MIV, Velo) mit jeweils unterschiedlichen Qualitätsmerkmalen und Gewichtungen.
- **Erreichbarkeiten:** Die Erreichbarkeitsindices zeigen ergänzend auf, wie gut man vom Standort X zu allen möglichen Fahrtenzielen Y gelangt. In diesen Indices sind nicht nur ergänzende Qualitätskriterien (primär Reisezeiten), sondern auch die Gewichtung von Fahrtenzielen integriert, d.h. Strukturdaten von Bevölkerung und Arbeitsplätzen. Je weiter ein Fahrtenziel entfernt ist, desto geringer ist sein spezifisches Gewicht.

Die zwei Dimensionen erhalten je eine eigene Beurteilung (Stufen I bis V). In der Kombinatorik der zwei Dimensionen ergibt sich die finale Güteklasse (Stufen A bis E). Das quantitative Kriteriensystem in der Stufe 1 liefert somit pro Verkehrsmittel (ÖV, MIV, Velo) eine Güteklasse. Die Stufe 1 beschränkt sich auf ÖV, MIV und Veloverkehr. Der Fussverkehr wird vorerst, d.h. bis die notwendigen quantitativen Grundlagen vorliegen, nur hinsichtlich qualitativer Kriterien in Stufe 2 beurteilt. Die drei Güteklassen sind sachlogisch hergeleitet. Dies ist die Voraussetzung, dass ein direkter Vergleich zwischen den drei Verkehrsmitteln möglich ist. Bei vergleichenden Darstellungen ist jedoch darauf zu achten, dass die Güteklassen den einzelnen Verkehrsmitteln klar zugeordnet werden können (bspw. bei überlagerten Layers in kartografischen Darstellungen).

Ein aggregierter gesamtverkehrlicher Güteindex über alle Verkehrsmittel wurde hingegen verworfen. Damit wären weitere Annahmen und Gewichtungen notwendig gewesen, was die Aussagekraft und Interpretierbarkeit eines solchen Gesamtindex stark eingeschränkt hätte. Zudem hat das gesamte Forschungsvorhaben eine *angebotsorientierte* Sichtweise. D.h. man kann mittels Aggregation der Güteklassen an einem Standort nicht auf ein multimodales Verkehrsverhalten schliessen. Letzteres ist von vielen weiteren Rahmenbedingungen abhängig, insbesondere den individuell verfügbaren Mobilitätswerkzeugen (Besitz von Personenwagen, ÖV-Abo-Besitz, etc.) sowie Verhaltensparametern wie Gewohnheiten / Routinen, Werthaltungen, etc.

Die Methodik der Stufe 1 konzentriert sich auf die lokale Ebene, d.h. auf die Beurteilung der Erschliessungsqualität eines konkreten Areals (mit einem oder mehreren Hektaren). Eine Aggregation auf grössere Gebietseinheiten ist nur für die Einzeldimension der Erreichbarkeiten (und nur für ÖV und MIV) möglich, weil nur hier die Zonierung flexibel bestimmt und schweizweit mit vernünftigem Aufwand berechnet werden kann.

Stufe 2: Qualitative Erschliessungsqualitäten

In der Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmenden definieren sich die gesamtverkehrlichen Erschliessungsqualitäten nicht nur über Angebots- und Erreichbarkeitskriterien, sondern auch über Komfort-, Sicherheits- und andere Attraktivitätskriterien. Deshalb sieht die Methode – ergänzend zu den quantitativen – eine Beurteilung mittels qualitativen Erschliessungskriterien vor. Dabei werden folgende drei Kriteriengruppen unterschieden, wobei nicht bei allen vier Verkehrsmitteln die drei Gruppen denselben Stellenwert haben:

- **Angebot (inkl. kombinierte Mobilität):** Über Stufe 1 hinausgehende, ergänzende Angebotsbestandteile wie Parkierung / Abstellplätze, Sharingangebote oder neue flexible Mobilitätsangebote.
- **Komfort / Zuverlässigkeit:** In Stufe 1 nicht berechenbare, aus Sicht der Verkehrsteilnehmenden aber wichtige zusätzliche Qualitätsmerkmale der Verkehrsangebote wie Qualität des Verkehrsflusses, Führung / Orientierung oder Bedienungszeiträume im ÖV.

- **Verkehrssicherheit:** Hierunter fallen Kriterien zur Beschreibung der objektiven (reales Unfallgeschehen) und subjektiven Verkehrssicherheit (Umfeldfaktoren und somit potenzielles Unfallrisiko).

Die Beurteilung der entsprechenden Kriterien erfolgt auf der Basis von Planungsgrundlagen, Einschätzungen der zuständigen Fachstellen sowie Feldbegehungen. Die qualitativen Erschliessungskriterien lassen sich somit nur auf der lokalen Ebene beurteilen. Insofern erfolgt die Anwendung subsidiär, d.h. bei Bedarf im Planungsalltag. Die qualitativen Kriterien werden separat zu den quantitativen Güteklassen dargestellt; und zwar in Form von Wertprofilen auf einer 5er Skala («gute» bis «schlechte» Qualität). Es erfolgt keine Anpassung der quantitativen Güteklassen aufgrund der qualitativen Beurteilung.

Anwendungsfelder

Normierte Erschliessungsqualitäten stellen eine wichtige Grundlage für eine verbesserte Abstimmung von Siedlung und Verkehr dar. Es ergeben sich daraus Nutzen für verschiedene Anwendungsfelder und Nutzergruppen. Potenzielle Anwendungsfelder für normierte gesamtverkehrliche Erschliessungsqualitäten der Stufe 1, d.h. **quantitative Güteklassen**, sind beispielsweise: Vergleichende Beurteilung der Verkehrserschliessung von Entwicklungsgebieten mit unterschiedlichen Nutzungsschwerpunkten, Schwachstellenanalysen (z.B. in Agglomerationsprogrammen), Korridorstudien, Grundlage für Raummonitoringsysteme und Benchmarks, Grundlage für die Evaluation von Angebots- und Netzverbesserungen oder auch Grundlage für Forschungsarbeiten im Bereich der (quantitativen) Zusammenhänge von Raum- und Verkehrsentwicklung.

Die Anwendungsfelder der **qualitativen Erschliessungskriterien** der Stufe 2 (als vertiefende Analysen zur Stufe 1) sind eingeschränkter, weil sie nur ortsspezifisch angewendet werden können. Folgende Anwendungsfelder stehen hier im Vordergrund: Spezifische Beurteilung der Verkehrserschliessung von Entwicklungsgebieten innerhalb von Teilräumen, Identifizierung von Erschliessungslücken in bestehenden Siedlungsgebieten, Analysegrundlagen für kommunale Raumentwicklungskonzepte oder kommunale Verkehrsrichtpläne oder vertiefende Beurteilung von Standorten mit speziellen Anforderungen an eine gute Velo- und Fussverkehrserschliessung.

Würdigung und Ausblick

Mit dem Forschungspaket konnte der Nachweis erbracht werden, dass die Herleitung von vergleichbaren quantitativen Erschliessungsgüteklassen von ÖV, MIV und Veloverkehr in der **Stufe 1** möglich ist und diese für den Planungsalltag einen grossen Mehrwert darstellen. Entscheidend ist dabei, dass die sachlogische Herleitung innerhalb der zwei Dimensionen Verkehrsangebot und Erreichbarkeiten sichergestellt ist. Daraus folgt auch, dass die Festlegung der Wertskalen (Abgrenzung der Kategorien) auf Stufe der Teilindices dieser zwei Dimensionen entscheidend ist. Die Forschungsstellen entwickelten dazu für alle drei Verkehrsmittel Vorschläge, basierend auf diversen Simulationen. Diese sind jedoch empirisch unterschiedlich abgestützt: Eine hohe empirische Evidenz liegt bei den bereits schweizweit modellierten Erreichbarkeiten ÖV und MIV vor. Gleiches gilt für das ÖV-Angebot. Die vorgeschlagenen Wertskalen für die (Teil-)Indices Verkehrsangebot MIV und Veloverkehr sowie die Erreichbarkeiten im Veloverkehr basieren hingegen auf wenigen Fallbeispielen. Hier müssen in einer ersten Umsetzungsphase weitere Erkenntnisse gewonnen und die Skalen allenfalls nachjustiert werden. Die Modellierung der Erreichbarkeiten im MIV und ÖV kann hingegen auf eine langjährige Praxis zurückgreifen. Entsprechend ging es hier um eine methodische Feinjustierung und Optimierung der Parameter (z.B. β -Werte zur Raumwiderstandsfunktion). Der Mehrwert liegt hier insbesondere in der Aufnahme ins VSS-Normenwerk. Im Veloverkehr gibt es bis heute keine etablierte Methodik zur Erreichbarkeitsberechnung. Der entwickelte methodische Ansatz unter Berücksichtigung verschiedener Qualitätsmerkmale wie Topografie oder Veloinfrastrukturtyp stellt somit ein Novum dar.

Die Anwendbarkeit der Methodik konnte nachgewiesen werden, auch wenn in einzelnen Bereichen Datenlücken bestehen und der Aufwand zur Aufbereitung der Daten und schweizweiten Bereitstellung von Güteklassen nicht unerheblich ist. Zur Anwendbarkeit

gehört auch der Umgang mit **ausländischen Daten** zur Berechnung von Erschliessungskriterien grenznaher Standorte. Auch dazu konnten – wo notwendig – pragmatische Ansätze entwickelt werden. Die Daten und auch die Mobilitätsformen entwickeln sich ständig. Insbesondere im Velo- und Fussverkehr sind in Zukunft neue Datengrundlagen zu erwarten. Deshalb wurde konsequent darauf geachtet, **aufwärtskompatible** methodische Ansätze zu entwickeln.

Unter letzteres fällt auch das Thema **neuer Mobilitätsformen**. Stand heute erfordern diese Entwicklungen noch keine zusätzliche Erschliessungsgüteklasse. Zu individuell sind die angebotenen Sharing-, Riding- oder Poolingangebote. Die Methoden sind aber aufwärtskompatibel konzipiert. Bei deutlich grösserer Verbreiterung einzelner Mobilitätsformen (und verfügbaren Daten) kann auch eine schrittweise Überführung von heute qualitativen in die quantitativen Erschliessungskriterien erfolgen. Reine Veränderungen der Antriebsformen, insbesondere das automatisierte Fahren, erfordern erst dann methodische Anpassungen, wenn mit ihnen auch die Anforderungen an die Verkehrsnetze und Kapazitäten ändern (z.B. MIV-Kapazitätsindex) oder sich die Bedeutung anderer Angebotsbestandteile ändern (z.B. keine Notwendigkeit mehr von Parkplätzen).

Wichtigste Voraussetzung, damit die neuen Güteklassen der Stufe 1 im Planungsalltag angewendet werden, ist die Aufbereitung durch eine **zentrale Stelle**. Vor dem Hintergrund der bisherigen Erfahrungen mit Erreichbarkeiten und ÖV-Güteklassen und als Modellverantwortliche des Nationalen Personenverkehrsmodells (NPVM) ist das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) die prädestinierte Stelle dazu.

Ergänzende qualitative Erschliessungskriterien in **Stufe 2** sind für eine Gesamtsicht der Erschliessungsqualitäten notwendig. Dies betrifft insbesondere den Fuss- und Veloverkehr, aber auch die Qualitäten des Strassenverkehrs (insb. Verkehrsfluss) und des öffentlichen Verkehrs (insb. Auslastungssituation und Angebote der kombinierten Mobilität) sind wichtige Ergänzungen zu den quantitativen Kriterien. Die Schwierigkeit besteht in der einheitlichen und objektiven Operationalisierung von qualitativen Erschliessungskriterien. Mit den vorgeschlagenen Wertgerüsten wird versucht, den beurteilenden Personen einen möglichst klaren Rahmen vorzugeben. Zudem wird auf vorhandene nationale Planungshilfen, Handbücher, o.ä. abgestützt. Die weitere Objektivierung der Wertgerüste bei den qualitativen Erschliessungskriterien ist anzustreben. Neben Erfahrungswerten aus der Praxisanwendung sind dazu insbesondere auch die weitere Entwicklung der Datengrundlagen im Fuss- und Veloverkehr zu verfolgen.

Résumé

Situation de référence, objectifs et démarche

Actuellement, seuls les niveaux de qualité de la desserte par les transports publics (TP) permettent de décrire la qualité de la desserte dans les transports terrestres, et encore, il ne s'agit pas d'un standard suisse normalisé. Pour les autres moyens de transport – trafic individuel motorisé (TIM) et trafic piéton et cycliste – il n'existe pas d'approche uniforme pour décrire la qualité de la desserte d'un site et, par conséquent, il n'existe pas non plus de représentation pour l'ensemble des moyens de transport à l'échelle nationale.

L'étude de base (VSS 2011/106) a permis de mettre en évidence les besoins et les approches méthodologiques, mais aussi les limites liées à la normalisation des qualités de desserte globale. Le projet initial (VSS 2017/120) a confirmé la nécessité d'un programme de recherche approfondi ainsi que de l'élaboration d'un ensemble de normes VSS et a proposé une organisation à cet effet. Le présent rapport de synthèse résume les conclusions du paquet de recherche. Parallèlement, des projets de normes ont été élaborés.

La notion de "qualités de desserte" est comprise de la manière suivante : Elle essaie de représenter de la manière la plus complète possible les qualités de l'offre en matière de trafic individuel motorisé, de transports publics ainsi que de trafic piéton et cycliste (offre et infrastructure, fiabilité, confort, etc.). Il ne s'agit pas de la notion de desserte au sens strict du terme en matière d'aménagement du territoire, mais des qualités globales de l'offre dans les environs de la zone d'intérêt. Les qualités de desserte en tant que telles sont toutefois déduites uniquement du point de vue de l'offre.

Le paquet de recherche est fortement axé sur l'application. Les objectifs du paquet de recherche sont les suivants :

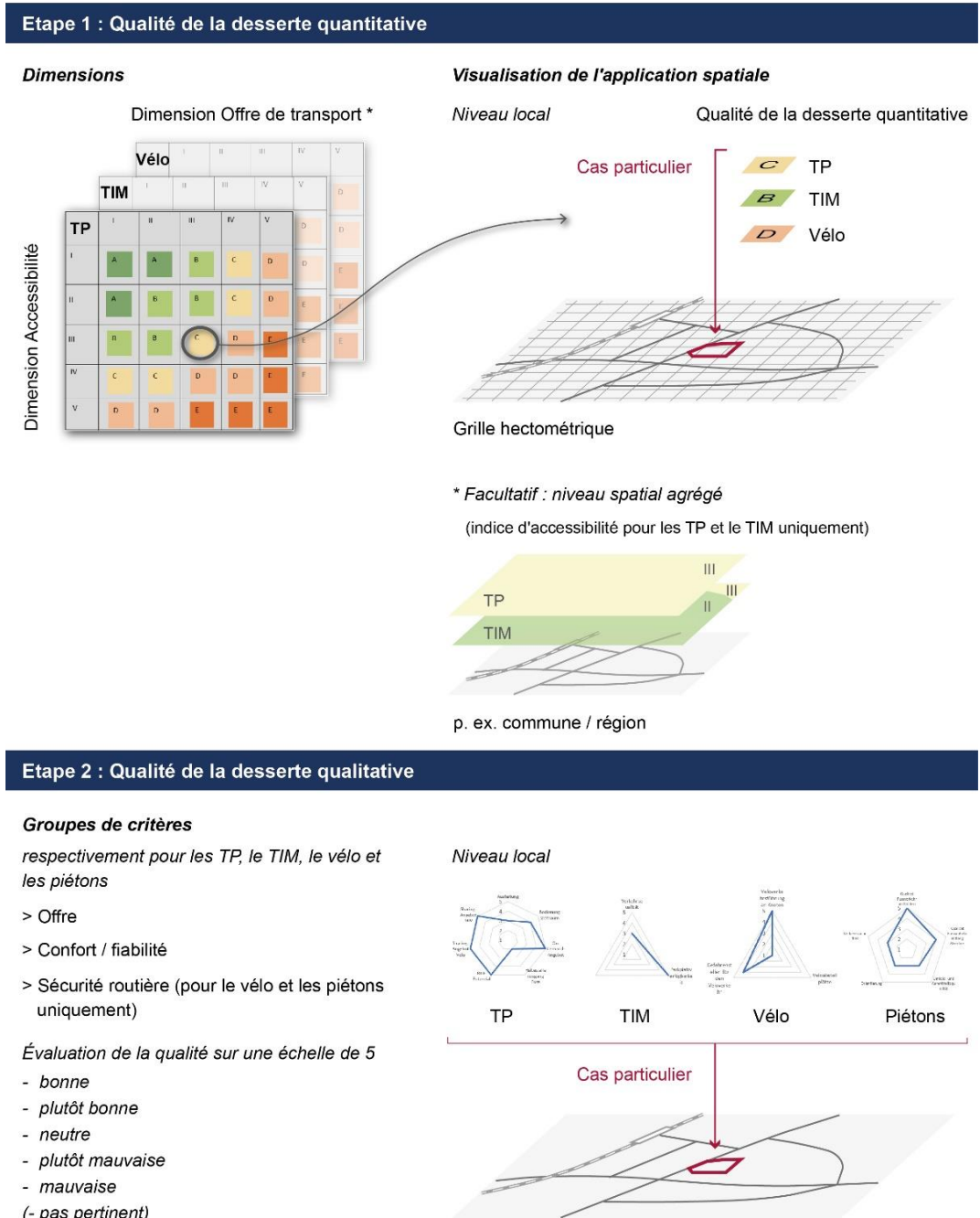
- Vérifier et affiner les méthodes de l'étude de base pour la détermination des qualités de desserte globale ; en l'occurrence :
- Définition d'une méthode adaptée à la pratique pour déterminer la qualité de desserte globale d'un site
- Concrétisation de critères quantitatifs (indices de capacité et d'accessibilité) et qualitatifs (systèmes de valeurs et bases de planification à utiliser)
- Analyses approfondies pour fixer de manière définitive les paramètres de certains critères, pour l'opérationnalisation des critères, l'examen d'autres bases de données (notamment pour les zones frontalières) et la définition d'échelles et de catégories de qualité
- Transfert de la méthodologie dans un paquet de normes VSS "Qualités de desserte globale"

Le paquet de normes décrit la méthodologie et définit les échelles des niveaux de qualité (par analogie avec la qualité de la desserte par les transports publics actuelle). Les normes ne sont toutefois pas évaluatives : c'est-à-dire qu'elles ne définissent pas de standards de desserte pour les différents types d'espaces resp. elles ne déterminent pas quels niveaux de qualité doivent être visés pour quelles utilisations de l'espace. De telles déductions peuvent toutefois être effectuées ultérieurement, de la même manière que plusieurs cantons fixent déjà aujourd'hui des standards sur la base de la qualité de la desserte par les TP dans leurs ordonnances sur l'offre.

Le projet de recherche était divisé en quatre sous-projets (SP). Le SP1 Qualités de desserte globale et coordination a défini les conditions générales, harmonisé les méthodologies, déduit des modes de représentation de la qualité de desserte globale et, enfin, rédigé le présent rapport de synthèse ainsi que le projet de la norme de base. L'élaboration des critères de desserte spécifiques aux modes de transport (quantitatifs et qualitatifs) a été effectué par les SP2 (TP), SP3 (TIM) et SP4 (trafic piéton et cycliste). La démarche est décrite dans les rapports finaux correspondants.

Approche méthodologique

Les analyses du présent paquet de recherche ont confirmé la pertinence et la faisabilité de l'approche en deux étapes selon l'étude de base. Cette approche prend en compte, outre les qualités de desserte déductibles quantitativement – en intégrant des critères basés sur le modèle de trafic – dans la première étape, des critères qualitatifs complémentaires dans la deuxième étape. Les méthodologies ont été testées à l'aide de quatre études de cas et développées de manière itérative. La comparabilité entre les différents modes de transport a été régulièrement vérifiée par le SP1. La figure suivante donne un aperçu de l'approche méthodologique :



Etape 2 : Qualité de la desserte qualitative

Groupes de critères

respectivement pour les TP, le TIM, le vélo et les piétons

- > Offre
- > Confort / fiabilité
- > Sécurité routière (pour le vélo et les piétons uniquement)

Évaluation de la qualité sur une échelle de 5

- bonne
- plutôt bonne
- neutre
- plutôt mauvaise
- mauvaise
- (- pas pertinent)

Niveau local



TP



TIM



Vélo



Piétons

Cas particulier



Fig. 1 Approche méthodologique pour les qualités de desserte globale

Etape 1 : Qualité de la desserte quantitative

Dans la première étape, les deux dimensions suivantes, calculées à partir de bases de données quantitatives disponibles au niveau la Suisse, sont incluses :

- L'offre de transport : Les critères d'offre resp. de capacité correspondants s'appuient sur la logique actuelle de la qualité de la desserte par les transports publics. Ils décrivent l'offre de transport sur le site. En font partie, selon le type de moyen de transport, la densité de l'offre (TP) resp. la densité des routes/du réseau (TIM, vélo) avec des caractéristiques de qualité et des pondérations différentes.
- L'accessibilité : Les indices d'accessibilité montrent en plus la qualité de l'accès à toutes les destinations possibles Y à partir du site X. Ces indices intègrent non seulement des critères de qualité complémentaires (en premier lieu les temps de parcours), mais aussi la pondération des destinations, c'est-à-dire les données structurelles de la population et des emplois. Plus une destination est éloignée, plus son poids spécifique est faible.

Les deux dimensions reçoivent chacune leur propre évaluation (niveaux I à V). La combinaison des deux dimensions donne la qualité de desserte finale (niveaux A à E). Le système de critères quantitatifs de l'étape 1 fournit ainsi une qualité de desserte par moyen de transport (TP, TIM, vélo). L'étape 1 se limite aux TP, au TIM et au trafic cycliste. Dans un premier temps, c'est-à-dire jusqu'à ce que les bases quantitatives nécessaires soient disponibles, le trafic piéton n'est évalué que sur la base de critères qualitatifs à l'étape 2. Les trois qualités de desserte sont déduites de manière logique. C'est la condition pour qu'une comparaison directe entre les trois modes de transport soit possible. Pour les représentations comparatives, il faut toutefois veiller à ce que les niveaux de qualité puissent être clairement attribués aux différents moyens de transport (par exemple pour les couches superposées dans les représentations cartographiques).

En revanche, un indice de qualité agrégé pour l'ensemble des moyens de transport a été rejeté. D'autres hypothèses et pondérations auraient été nécessaires, ce qui aurait fortement limité la valeur informative et l'interprétabilité d'un tel indice global. De plus, l'ensemble du projet de recherche a une vision *orientée vers l'offre*. Cela signifie que l'agrégation des niveaux de qualité à un endroit ne permet pas de déduire un comportement de transport multimodal. Ce dernier dépend de nombreuses autres conditions cadres, notamment des outils de mobilité disponibles individuellement (possession d'une voiture, d'un abonnement pour les transports publics, etc.) ainsi que de paramètres comportementaux tels que les habitudes / les routines, les valeurs, etc.

La méthodologie de l'étape 1 se concentre sur le niveau local, c'est-à-dire sur l'évaluation de la qualité de la desserte d'un site concret (d'un ou plusieurs hectares). Une agrégation sur des unités territoriales plus grandes n'est possible que pour la dimension individuelle de l'accessibilité (et uniquement pour les TP et le TIM), car c'est le seul cas où le zonage peut être déterminé de manière flexible et calculé à l'échelle de la Suisse au prix d'un effort raisonnable.

Etape 2 : Qualité de la desserte qualitative

Dans la perception des usagers des transports, les qualités de desserte globale ne se définissent pas seulement par des critères d'offre et d'accessibilité, mais aussi par des critères de confort, de sécurité et d'autres critères d'attractivité. C'est pourquoi la méthode prévoit – en complément des critères quantitatifs – une évaluation au moyen de critères qualitatifs de desserte. On distingue les trois groupes de critères suivants, sachant que ces trois groupes n'ont pas la même importance pour les quatre modes de transport :

- L'offre (y compris la mobilité combinée) : Eléments complémentaires de l'offre allant au-delà de l'étape 1, comme le stationnement / les places de parking, les offres de partage ou les nouvelles offres de mobilité flexibles.
- Le confort / la fiabilité : Caractéristiques qualitatives supplémentaires des offres de transport non calculables à l'étape 1, mais importantes du point de vue des usagers des transports, telles que la qualité du flux de trafic, le guidage / l'orientation ou les plages horaires de desserte des TP.

- La sécurité routière : Cette catégorie comprend des critères décrivant la sécurité objective (accidents réels) et subjective (facteurs liés à l'environnement et donc risque d'accident potentiel).

L'évaluation des critères correspondants s'effectue sur la base de bases de planification, d'estimations des services spécialisés compétents ainsi que de visites sur le terrain. Les critères qualitatifs de desserte ne peuvent donc être évalués qu'au niveau local. Dans ce sens, l'application se fait de manière subsidiaire, c'est-à-dire en cas de besoin dans la planification au quotidien. Les critères qualitatifs sont présentés séparément des niveaux de qualité quantitatifs ; et ce sous la forme de profils de valeur sur une échelle de 5 (de "bonne" à "mauvaise" qualité). Il n'y a pas d'adaptation des niveaux de qualité quantitatifs sur la base de l'évaluation qualitative.

Champs d'application

Les qualités de desserte normalisées constituent une base importante pour une meilleure coordination de l'urbanisation et des transports. Il en résulte des avantages pour différents champs d'application et groupes d'utilisateurs. Les champs d'application potentiels des qualités de desserte globale normalisées de l'étape 1, c'est-à-dire des **niveaux de qualité quantitatifs**, sont par exemple les suivants : Évaluation comparative de la desserte en transports de zones de développement avec différentes affectations, analyses des points faibles (p. ex. dans les projets d'agglomération), études de corridors, base pour des systèmes de monitoring territorial et des benchmarks, base pour l'évaluation d'améliorations de l'offre et du réseau ou encore base pour des travaux de recherche dans le domaine des relations (quantitatives) entre le développement territorial et le développement des transports.

Les champs d'application des **critères de desserte qualitatifs** de l'étape 2 (en tant qu'analyses approfondies par rapport à l'étape 1) sont plus limités, car ils ne peuvent être appliqués que de manière spécifique à un lieu. Les champs d'application suivants sont au premier plan : évaluation spécifique de la desserte en transports de zones de développement au sein de sous-espaces, identification des lacunes de desserte dans les zones d'urbanisation existantes, bases d'analyse pour les concepts de développement territorial communaux ou les plans directeurs communaux des transports ou évaluation approfondie des sites présentant des exigences particulières en matière de bonne desserte cycliste et piétonne.

Appréciation et perspectives

Le paquet de recherche a permis de montrer qu'il est possible de déduire des niveaux de qualité de desserte quantitatifs comparables pour les TP, le TIM et le trafic cycliste à l'**étape 1** et que ceux-ci représentent une grande valeur ajoutée pour la planification au quotidien. Il est essentiel qu'une déduction logique soit assurée dans les deux dimensions de l'offre de transport et de l'accessibilité. Il en résulte également que la définition des échelles de valeur (délimitation des catégories) au niveau des indices partiels de ces deux dimensions est décisive. Les unités de recherche ont développé à cet effet des propositions pour les trois moyens de transport, en se basant sur diverses simulations. Celles-ci sont toutefois diversement étayées sur le plan empirique : L'évidence empirique est élevée pour les accessibilités TP et TIM déjà modélisées à l'échelle de la Suisse. Il en va de même pour l'offre de TP. En revanche, les échelles de valeur proposées pour les indices (partiels) de l'offre TIM et du trafic cycliste ainsi que pour les accessibilités en matière de trafic cycliste se basent sur un petit nombre d'études de cas. Dans une première phase de mise en œuvre, il s'agira d'acquérir des connaissances supplémentaires et, le cas échéant, d'ajuster les échelles. La modélisation de l'accessibilité en TIM et en TP peut en revanche s'appuyer sur une longue pratique. En conséquence, il s'agissait ici d'un ajustement méthodologique fin et d'une optimisation des paramètres (p. ex. valeurs β pour la fonction de résistance spatiale). La plus-value réside ici notamment dans l'intégration dans le recueil de normes VSS. Dans le domaine du trafic cycliste, il n'existe à ce jour aucune méthodologie établie pour le calcul de l'accessibilité. L'approche méthodologique développée, qui tient compte de différentes caractéristiques de qualité telles que la topographie ou le type d'infrastructure cyclable, constitue donc une nouveauté.

L'applicabilité de la méthode a pu être démontrée, même s'il existe dans certains domaines des lacunes au niveau des données et que le travail de préparation des données et de mise à disposition des niveaux de qualité pour toute la Suisse n'est pas négligeable. L'utilisation de **données étrangères** pour le calcul des critères de desserte des sites proches de la frontière fait également partie de l'applicabilité. Là encore, des approches pragmatiques ont pu être développées. Les données et les formes de mobilité évoluent constamment. De nouvelles bases de données sont attendues à l'avenir, en particulier dans le domaine du trafic cycliste et piéton. C'est pourquoi il a été systématiquement veillé à développer des approches méthodologiques, qui présentent une **compatibilité ascendante**.

Le thème des **nouvelles formes de mobilité** relève également de ce dernier point. A l'heure actuelle, ces développements ne nécessitent pas encore de qualité de desserte supplémentaire. Les offres de partage, de riding ou de pooling proposées sont trop individuelles. Les méthodes garantissent toutefois une compatibilité ascendante. Lorsque les différentes formes de mobilité seront nettement plus répandues (et les données disponibles), il sera également possible de passer progressivement des critères de desserte actuellement qualitatifs aux critères quantitatifs. Des modifications des formes de propulsion, en particulier la conduite automatisée, ne nécessitent des adaptations méthodologiques que si elles modifient également les exigences en matière de réseaux de transport et de capacités (p. ex. indice de capacité du TIM) ou si l'importance d'autres éléments de l'offre change (p. ex. places de stationnement superflues).

La condition la plus importante pour que les nouveaux niveaux de qualité de desserte de l'étape 1 soient utilisés dans la planification au quotidien est qu'ils soient préparés par un **service central**. Compte tenu des expériences faites jusqu'à présent en matière d'accessibilité et des niveaux de qualité de la desserte par les TP, et en tant que responsable du modèle national du trafic voyageurs (MNTP), l'Office fédéral du développement territorial (ARE) est l'organe prédestiné à cet effet.

Des critères de desserte qualitatifs complémentaires à l'**étape 2** sont nécessaires pour obtenir une vue d'ensemble des qualités de desserte. Cela concerne en particulier le trafic cycliste et piéton, mais les qualités du trafic routier (en particulier la fluidité du trafic) et des transports publics (en particulier la situation d'occupation et les offres de mobilité combinée) sont également des compléments importants aux critères quantitatifs. La difficulté réside dans l'opérationnalisation uniforme et objective des critères de desserte qualitatifs. Avec les systèmes de valeurs proposés, on essaie de donner un cadre aussi clair que possible aux personnes chargées de l'évaluation. En outre, on s'appuie sur les aides à la planification, les manuels ou autres documents existants au niveau national. A l'avenir, il conviendra d'objectiver davantage les systèmes de valeurs pour les critères de desserte qualitatifs. Outre les valeurs empiriques issues de l'application pratique, il convient également de suivre l'évolution des bases de données relatives au trafic cycliste et piéton.

Summary

Initial situation, objectives and procedure

At present, only the quality classes for public transport exist for the description of traffic coverage quality in land transport, and even these do not exist as a normalized Swiss standard. For the other means of transport – motorized private transport as well as pedestrian and bicycle traffic – there is no uniform approach for the description of coverage quality at any given location and thus there is also no nationwide representation across all transport modes.

In the baseline report (VSS 2011/106), the needs, the methodological approaches and limits to standardised integrated traffic coverage quality were shown. In the initial project (VSS 2017/120), the need for an in-depth research program and for the development of a VSS standards package was confirmed and an organization with this aim was proposed. This synthesis report summarizes the findings of the research package. In parallel, drafts for a package of standards were prepared.

The term «traffic coverage qualities» is understood as follows: It is an attempt to represent the offer qualities of motorized private transport, public transport as well as pedestrian and bicycle transport as comprehensively as possible (offer and infrastructure, reliability, comfort, etc.). It is not a matter of the spatial planning concept of traffic coverage in the narrower sense, but rather of the comprehensive offer qualities in the surroundings of the area of interest. The coverage qualities as such, however, are derived purely from the offer side.

The research package has a strong application-oriented focus. The **objectives** of the research package are as follows:

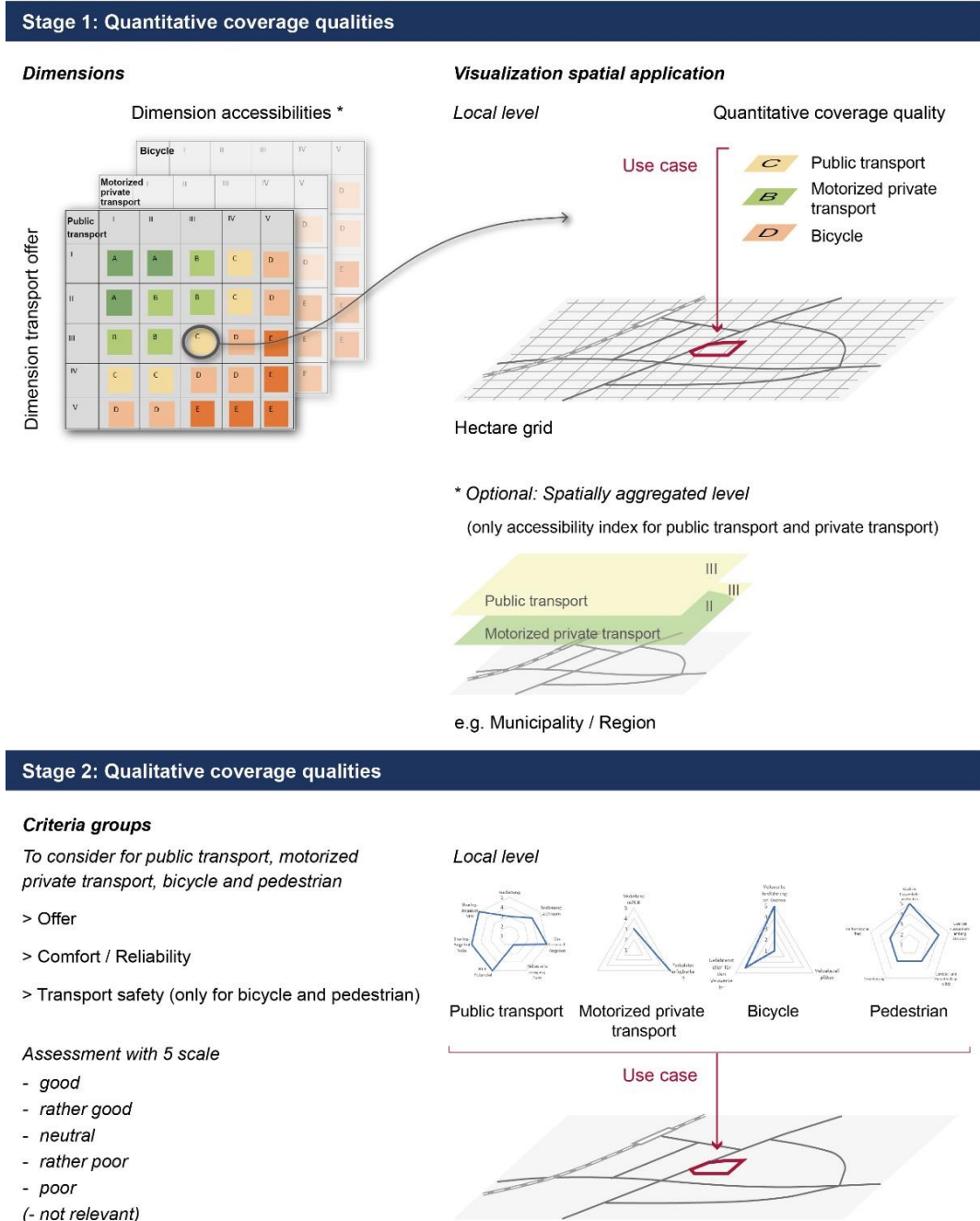
- Review and refine the methodologies from the baseline report for determining integrated traffic coverage qualities along with:
- A definition of a practical methodology for determining the overall traffic coverage quality of a location
- A specification of both quantitative criteria (capacity and accessibility indices) and qualitative criteria (value frameworks and planning principles to be used)
- In-depth analyses for the final definition of parameters of individual criteria, operationalization of the criteria, examination of further data bases (including for border regions) and definition of scales and quality class categories
- A transfer of the methodology into a VSS standards package «Integrated Traffic Coverage Quality».

The set of standards describes the methodology and defines the scales of the quality classes (corresponding to the current public transport quality class). However, the standards are not evaluative: i.e. they do not define any traffic coverage standards for certain types of spaces or specify which quality classes are to be aimed at for which usage purposes. However, such derivations can be made subsequently, just as various cantons are already setting standards in their service ordinances on the basis of the public transport quality classes.

The research project was divided into four subprojects (SP). SP1 Overall Transport and Coordination defined the general framework conditions, coordinated the methodologies, derived integrated transport presentation methods and finally prepared the present synthesis report as well as the draft of the basic standard. The processing of the mode-specific transport coverage criteria (quantitative and qualitative) was carried out by SP2 Public Transport, SP3 Private Transport and SP4 Pedestrian and Bicycle Traffic. The procedure is described in the corresponding final reports.

Methodological concept

The analyses of the present research package have confirmed the expediency and feasibility of the two-stage approach as per the baseline report. Incorporating model-based individual criteria, this approach takes into account not only quantitatively derivable traffic coverage qualities in the first stage, but also supplementary qualitative criteria in the second stage. The methodologies were tested on the basis of four case studies and iteratively developed further. The cross-modal factual comparability was regularly checked by SP1. The following figure shows an overview of the methodology concept:


Stage 2: Qualitative coverage qualities

Criteria groups

To consider for public transport, motorized private transport, bicycle and pedestrian

- > Offer
- > Comfort / Reliability
- > Transport safety (only for bicycle and pedestrian)

Assessment with 5 scale

- good
- rather good
- neutral
- rather poor
- poor
- (- not relevant)

Local level



Public transport
Motorized private transport
Bicycle
Pedestrian

Use case

↓



Fig. 1 Methodical concept of overall traffic coverage qualities

Stage 1: Quantitative coverage qualities

In the first stage, the following two dimensions are included, calculated based on quantitative data available throughout Switzerland:

- **Transport offer:** The corresponding offer or capacity criteria are based on the current logic of public transport quality classes. They describe the transport offer at the location. Depending on the mode of transport, this includes the density of supply (public transport) or road/network densities (motorized private traffic, bicycle traffic), each with different quality characteristics and weighting.
- **Accessibility:** The accessibility indices additionally show how well one can get from location X to all possible trip destinations Y. These indices include not only supplementary quality criteria (primarily travel times), but also the weighting of trip destinations, i.e., structural data on population and jobs. The further away a trip destination is, the lower its specific weight.

The two dimensions each receive their own assessment (levels I to V). The combination of the two dimensions results in the final quality class (levels A to E). The quantitative criteria system in stage 1 thus provides a quality class for each mode of transport (public transport, private transport, bicycle). Stage 1 is limited to public transport, motorized private transport and cycling. For the time being, i.e. until the necessary quantitative basis is available, pedestrian traffic is only assessed with regard to qualitative criteria in stage 2. The three quality classes are logically derived. This is the prerequisite for a direct comparison between the three modes of transport. In comparative representations, however, it is important to ensure that the quality classes can be clearly assigned to the individual transport modes (e.g. in the case of superimposed layers in cartographic representations).

An aggregated integrated transport quality index across all modes of transport, on the other hand, was ruled out. This would have required further assumptions and weightings, which would have severely limited the informative value and interpretability of such an overall index. In addition, the entire research project has an *offer-oriented* perspective, meaning one cannot conclude a multimodal traffic behavior by aggregating the quality classes at a location. The latter is dependent on many other framework conditions, in particular the individually available mobility tools (ownership of passenger cars, public transport pass ownership, etc.) as well as behavioral parameters such as habits/routines, values, etc.

The methodology of stage 1 focuses on the local level, i.e. on the assessment of the coverage quality of a specific area (with one or more hectares). An aggregation to larger territorial units is only possible for the individual dimension of accessibility (and only for public transport and motorized private transport) because only here the zoning can be flexibly determined and calculated throughout Switzerland with reasonable effort.

Stage 2: Qualitative coverage qualities

In the perception of transport users, the integrated traffic coverage quality is defined not only by offer and accessibility criteria, but also by comfort, safety and other attractiveness criteria. For this reason, the method provides for an assessment by means of qualitative accessibility criteria in addition to the quantitative criteria. The following three groups of criteria are distinguished, whereby the three groups do not have the same significance for all four modes of transport:

- **Offer (incl. combined mobility):** Supplementary offer components that go beyond stage 1, such as parking / parking spaces, sharing offers or new flexible mobility offers.
- **Comfort / reliability:** Additional quality features of transport services that cannot be calculated in stage 1, but are important from the perspective of transport users, such as the quality of traffic flow, guidance / orientation or service intervals in public transport.
- **Traffic safety:** This includes criteria for describing objective (actual accident occurrence) and subjective traffic safety (external factors and thus potential accident risk).

The assessment of the corresponding criteria is based on planning principles, assessments by the responsible specialist agencies as well as field inspections. The qualitative coverage criteria can thus only be assessed at the local level. In this respect, the application is subsidiary, i.e. as required in everyday planning. The qualitative criteria are presented separately from the quantitative quality classes; namely in the form of value profiles on a 5-point scale ("good" to "poor" quality). The quantitative quality classes are not adjusted on the basis of the qualitative assessment.

Fields of application

Standardized traffic coverage qualities are an important basis for an improved coordination of settlements and traffic. This results in benefits for various fields of application and user groups. Potential fields of application for standardized integrated traffic coverage qualities of stage 1, i.e. **quantitative quality classes**, include, for example: Comparative assessment of transport coverage of development areas with different usage priorities, weak point analyses (e.g. in agglomeration programs), corridor studies, basis for spatial monitoring systems and benchmarks, basis for the evaluation of service and network improvements or the basis for research work in the field of (quantitative) interconnections of spatial and transport development.

The fields of application of the **qualitative coverage criteria** of stage 2 (as in-depth analyses of stage 1) are more limited because they can only be applied location-specifically. The following fields of application are in the foreground here: specific assessment of the transport coverage of development areas within sub-areas, identification of coverage gaps in existing settlement areas, analysis bases for communal spatial development concepts or communal traffic structure plans or in-depth assessment of locations with special requirements for good bicycle and pedestrian accessibility.

Appraisal and outlook

With the research package it could be proven that the derivation of comparable quantitative traffic coverage quality classes of public transport, private transport and bicycle traffic in **stage 1** is possible and that these represent a great added value for everyday planning. The decisive factor here is that the logical derivation within the two dimensions of transport offer and accessibility is ensured. It also follows that the definition of the value scales (delimitation of the categories) at the level of the sub-indices of these two dimensions is crucial. The research units developed proposals for this purpose for all three modes of transport, based on various simulations and with varying degrees of empirical evidence: There is strong empirical evidence for the accessibility of public transport and private transport, which has already been modeled throughout Switzerland. The same applies to the public transport offer. In contrast, the proposed value scales for the (sub-)indices of private transport offer and bicycle traffic as well as the accessibilities in bicycle traffic are merely based on a small number of case studies. Here, further findings must be obtained in an initial implementation phase and the scales readjusted if necessary. The modeling of accessibility in private and public transport, on the other hand, can draw on many years of practical application. Accordingly, the focus here was on a methodological fine-tuning and optimization of the parameters (e.g. β -values for the spatial resistance function). The added value here lies in particular in the inclusion in the VSS set of standards. In bicycle traffic, there is no established methodology for accessibility calculation to date. The methodological approach developed, taking into account various quality characteristics such as topography or bicycle infrastructure type, is therefore a novelty.

The applicability of the methodology could be proven, even if there are data gaps in some areas and the effort to prepare the data and provide quality classes throughout Switzerland is not insignificant. The applicability also includes the handling of **foreign data** for the calculation of development criteria of locations close to the border. Here, too, pragmatic approaches were developed where necessary. The data and also the forms of mobility are constantly developing. Especially in bicycle and pedestrian traffic, new data bases are to be expected in the future. Therefore, consistent care was taken to develop **upward compatible** methodological approaches.

The latter also includes the topic of **new forms of mobility**. As of today, these developments do not yet require an additional traffic coverage quality class. The sharing, riding or pooling offers are too individual. However, the methods are designed to be upwardly compatible. When individual forms of mobility (and available data) become much more widespread, a gradual transfer from today's qualitative to quantitative traffic coverage criteria can also take place. Mere changes in the forms of propulsion, in particular automated driving, only require methodological adjustments once the requirements for transport networks and capacities also change with them (e.g. MIV capacity index) or the importance of other offer components changes (e.g. no more need for parking spaces).

The most important prerequisite for the new stage 1 quality classes to be used in everyday planning is that they be prepared by a **central body**. Against the background of previous experience with accessibility and public transport quality classes and as the body responsible for the National Passenger Transport Model (NPVM), the Federal Office for Spatial Development (ARE) is the predestined body for this.

Supplementary qualitative coverage criteria in **stage 2** are necessary for an overall view of coverage qualities. This applies in particular to pedestrian and bicycle traffic, but the qualities of road traffic (in particular traffic flow) and public transport (in particular capacity utilization and offers of combined mobility) are also important additions to the quantitative criteria. The difficulty lies in the uniform and objective operationalization of qualitative traffic coverage criteria. The proposed value frameworks attempt to provide the evaluators with as clear a framework as possible. In addition, existing national planning aids, manuals, etc. are used as a basis. The further objectification of the value frameworks for the qualitative traffic coverage criteria is for a desirable aim. In addition to empirical values from practical application, the further development of the data basis for pedestrian and bicycle traffic should be monitored.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage und Ziele

Zurzeit bestehen zur Beschreibung von Erschliessungsqualitäten lediglich die Güteklassen für den öffentlichen Verkehr (ÖV), und auch diese nicht als normierter schweizerischer Standard. Für die anderen Verkehrsmittel – motorisierter Individualverkehr (MIV) sowie Fuss- und Veloverkehr – fehlt ein einheitlicher Ansatz zur Beschreibung von Erschliessungsqualitäten und somit existiert auch keine schweizweite verkehrsmittelübergreifende Darstellung.

Im **Grundlagenbericht** VSS 2011/106 «Normierte gesamtverkehrliche Erschliessungsqualitäten - Grundlagenbericht» wurde im Rahmen einer Bedürfnisanalyse festgehalten, dass die Qualität der Erschliessung von Arealen und Quartieren für die Abstimmung von Siedlungs- und Verkehrsentwicklung eine entscheidende Rolle spielt. Dazu bedarf es einer einheitlichen Methodik, um die Erschliessungsqualität über alle Verkehrsmittel hinweg beschreiben zu können. In VSS 2011/106 konnten die Bedürfnisse, die methodischen Ansätze und Grenzen hin zu normierten gesamtverkehrlichen Erschliessungsqualitäten aufgezeigt werden. Vorgängig zum Methodikkonzept wurde eine breite Literaturanalyse durchgeführt, eine Bedarfsanalyse bei Planungsstellen durchgeführt und der Forschungsstand dargelegt. Auch eine VSS-Umfrage im Sommer 2017 bei Kantonsingenieuren und Kantonsplanern bestätigte den Bedarf für Normen gesamtverkehrlicher Erschliessungsqualitäten.

Der **Begriff «Erschliessungsqualitäten»** wird in VSS 2011/106 folgendermassen umschreiben: *Es wird damit versucht, die Angebotsqualitäten des motorisierten Individualverkehrs, öffentlichen Verkehrs sowie Fuss- und Veloverkehrs möglichst umfassend abzubilden (Angebot und Infrastruktur, Zuverlässigkeit, Komfort, etc.). Es geht dabei nicht um den raumplanerischen Erschliessungsbegriff im engeren Sinne (ja/nein), sondern um die umfassenden Angebotsqualitäten im Umfeld des interessierenden Gebietes.*

Im Initialprojekt zum vorliegenden Forschungspaket (VSS 2017/120) wurde der Forschungsstand aktualisiert (siehe Kapitel 2). An den grundsätzlichen Aussagen zum Forschungsbedarf hat sich gegenüber dem Grundlagenbericht (VSS 2011/106) nichts geändert. Herausfordernd bezüglich Datengrundlagen bleiben vor allem der Fuss- und Veloverkehr sowie die Angebote auf ausländischem Territorium mit Bezug zu den Erschliessungsqualitäten in Grenzgebieten. Im Initialprojekt wurde der Bedarf für ein vertiefendes Forschungsprogramm und Erarbeitung eines VSS-Normenpaket bestätigt und eine Organisation dazu vorgeschlagen.

Zusammengefasst lauten die **Ziele** des Forschungspakets gemäss Initialprojekt:

- Überprüfung und Verfeinerung der Methoden aus dem Grundlagenbericht zur Bestimmung der gesamtverkehrlichen Erschliessungsqualitäten; wobei:
- Überprüfung und Konkretisierung sowohl von quantitativen Kriterien (Kapazitäts- und Erreichbarkeitsindizes) als auch qualitativen Kriterien (Wertgerüste und zu verwendende Planungsgrundlagen)
- Vertiefende Analysen zur definitiven Festlegung von Parametern einzelner Kriterien, Operationalisierung der einzelnen Kriterien, Prüfung weiterer Datengrundlagen (u.a. auch für Grenzümgebungen) und Festlegung definitiver Skalen und Güteklassenkategorien
- Definition einer praxistauglichen Methodik zur Bestimmung der Erschliessungsgüte mit allen Verkehrsträgern unter Anwendung von quantitativen und qualitativen Indikatoren
- Überführung der Methodik in eine Norm bzw. ein Normenpaket «Gesamtverkehrliche Erschliessungsqualitäten».

Zum Verständnis des zu erarbeitenden **VSS-Normenpakets** ist folgender Hinweis wichtig: Das Normenpaket beschreibt in erster Linie die Methodik und definiert die Skalen der Güteklassen (analog der heutigen ÖV-Güteklasse). Die Norm ist aber nicht wertend: d.h. sie

definiert keine Erschliessungsstandards für einzelne Raumtypen oder es wird nicht festgelegt, welche Güteklassen bzw. Erschliessungsqualitäten für welche Nutzungszwecke nötig oder anzustreben sind. Solche Ableitungen können im Nachgang jedoch in rechtsverbindlichen Planungsgrundlagen vorgenommen werden, so wie bereits heute verschiedene Kantone in ihren Angebotsverordnungen Standards setzen auf Basis der ÖV-Güteklassen.

1.2 Konzept Grundlagenbericht und Forschungsabgrenzung

In VSS 2011/106 wurde ein zweistufiges Methodikkonzept mit quantitativen und qualitativen Kriterien erarbeitet, anhand von Fallbeispielen getestet und im Grundsatz als zweckmässig beurteilt. Die Methodik unterscheidet vier (mit einzelnen Güteklassen versehene) Verkehrsmittel und zwei Stufen von Erschliessungskriterien (quantitativ vs. qualitativ) gemäss nachfolgender Abbildung.

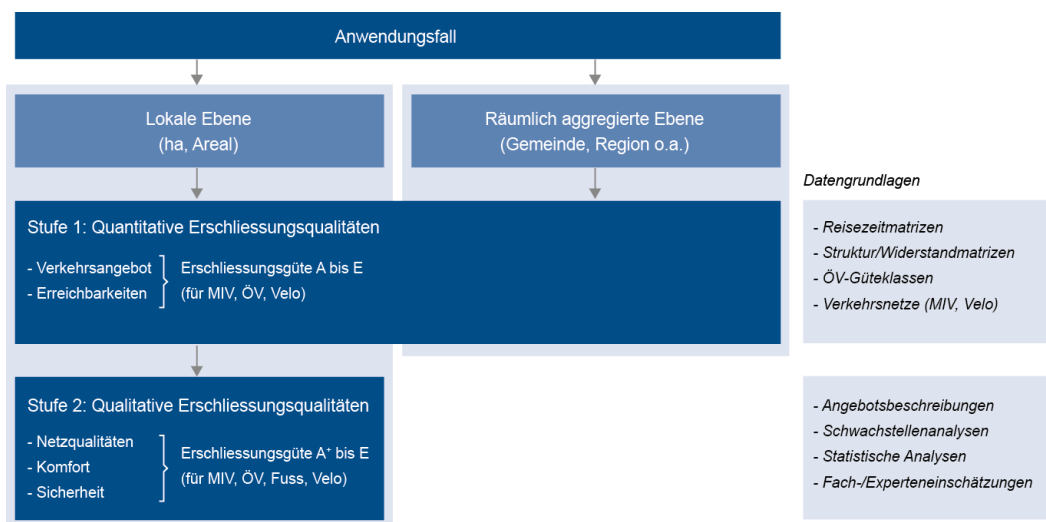


Abb. 2 Generelles Vorgehen zur Erhebung von gesamverkehrlichen Erschliessungsqualitäten gemäss Grundlagenstudie (VSS 2011/106)

Dieses Konzept wird im vorliegenden Forschungspaket weiter vertieft und konkretisiert (Kapitel 3). Hinsichtlich übergeordneter **Forschungsabgrenzung** gelten folgende allgemeine Prämissen (zu detaillierteren methodischen Grundsätzen siehe Kapitel 3.2):

- Die Erschliessungskriterien fokussieren auf den Landverkehr (MIV, ÖV, Velo- und Fussverkehr).
- Die Erschliessungskriterien sind sowohl verkehrsmittelspezifisch anwendbar wie auch im gesamverkehrlichen Vergleich. D.h. innerhalb desselben Kriteriums muss die Herleitung in allen Verkehrsmitteln sachlogisch vergleichbar erfolgen.
- Die Beschreibung erfolgt räumlich möglichst fein aufgelöst und ist dadurch geeignet, die Erschliessungsqualität eines konkreten Standortes bzw. Areals beschreiben zu können. Die Möglichkeiten räumlich aggregierter Indices ist zu diskutieren, hat jedoch subsidiäre Priorität.
- Die Methodik muss für alle potenziellen Standorte auf Schweizer Territorium anwendbar sein. Bei grenznahen Standorten sind die Angebote im benachbarten Ausland zu berücksichtigen und allenfalls notwendige Vereinfachungen aufzuzeigen.
- Die Methodik muss praxistauglich und die verwendeten Datengrundlagen öffentlich zugänglich sein. Wo eine schweizweite Aufbereitung und regelmässige Aktualisierung möglich ist, soll eine zentrale verantwortliche Stelle bestimmt werden.
- Die Methodik muss aufwärtskompatibel sein. D.h. zukünftige Entwicklungen, sei dies bei der Art der Verkehrsangebote oder den verfügbaren Datengrundlagen, müssen durch methodische Anpassungen berücksichtigt werden können, was wiederum periodische Anpassungen des Normenpaketes zur Folge haben wird.

1.3 Vorgehen und Organisation

Die Grobstruktur des Forschungsprojekts ist aus der *Abb. 3* ersichtlich. Für das Forschungspaket ist eine integrale **gesamtverkehrliche Sichtweise** zentral. Die Aufarbeitung der quantitativen und qualitativen Erschliessungsqualitäten erfordert aber je Verkehrsmittel in einer hohen analytischen Tiefenschärfe. Zudem haben die Angebotsqualitäten der einzelnen Verkehrsträger unterschiedliche Eigenschaften, die zunächst separat aufbereitet werden. Deshalb hat man sich für einzelne Lose bzw. Teilprojekte entschieden. Die Abstimmung zwischen den Teilprojekten wurde über die gesamte Dauer der Forschungspakets sichergestellt.

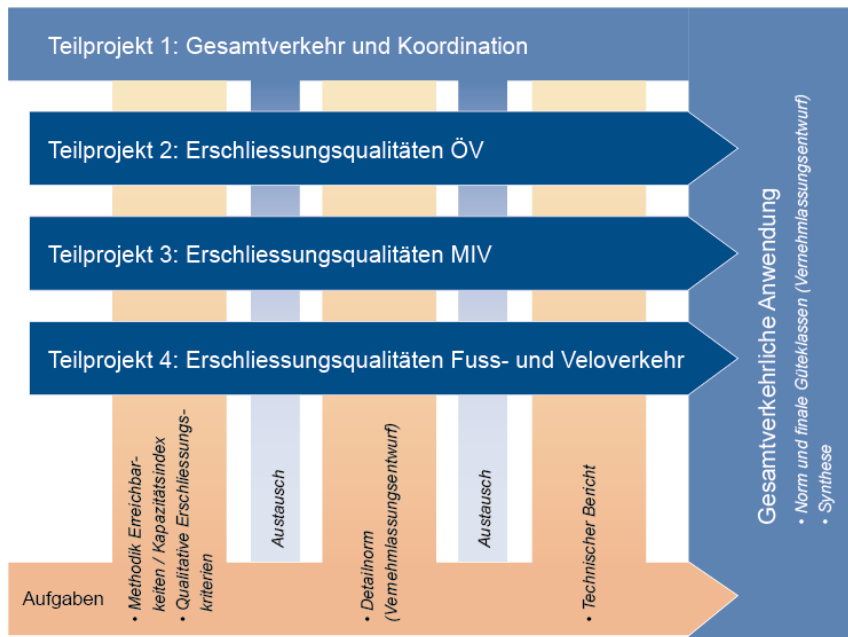


Abb. 3 Struktur Forschungspaket Gesamtverkehrliche Erschliessungsqualitäten

Das TP1 Gesamtverkehr und Koordination hat die allgemeinen Rahmenbedingungen vorgegeben, die Methodiken aufeinander abgestimmt, gesamtverkehrliche Darstellungsweisen / Indices abgeleitet und letztlich den vorliegenden Synthesebericht sowie den Entwurf der Grundnorm erstellt. Das TP1 war somit schwergewichtig zu Beginn und am Schluss tätig. Dazwischen hatte das TP1 vor allem koordinierende Funktion zur Abstimmung der anderen Teilprojektarbeiten. Die Bearbeitung der Erschliessungskriterien als solche (quantitativ und qualitativ) erfolgte durch die TP2 (ÖV), TP3 (MIV) und TP4 (Fuss- und Veloverkehr).

Zeitlich und inhaltlich wurde das Forschungspaket somit über die gesamte Bearbeitungsdauer integral erarbeitet. Die BK-Sitzungen wurden jeweils am selben Tag organisiert: Am Vormittag tagten jeweils Fach-BK der TP2-4. Deren Erkenntnisse wurden am Nachmittag in der übergeordneten BK des TP1 zusammengetragen und die gesamtverkehrlichen Themen diskutiert. Das Forschungspaket wurde innerhalb von 2.5 Jahren erarbeitet, d.h. von Anfang 2021 bis Mitte 2023.

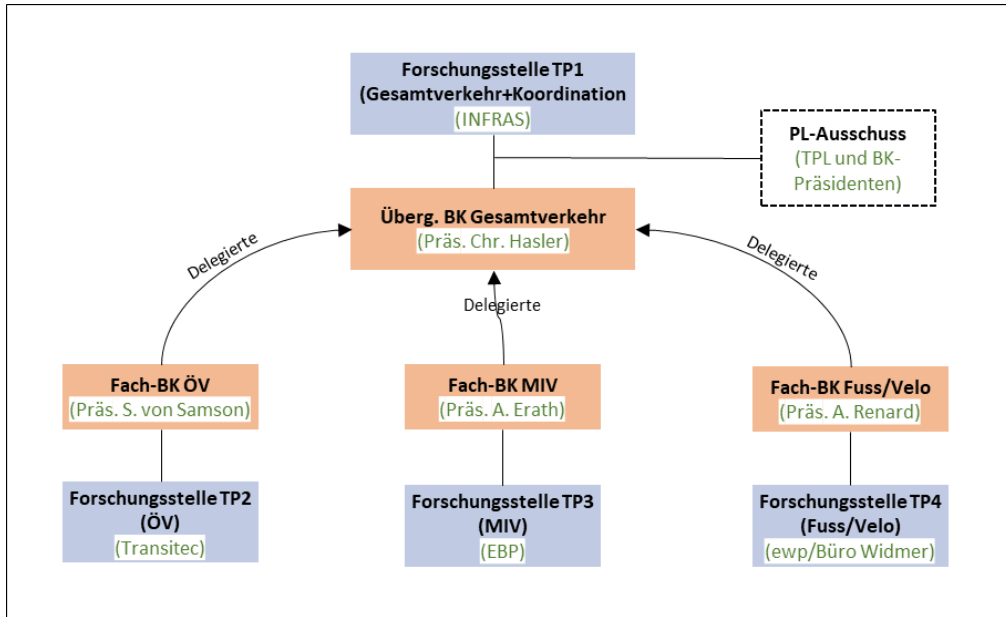


Abb. 4 Organisation des Forschungspakets mit den verschiedenen Begleitkommissionen

Das methodische Vorgehen in den Fach-TP2-4 war abhängig von der Ausgangslage, den unterschiedlichen Methodiken und verfügbaren Daten- und Planungsgrundlagen. Das Vorgehen ist in den entsprechenden Schlussberichten beschrieben. Auf einer generellen Ebene können die folgenden fünf Phasen unterschieden werden. Die Methodiken wurden anhand von vier Fallbeispielen getestet und iterativ weiterentwickelt. Die verkehrsträgerübergreifende sachlogische Vergleichbarkeit wurde dabei durch TP1 regelmässig überprüft. Die Anwendung der Fallbeispiele führte schliesslich auch zur Ableitung von Skalen zur Bildung von Güteklassenkategorien.

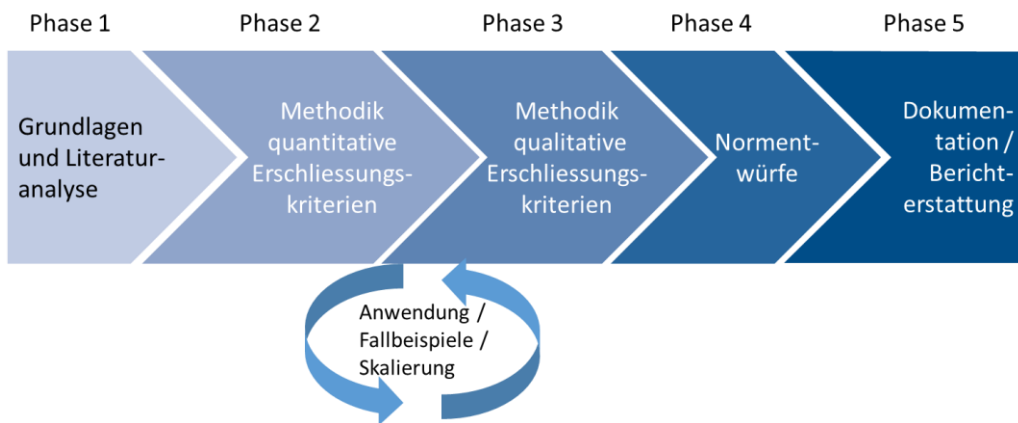


Abb. 5 Generelles Vorgehen in den Fach-TP2-4

1.4 Berichtsaufbau

Nach der Einleitung wird in Kapitel 2 der Forschungsstand gemäss Literaturanalyse beschrieben. Die Grundlagen dazu stammen aus dem VSS-Grundlagenbericht, Initialprojekt sowie Ergänzungen aus den Teilprojekten des vorliegenden VPT-Forschungspakets. In Kapitel 3 wird das methodische Gesamtkonzept erläutert, inklusive Herleitung und verworfenen Ansätzen. Die Kapitel 4 und 5 beschreiben die quantitativen und qualitativen Erschliessungskriterien im Überblick. Weitere methodische Details dazu sind in den Schlussberichten von TP2-4 nachzulesen. In Kapitel 6 werden mögliche Anwendungen im Planungsalltag beschrieben. Abschliessend werden in Kapitel 7 die inhaltlichen und methodischen Folgerungen gezogen, ein Ausblick auf den anstehenden Normierungsprozess und Umsetzung gegeben und der weitere Forschungsbedarf aufgezeigt. Im Umsetzungsteil werden auch Empfehlungen abgegeben, welche Institutionen in welcher Regelmässigkeit die Grundlagen bereitstellen (sollten).

2 Stand der Forschung

Während die sogenannte ÖV-Gütekategorie eine in der Planungspraxis weit verbreitete Kennziffer ist, die unter anderem eine Ausprägung im Hinblick auf ihre Verwendung bei der Beurteilung der Agglomerationsprogramme Siedlung und Verkehr gefunden hat (siehe ARE 2010, 2011), fehlt eine entsprechende Definition der Erschliessungsqualität für andere Verkehrsmittel. Mit der Forschungsarbeit für eine «Normierte gesamtverkehrliche Erschliessungsqualität» (VSS Forschungsauftrag 2011/106, publiziert 2015) wurde die Basis für eine gemeinsam für MIV, ÖV und Fuss- und Veloverkehr anwendbare Methodik gelegt, die zum Entwurf einer Grundnorm führte. Verschiedene Festlegungen bedürfen jedoch einer aufeinander abgestimmten verkehrsmittelspezifischen Vertiefung (vorliegendes Forschungspaket).

Im Folgenden werden ausgewählte Forschungsarbeiten zum Themenkomplex Erschliessungsqualitäten dargelegt, mit Fokus auf Ansätze, welche im methodischen Gesamtkonzept berücksichtigt werden. Weitere Angaben zum Stand der Forschung können aus den Schlussberichten TP2-4 sowie dem Grundlagenbericht (VSS 2011/106) entnommen werden.

2.1 Ansätze Verkehrsangebot

Öffentlicher Verkehr

Bezüglich ÖV-Erschliessung ist in der Schweiz seit mehreren Jahren die sogenannte **ÖV-Gütekategorie** eine in der Planungspraxis weit verbreitete Kennziffer. Deren Entstehungsgeschichte geht auf die alte VSS-Parkierungsnorm (SN 640 290) von 1993 zurück, wonach das maximale Parkplatzangebot u.a. nach Massgabe der Qualität der Erschliessung mit öffentlichen Verkehrsmitteln zu bestimmen war. Ausgehend von den ursprünglichen normierten Vorgaben entstanden verschiedene Ausprägungen der Definition von ÖV-Gütekategorien. Da die VSS-Parkierungsnorm 2006 durch die Norm SN 640 281 ersetzt wurde, in welcher die ÖV-Gütekategorien in dieser Form nicht mehr vorkommen, hielt das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) deren Definition in einem Grundlagenbericht für die Beurteilung der Agglomerationsprogramme Verkehr und Siedlung fest (siehe ARE 2010, 2011). Verschiedene Kantone passten diese Methodik für ihre Bedürfnisse weiter an. Die kantonalen Anpassungen weisen auch auf potenzielle Mängel der bestehenden ÖV-Gütekategorien hin (z.B. Kategorien für Gebiete mit schlechter Erschliessung oder präzisere Zugangsabstände zu Haltestellen).

Im Übrigen sind es im ÖV vor allem die Kantone, welche in ihren ÖV-Gesetzen, Angebotsverordnungen oder Richtplänen Minimalstandards für bestimmte Raumtypen festlegen (z.B. Anzahl Kurspaare in Hauptverkehrszeit (HVZ) in Raumtyp xy).

Ergänzend zu der schweizspezifischen Literatur zum Thema ÖV-Erschliessung liegt auf der internationalen Ebene z.B. das Transit Capacity and Quality of Service Manual (2013)¹ vor. Dieses wird vom Transportation Research Board der Vereinigten Staaten herausgegeben und gibt eine umfassende Übersicht über Faktoren, welche die ÖV-Angebotsqualität beeinflussen. Dabei werden v.a. Verfügbarkeit des ÖV-Angebots («availability»), Komfort und Zweckmässigkeit, sowie in einem zweiten Schritt auch die zeitliche Konkurrenzfähigkeit herausgehoben. Im Gegensatz zu den Schweizer ÖV-Gütekategorien ist dabei vor allem die verkehrsmittelübergreifende Ansicht herauszuheben. Die ÖV-Angebotsqualität wird hier auch relativ zur MIV-Erschliessungsqualität beurteilt.

Motorisierter Individualverkehr

Beim MIV stellt der **Kapazitätsindex** die verkehrstechnische Quantifizierung der Erschliessung eines Standorts oder eines Gebiets dar. Für den MIV sind heute verkehrstechnische

¹ National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2013. Transit Capacity and Quality of Service Manual, Third Edition. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/24766>.

Kennzahlen wie Leistungsfähigkeit und Verkehrsqualität in Gebrauch. Dazu bestehen diverse Forschungsarbeiten und Normen (z.B. SVI 2007/005: Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Strassenverkehr – Vorstudie oder VSS 2017/624: Verkehrsqualität von Strecken-abschnitten von Hauptverkehrsstrassen innerorts). In den letzten Jahren wurden Anstrengungen im Hinblick auf die Erfassung der intermodalen Leistungsfähigkeit unternommen (z.B. SVI-Forschungsauftrag 48/00 für lichtsignalgesteuerte Knoten, 2003, und NetCap, Intermodale Strecken-/Linien-, Netzleistungsfähigkeit, 2014 (SVI-Forschungsauftrag 2004/032)).

Fuss- und Veloverkehr

Kapazität und Dichtemasse wie beim MIV und beim ÖV sind für den Fuss- und Veloverkehr weniger relevant. Beim Fuss- und Veloverkehr spielen die Durchgängigkeit und Direktheit eine zentrale Rolle in Bezug auf die Erschliessungsqualität. Diese Eigenschaften können am besten über ein **Zentralitätsmass** abgebildet werden. Eine anerkannte Form unter verschiedenen möglichen Zentralitätsmassen ist die *betweenness centrality* (Brandes, 2008); siehe dazu auch Kap. 4.2.3. Der Ansatz zum Zentralitätsmass von Bolten & Caspi (2021) setzt im Gegensatz zu demjenigen von Brandes ein vollständig attribuiertes Netz des in Betracht gezogenen Perimeters voraus. Zu beachten ist, dass im Vergleich zu den in der Literatur verwendeten Datengrundlagen, die Datenlage für den Fuss- und Veloverkehr in der Schweiz generell mangelhaft ist.

Ein Hauptelement beim Zentralitätsmass ist die Ermittlung des «kürzesten» Weges. Dieser Weg ist derjenige, der insgesamt die geringsten **Kostendistanzen** beinhaltet. Um diese Kostendistanzen zu eruieren werden den jeweiligen Streckensegmenten im Fuss- und Veloverkehr gemäss ihren Qualitätseigenschaften nichtmonetäre Kosten- bzw. Widerstandswerte zugewiesen, welche das bestehende Netz repräsentieren. Dabei wird davon ausgegangen, dass für die Verkehrsteilnehmenden im FVV anstrengende, unangenehme oder unsichere Strasseneigenschaften zu hohen Widerständen führen. Diese Kostendistanzen werden in verschiedenen Studien unterschiedlich berechnet, beispielsweise durch Addition oder Multiplikation verschiedener einzelner Kostenfaktoren. Für den Veloverkehr deckt der Kostenmultiplikator von Grigore (2018) die meisten Variablen ab, die gemäss Literaturanalyse relevant sind und für welche gleichzeitig die Datenlage über die gesamte Schweiz genügend verlässlich vorliegen. In der Fachliteratur besteht hingegen für den Fussverkehr zurzeit noch keine anerkannte Herleitung eines Kostenmultiplikators bzw. einzelner Variablenwerte.

2.2 Ansätze Erreichbarkeiten

Der Ansatz der Erreichbarkeit stellt den Bezug zwischen Raum und Verkehr her. Einen Überblick über Modelle der Raumwirtschaftstheorie und Wirtschaftsgeographie liefert etwa Kleinewefers (2005). Erreichbarkeit bezeichnet die Qualität eines Raumpunktes, die sich aus seinen verkehrlichen Beziehungen (meist ausgedrückt in Reisezeiten) zu anderen Raumpunkten und deren Attraktionspotenzial ergibt (z.B. Einwohner und/oder Arbeitsplätze). Es handelt sich um eine Potenzialoptik. D.h. es wird der Reiseaufwand zu allen möglichen Zielorten berücksichtigt, gewichtet mit allen potenziell erreichbaren Attraktoren am Zielort. Arbeitsplätze werden oft als Proxy-Variable für die Wirtschaftstätigkeit verwendet. Die Bevölkerung kann die Arbeitskräfte an ihrem Wohnort repräsentieren, aber auch Proxy-Variable für die Möglichkeiten der sozialen Interaktion sein. Dazu existieren diverse Forschungsarbeiten (u.a. ARE 2010, BAK 2007, oder eben VSS-Forschungsauftrag 2011/106). Verschiedentlich werden differenzierte Ansätze verwendet. Die Erreichbarkeit kann unterschiedlich sein je nach Verkehrszweck bzw. Funktion am Zielort. Insbesondere kann die Attraktion am Zielort besser abgebildet werden, wenn zwischen der Erreichbarkeit verschiedener Funktionen am Zielort unterschieden wird (z.B. Arbeitsnutzung, Einkaufsnutzung etc.). Wenn Unternehmen neue Standorte wählen, zählen Faktoren der Erreichbarkeit zu ihren wichtigsten Indikatoren. Für sie ergeben sich Produktivitätsvorteile aus «Branchen-Clustering» und verbessertem Zugang zu Arbeitskräften, Lieferanten und Kunden (Weisbrod et al. 2014).

Im Kontext des Fuss- und Veloverkehrs bestehen gemäss Schwarze (2015) verschiedene Optionen für die Wahl des Erreichbarkeitsmodells bzw. der dabei verwendeten Parameter: Bei der Option «Potenzialindikatoren» wird von der Theorie der Nutzenmaximierung aus gedacht. Menschen möchten möglichst viele Möglichkeiten zu minimalem Aufwand erreichen, wobei eine gewisse Sättigung angenommen wird. Die Wahl des Gewichtungsparmeters β im Erreichbarkeitsmodells (basierend auf dem Gravitationsmodell) muss dabei situativ begründet werden. Gemäss einer Auswertung durch Schwarze (2015) sind die absoluten Werte im Kontext des FVV grösser als im Kontext von MIV und ÖV, wobei dies auch stark vom Verkehrszweck und vom kulturellen Kontext abhängt.

2.3 Beschreibung von qualitativen Indikatoren

Zu den qualitativen Indikatoren, die im Grundnorm-Entwurf genannt sind, liegen Forschungsgrundlagen aus der Schweiz und dem Ausland vor. Für die vorliegende Studie von besonderem Interesse sind Untersuchungen, die bei der Beurteilung potenzieller Datenquellen helfen.

Öffentlicher Verkehr

In der Literatur thematisiert beispielsweise das Transit Capacity and Quality of Service Manual (2013) qualitative Kriterien im öffentlichen Verkehr. In der Schweiz haben insbesondere die Kantone im Zuge der wettbewerblichen Linienausschreibungen verschiedene Qualitätskriterien erarbeitet, wie z.B. zum Sitzplatzangebot und zur Pünktlichkeit.

Das Thema der **kombinierten Mobilität** ist Gegenstand zahlreicher Untersuchungen. In der Schweiz ist dabei vor allem das Programm «Verkehrsdrehscheiben» unter Federführung des Bundesamts für Raumentwicklung (ARE) hervorzuheben, welches sich vertieft mit der räumlichen Vernetzung der unterschiedlichen Verkehrsmittel auseinandersetzt. Ebenso ist dieses Thema ein zentrales Element des «Sachplan Verkehr» des UVEK (Programm Mobilität und Raum 2050), sowie weiterer Forschungen / Untersuchungen auf regionaler Ebene (z.B. Vertiefungsstudie Verkehrsdrehscheiben Luzern). Die Aspekte der kombinierten Mobilität werden vor allem hinsichtlich Abstimmung von Raum und Verkehr thematisiert. Es ergeben sich jedoch diverse Schnittstellen oder potenzielle Überlagerungen zu einer Integration im Rahmen der angebotsbasierten ÖV-Erschliessung.

Motorisierter Individualverkehr

Beim MIV stellen bezüglich Angebot und Zuverlässigkeit das Parkplatzangebot bzw. der Verkehrsfluss relevante qualitative Kriterien dar. Für die Auslastung bzw. den **Verkehrsfluss** stossen neben Verkehrsmodellen zunehmend Floating Car Data (FCD) auf Interesse (z.B. Sunderajan, A., et al. 2016).

Weniger verfügbare und aufschlussreiche Quellen liegen aktuell im Bereich der **Parkierung** vor. Hier sind normative Grundlagen auf Gemeindeebene vorhanden, die an den Werten der Schweizer Norm gemessen werden können (VSS 2019). Der Kanton Zürich beispielsweise hat im Hinblick auf die Agglomerationsprogramme den Stand der Parkierungsregelungen in den Gemeinden erhoben. Zu den öffentlichen Parkplätzen verfügen Städte und Gemeinden über Informationen zu deren Lage und Anzahl. Es kann angenommen werden, dass solche Daten in den nächsten Jahren im Rahmen von Open Government Data Initiativen öffentlich und maschinenlesbar verfügbar gemacht werden. Für bewilligte Parkplätze auf privatem Grund sind solche Daten aber erst vereinzelt im Aufbau begriffen. Hier liegen bisher nur Stichprobenerhebungen vor, z.B. aus dem Mikrozensus Mobilität und Verkehr. Aus dem Forschungsprojekt VPT 20 00C könnte in einigen Jahren eine homogene Datenlage für der Wohnnutzung zugeordnete Parkplätze vorliegen.

Fuss- und Veloverkehr

Für die Netze und Infrastrukturen des Fussverkehrs sind in verschiedenen Schweizer Studien und Handbüchern Kriterien definiert. Beispielsweise haben das Bundesamt für Strassen und der Verband Fussverkehr Schweiz im Handbuch für Fusswegnetzplanung Kriterien für gute Fusswege definiert (Sigrist et al., 2015). Eine internationale Studie, welche sich mit der Ermittlung qualitativer Einflüsse auf die Erschliessung des öffentlichen Raumes

für Zufussgehende beschäftigt, wurde von Asadi-Shekari et al. (2014) verfasst. Als Untersuchungsperimeter dient der Campus der Universiti Teknologi Malaysia (Technische Universität Malaysien). In ihrer Studie haben Asadi-Shekari et al. (2014) insgesamt 27 Indikatoren bestimmt, welche der Untersuchung qualitativer Einflüsse auf den 'Pedestrian Level of Service (PLOS)' dienen. Millington et al. (2009) untersuchten die Walkability, wobei neben quantitativen auch qualitative Aspekte überprüft wurden. Diese Studie wurde im Kontext von Schottland erarbeitet. Die Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf den schweizerischen Kontext ist bei beiden Untersuchungen kritisch zu betrachten.

Für den Veloverkehr werden in einem ASTRA-Handbuch drei Hauptvariablen zur Beschreibung qualitativer Aspekte der Erschliessungsqualität beschrieben (Capirone et al., 2008). Bei diesen drei Kriterien handelt es sich um die Netzqualität, den Komfort und die Sicherheit. Die Netzqualität bestimmt, inwiefern ein lückenloses, den Bedürfnissen der Nutzenden entsprechendes Netzwerk an Wegen und Strassen besteht. Zudem wird betrachtet, inwiefern verkehrsberuhigende Massnahmen bestehen. Der Komfort untersucht die Dichte, die Umgebungsgestaltung sowie den Zusammenhang der Netzwerke. Die Variable der Sicherheit setzt sich hauptsächlich aus dem objektiven Unfallgeschehen sowie dem subjektiven Sicherheitsempfinden zusammen (Capirone et al., 2008). Zudem wird die Bedeutung von Objektivität und Transparenz im Umgang mit qualitativen Kriterien betont. Eine räumliche Aggregation sei zudem zu vermeiden, wenn mit qualitativen Kriterien gearbeitet wird.

Im TP4 des vorliegenden Forschungspakets wurden die verschiedenen Kriterien und Variablen aus der Literatur für den Fuss- und Veloverkehr strukturiert sowie die entsprechende Relevanz und die Datenverfügbarkeit in der Schweiz erläutert.

3 Methodisches Gesamtkonzept

3.1 Ausgangslage und Bedarfsanalyse

Zum methodischen Konzept für gesamtverkehrliche Erschliessungsqualitäten wurden im Rahmen des Grundlageberichts VSS 2011/106 bereits verschiedene grundsätzliche Aspekte geklärt. Zur Beschreibung der Erschliessungsqualität eines bestimmten Gebiets über alle Verkehrsmittel hinweg können folgende drei methodischen Ansätze unterschieden werden:

- **Modellbasierter Ansatz:** Dieser Ansatz entspricht der Logik heutiger Erreichbarkeitsberechnungen. Mittels Verkehrsmodellen werden für einen spezifischen Raumpunkt alle möglichen Wege zu anderen Raumpunkten beschrieben, gewichtet und aggregiert. Als Qualitätskriterien stehen beim Erreichbarkeitsansatz Reisezeiten, Zuverlässigkeit und Nachfragepotenziale im Vordergrund. Der modellbasierte Ansatz kann aber auch z.B. für Netzdichten und Kapazitäten herangezogen werden.
=> Bei diesem Ansatz lassen sich verschiedene Einzelkriterien zu einem (gewichteten) Gesamtindex aggregieren. Einerseits können Verkehrsmodelle die sogenannten «Raumwiderstandsfunktionen» sehr differenziert wiedergeben. Weiterer grosser Vorteil ist die hohe Standardisierbarkeit. Auf der anderen Seite sind modellbasierte Werte i.d.R. keine eigentliche «Messgrösse», sondern ein zu interpretierender Index und damit vor allem im Quervergleich mit anderen Standorten aussagekräftig.
- **Kategorialer Ansatz:** Dieser Ansatz orientiert sich an der Logik der heutigen ÖV-Güteklassen. Ausgewählte Qualitätskriterien werden in einem Kategoriensystem eingestuft. Die Qualitätskriterien können grundsätzlich quantitativ oder qualitativ beschreibbar sein. Die Festlegung des Kategoriensystems muss aber objektiv, transparent und nach klaren Abgrenzungsregeln erfolgen, was quantitativ beschreibbare Kriterien in den Vordergrund rückt.
=> Mit diesem Ansatz lassen sich die inhaltlichen Ansprüche am besten mit den Ansprüchen der Nachvollziehbarkeit in der Planungspraxis und Kommunizierbarkeit kombinieren. Letzteres ist jedoch nur gewährleistet, wenn die Indikatoren auf eine überschaubare Anzahl beschränkt werden.
- **Indikatorenbasierter Ansatz:** Dieser Ansatz soll es ermöglichen, die Erschliessung an einem spezifischen Standort über verschiedene, primär qualitative Kriterien zu beschreiben. Der Ansatz orientiert sich an der Logik einer Vergleichswertanalyse. Ausgewählte Qualitätskriterien werden in einem Punktesystem bewertet, aber nicht zu einem Gesamtindex aggregiert.
=> Dieser Ansatz ermöglicht eine breitere inhaltliche Differenziertheit und die Kriterien sind inhaltlich transparent. Die Herleitung ist jedoch weniger standardisierbar und kann ebenfalls aufwändig sein.

Aufgrund der Vor- und Nachteile dieser Ansätze wurde im Grundlagebericht VSS 2011/106 ein kombinierter Ansatz, d.h. ein zweistufiger kategorialer Ansatz unter Verwendung modellbasierter Einzelkriterien empfohlen.

Aus umfangreichen **Bedarfsabklärungen** hat sich im Rahmen des Grundlagenberichts (VSS 2011/106) zudem ergeben, dass eine Hektarraster-genaue, flächendeckende Angebotsdarstellung und die Berücksichtigung der Erreichbarkeiten neben dem reinen Angebot einen deutlichen Mehrwert gegenüber den heutigen ÖV-Güteklassen darstellen. Ergänzend führte die NFK 1.6 des VSS im Sommer 2017 bei den KantonsingenieurInnen und KantonsplanerInnen eine Umfrage zum Bedarf für Normen gesamtverkehrlicher Erschliessungsqualitäten durch.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick zu Prioritäten aus dem Planungsalltag entlang verschiedener Dimensionen der Erschliessungsqualitäten (siehe auch Anhang 1):

Tab. 1 Dimensionen der Erschliessungsqualitäten und deren Relevanzeinschätzung (Quelle: Bedarfsanalyse in VSS 2011/106).

Dimension	Ausprägung	Relevanz
Angebotskriterien	Grobstrukturierung nach: Angebot (ÖV) und Infrastrukturen (MIV, Fuss/Velo)	hoch
	Zuverlässigkeit und Kapazitäten (ÖV + MIV)	mittel
	Komfort / Attraktivitäten (Fuss/Velo)	mittel
	Komfort / Attraktivitäten (ÖV, MIV)	gering
Nachfragekriterien	Nachfragepotenziale (Bevölkerung, Arbeitsplätze, BIP)	mittel
	Reale Verkehrsnachfrage (Aufkommen, Modal Split)	gering
Verkehrsmittel	Grobstrukturierung nach: ÖV – MIV – LV	hoch
	Weitere Strukturierung nach: Strasse (fliessend, ruhend)	hoch
	ÖV Schiene / Strasse	hoch
	Velo, Fuss	hoch
	Kombinierte Mobilität	mittel
Räumliche Auflösung	Mögliche Skalenniveaus: Punkt-/Hektarraster	hoch
	Areale und Quartiere	hoch
	Gemeindeebene	mittel
	Kantonebene	mittel
	Bundesebene	gering
Zeitliche Auflösung	Grobstrukturierung nach: Tagesdurchschnitt vs. Spitzenzeiten	mittel
	Heutiges vs. zukünftiges Angebot	mittel
Raumnutzung / Verkehrszweck	Grobstrukturierung nach: Arbeits-, Wohn- und Freizeitstandorten	mittel

3.2 Grundsätze zur Herleitung der Methodik

Vor dem Hintergrund der bisherigen Ausführungen wurden folgende Grundsätze für die Methodik bzw. die entsprechende Konkretisierung im Rahmen des Forschungspakets definiert und anlässlich der BK1 festgelegt²:

Räumliche und zeitliche Dimension

- Die Erschliessungsqualitäten müssen für die ganze Schweiz aufgezeigt werden können (alle Raumtypen, inklusive grenznahe Standorte).
- Alle Kriterien müssen auf der lokalen Ebene erhoben werden (Hektar-Raster).
- Zweckmässige räumliche Aggregierungen (z.B. auf Gemeindeebene) sind zu evaluieren, haben jedoch untergeordnete Priorität.
- Die Beschreibung der Kriterien erfolgt für den Ist-Zustand, jeweils bezogen auf die aktuell verfügbaren Datengrundlagen. D.h. die Methodik zielt nicht auf einen zukünftigen Zeitpunkt, sondern soll jeweils in periodischen Abständen aktualisiert werden.

Auswahl der Erschliessungskriterien

- Die Erschliessungskriterien folgen grundsätzlich einer Angebotslogik. Nachfragedaten dienen wo notwendig als Gewichtung, es geht aber nicht darum, die Nachfragesituation (oder den Modal Split) an einem Standort xy darzustellen.

² «Gesamtverkehrliche Erschliessungsqualitäten TP1 – Rahmenbedingungen», INFRAS, 26.5.2021.

- Die Kriterienauswahl ist Gegenstand des Forschungspakets, d.h. sie soll nochmals kritisch hinterfragt werden, aber wo zweckmässig sich am Grundlagenbericht VSS 2011/106 orientieren (da breit evaluiert und bereits in verschiedenen Gremien diskutiert).
- Kriterien der kombinierten Mobilität sind möglichst stärker zu berücksichtigen. Neben der Auswahl der Erschliessungskriterien als solche ist die zweckmässige Integration in die bisherige Verkehrsmittelgruppierung zu prüfen.
- Sind einzelne Erschliessungskriterien grundsätzlich wichtig, aber aufgrund der heutigen Datenlage noch nicht operationalisierbar, sollen die Forschungsstellen eine aufwärtskompatible Methodik aufzeigen. So dass nach Vorliegen der entsprechenden Grundlagen die Methodik sowie das Normenpaket ergänzt werden können (betrifft insbesondere den Velo- und Fussverkehr).

Datengrundlagen und -aufbereitung

- Die verwendeten Datengrundlagen müssen öffentlich zugänglich, periodisch nachgeführt und transparent dokumentiert sein.
- Bei den quantitativen Erschliessungskriterien müssen die Datengrundlagen beim MIV und ÖV in schweizweit harmonisierter Form vorliegen, beim Veloverkehr soweit möglich. Bei den Verkehrsmodellen steht diesbezüglich das NPVM im Vordergrund, bei den Raumdaten die swisstopo- oder Open-Data-Datenmodelle.
- Bei den Kriterien mit einer zentralen schweizweiten Datengrundlage sollen diese grundsätzlich auch von der entsprechenden Stelle aufbereitet, der Anwenderschaft zur Verfügung gestellt und in periodischen Abständen aufdatiert werden (so wie das ARE heute die ÖV-Güteklassen erstellt und zur Verfügung stellt).
- Grenznahe Standorte (auf Schweizer Territorium) sind grundsätzlich mit vergleichbaren Erschliessungskriterien zu beschreiben. Falls die Analysen zeigen, dass wegen unterschiedlichen in- und ausländischen Daten beim selben Kriterium die Erschliessungsqualitäten zwischen grenznahen und binnenorientierten Standorten systematisch abweichen, sind gegebenenfalls Korrekturfaktoren vorzuschlagen.
- Bei den qualitativen Erschliessungskriterien sind lokale oder regionale Informationsgrundlagen zu verwenden. Die Art der verwendeten Grundlagen sollte jedoch schweizweit vergleichbar sein.
- Sind Datengrundlagen heute noch lückenhaft, aber in absehbarer Zeit in schweizweit harmonisierter Form zu erwarten, ist dies mit Blick auf die Weiterentwicklung der Methodik festzuhalten (inkl. Angabe von realistischen Zeithorizonten).

Parametrisierung und Skalierung der Erschliessungskriterien

- Die Parameter sind so zu definieren, dass eine schweizweite Anwendung aufgrund der vorliegenden Datengrundlagen möglich ist (quantitativ oder qualitativ) und sowohl städtische wie ländliche Standorte beschreiben lassen.
- Bei den Kriterien, wo kantonale oder lokale Informationsgrundlagen notwendig sind, erfolgt die Aufbereitung anwendungsspezifisch. D.h. in diesen Fällen ist speziell auf möglichst einfache Handhabung in der Praxis zu achten.
- Die Skalen sind einheitlich für eine gesamtschweizerische Anwendung und nicht nach Raumtypen zu differenzieren (analog der heutigen ÖV-Güteklasse). Wo bei einzelnen Kriterien eine räumlich differenzierte Herleitung zwingend ist (vor allem bei einzelnen qualitativen Kriterien), kann dies im Wertgerüst berücksichtigt werden.
- Zunächst sind die Skalen innerhalb eines Verkehrsmittels und für die zwei Dimensionen Verkehrsangebot und Erreichbarkeit separat herzuleiten. Dabei muss eine sachlogische verkehrsmittelübergreifende Abstimmung durch TP1 erfolgen. In einem zweiten Schritt sollen in einheitlicher Form die zwei Dimensionen zu einer Güteklasse pro Verkehrsmittel überlagert werden können.

3.3 Verworfenne Ansätze

Eigenständige multimodale Güteklasse

Gemäss Rückmeldungen aus der FOKO sollte das Thema Multimodalität stärker in der Forschungsarbeit behandelt werden als im Grundlagenbericht und Initialprojekt. TP1 und TP2 haben gemeinsam die entsprechende Prüfung vorgenommen. In diesem Zusammenhang muss nochmals festgehalten werden, dass das gesamte Forschungsvorhaben eine *angebotsorientierte* Sichtweise einnimmt. D.h. es geht auch beim Thema kombinierte Mobilität um die Möglichkeit von *intermodalen* Wegeketten und nicht um die Voraussetzungen für ein allgemeines multimodales Verkehrshalten. Letzteres ist vor allem abhängig von den sog. Mobilitätswerkzeugen (Besitz von Personenwagen, ÖV-Abo-Besitz, etc.) sowie verschiedenen Verhaltensparametern, Routinen, etc. Bei Angebotsausstattungen, welche die komb. Mobilität ermöglichen, haben die neuesten Recherchen und Fachdiskussionen bestätigt, dass hier primär die ÖV-Haltepunkte von Bedeutung sind. Entsprechend ist es sinnvoll, das Thema kombinierte Mobilität bei der ÖV-Güteklasse zu behandeln. Weitergehende Überlegungen zu diesem Thema folgen in Kapitel 3.4 (und für detaillierte Kriterienbeschreibungen siehe Schlussbericht TP2).

Aggregierung zu gesamtverkehrlichem Index

Von der eigenständigen Darstellung einer multimodalen Güteklasse zu trennen ist die Frage eines gesamtverkehrlichen Güteklassenindex als Aggregierung der verkehrsmittelspezifischen Güteklassen. Im Grundlagenbericht hatte sich gezeigt, dass vorab eine vergleichende Betrachtung der Erschliessungsqualität je Verkehrsmittel (ÖV, MIV, Velo, Fuss) wichtig ist. Eine sachlogische Herleitung der einzelnen Kriterien ist die Voraussetzung, dass ein direkter Vergleich der Güteklassen möglich ist. Damit kann indirekt auch eine gesamtverkehrliche Beurteilung vorgenommen werden. Ein aggregierter gesamtverkehrlicher Güteindex über alle Verkehrsmittel wurde verworfen. Die vorliegenden Vertiefungsarbeiten haben bestätigt, dass bereits eine praktikable Anwendung der quantitativen Güteklassen MIV und Velo und deren sachlogische Vergleichbarkeit zu den im planerischen Alltag etablierten ÖV-Güteklassen eine grosse Herausforderung ist. Diese Güteklassen zu einem gesamtverkehrlichen Erschliessungsindex zu aggregieren wäre grundsätzlich möglich: Man könnte z.B. Durchschnittswerte der drei Güteklasseklassen MIV – ÖV – Velo bilden oder die zwei Dimensionen Angebot und Erreichbarkeiten von MIV und ÖV miteinander verschneiden. Solche Ansätze wären relativ einfach umsetzbar, aber äusserst theoretisch. Es wären auch zusätzliche Gewichtungssysteme notwendig, die wiederum auf die Nachfrage / Verkehrsmenge zurückgreifen müssten. Damit wäre das Credo verletzt, dass man nicht den heutigen Modal Split abbilden möchte, sondern die *angebotsseitigen* Voraussetzungen für (potenzielle) Verkehrsverlagerungen. Schliesslich wäre ein solcher Gesamtindex kaum mehr interpretierbar, weil schon die Einzelindices durch mehrere Bearbeitungs- und Gewichtungsschritte zustande kommen. Vor diesem Hintergrund wird der Ansatz eines Gesamterschliessungsindex nicht weiterverfolgt.

Quantitative Kriterien im Fussverkehr

Die Datengrundlagen im Bereich Fussverkehr sind weiterhin sehr lückenhaft und wenig standardisiert. Dies hatten bereits der Grundlagenbericht VSS 2011/106 als auch das Initialprojekt VSS 2017/120 zum vorliegenden Forschungspaket aufgezeigt. Gleichwohl wurde die Frage der Machbarkeit von quantitativen Erschliessungskriterien im Fussverkehr vom TP4 nochmals vertieft untersucht. Es hat sich bestätigt, dass die Datengrundlagen im Fussverkehr nach wie vor sehr lückenhaft sind und es ist nicht ersichtlich, dass sich die Datenlagen in diesem Bereich in absehbarer Zeit spürbar verändern.

Das TP4 hat jedoch im Veloverkehr eine neue innovative Methodik zur Aufbereitung der quantitativen Erschliessungskriterien entwickeln können. Mit den Datengrundlagen aus OpenStreetMap (OSM) und weiteren GIS-Datensätzen kann ein sog. «Zentralitätsmass» unter Berücksichtigung verschiedener Merkmale wie Infrastrukturqualität, Topografie/Steigung und weitere Umfeldfaktoren berechnet werden (siehe Kapitel 4). Ein analoger Ansatz lässt sich theoretisch auch für den Fussverkehr berechnen. Der entsprechende Aufwand (Datensammlung, Berechnungen, Plausibilisierungen, etc.) wäre zurzeit aber vor dem Hintergrund der schlechten Datengrundlagen unverhältnismässig und die Aussagekraft dürfte gegenüber dem Veloverkehr generell eingeschränkter bleiben. Dies vor allem wegen sehr

kleinräumigen, diffusen Bewegungsmustern im Fussverkehr. Hingegen wird die Beschreibung der Erschliessungsqualität des Fussverkehrs an einem Standort xy mittels qualitativer Kriterien nach wie vor als sehr wichtig erachtet (Kapitel 5).

3.4 Umgang mit kombinierter Mobilität

Wie weiter oben erläutert wird zwar ein multimodaler Gesamterschliessungsindex verworfen, das Thema der kombinierten Mobilität soll jedoch adäquat abgebildet werden. Auch bei der kombinierten Mobilität geht es im vorliegenden Forschungspaket wie mehrfach betont um die *angebotsseitige* Erschliessungsqualität, in diesem Fall im Hinblick auf intermodale Wegeketten. Weiter zeigt sich im Alltag, dass intermodale Wegeketten vor allem im Zusammenhang mit dem öffentlichen Verkehr relevant sind. Es ist kaum standortrelevant, ob man gut vom Velo zum MIV oder zwischen Fuss und Velo wechseln kann, aber sehr wohl zwischen ÖV und MIV bzw. ÖV und Velo/Fuss. Auch Sharingangebote haben eine zunehmende Bedeutung (auch wenn heute mit vergleichsweise geringen Anteilen am Gesamtverkehrsaufkommen).

Ziel ist es somit, die Angebote der kombinierten Mobilität im Zusammenhang mit dem ÖV aufzuzeigen bzw. nach Möglichkeit in den methodischen Ansatz zur Bestimmung der ÖV-Erschliessungsqualität zu integrieren. Hier stellt sich weiter die Frage, ob eine Integration in die quantitativen oder qualitativen Kriterien möglich und fachlich adäquat ist. Die Datenglage zur Ausstattung mit P+R-Plätzen, Veloabstellplätzen oder neuen Angeboten im Bereich Sharing wird zwar besser, ist aber für eine schweizweit standardisierte Anwendung immer noch sehr lückenhaft.

Vor diesem Hintergrund wurden zwischen TP1 und TP2 vier mögliche Ansätze für eine Integration der Thematik des kombinierten Verkehrs untersucht, deren Vor- und Nachteile im Folgenden kurz erläutert werden:

- A) Eigene quantitative Erschliessungsqualität für den kombinierten Verkehr
- B1) Quantitative Berücksichtigung in den ÖV-Güteklassen
- B2) Qualitative Berücksichtigung in den ÖV-Erschliessungsqualitäten
- C) Kombination aus ÖV-/MIV-/Velo-Erschliessungsqualitäten

A) Eigene quantitative Erschliessungsqualität für den kombinierten Verkehr

Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass die Berechnung der ÖV-Erschliessungsqualitäten bereits die Berechnung der intermodalen Wegekette ÖV+Fussverkehr beinhaltet (siehe Kapitel 4.2.1). Dementsprechend könnte ergänzend und separat eine ähnliche Berechnung für die intermodalen Wegeketten ÖV+Velo sowie ÖV+MIV erfolgen, basierend auf den folgenden Überlegungen:

- Erreichbarkeiten: Berechnung für Velo und MIV analog der Methodik der TP3 und TP4 (Erreichbarkeitspotenziale MIV und Velo) pro Hektarraster
- Verkehrsangebot: Definition der Qualität des intermodalen Angebots an den ÖV-Haltestellen

Eine Überlagerung der zwei Dimensionen Erreichbarkeit und Verkehrsangebot würde analog den anderen quantitativen Güteklassen eine eigenständige Güteklasse zur kombinierten Mobilität ergeben (siehe methodisches Gesamtkonzept im folgenden Kapitel 3). Die Überlegungen haben jedoch gezeigt, dass eine entsprechende Methodik sehr komplex in Aufbau und Umsetzung wäre, die direkte Übertragung der Methodiken von MIV und Velo auf die kombinierte Mobilität nicht sachlogisch wäre und die Datengrundlagen bei den kombinierten Mobilitätsangeboten für eine schweizweite Modellierung nicht ausreichen. Die nochmals deutlich erhöhte Komplexität würde die Praktikabilität der Stufe 1 – quantitative Erschliessungskriterien – insgesamt gefährden und stünde in keinem Verhältnis zu den

tiefen Anteilen kombinierter Wegeketten (zumindest was ÖV-MIV kombinierte Wege betrifft).

B1) Quantitative Berücksichtigung in den ÖV-Güteklassen

Grundsätzlich wird bei diesem Ansatz davon ausgegangen, dass die Berechnung der Erschliessungsqualität für den intermodalen Verkehr (ÖV + MIV/Velo) ein Teil der ÖV-Gesamterschliessungsqualität darstellt. Es handelt sich somit um einen zusätzlichen quantitativen Indikator zur (Teil-)Dimension ÖV-Angebot bzw. ÖV-Güteklasse (Takte nach Verkehrsmittelkategorien und HAST-Zugangsdistanz, Kapitel 4.2.1) und anschliessender Überlagerung mit der (Teil-)Dimension Erreichbarkeit (Kapitel 4.3.1).

Eine solche Methodik wäre grundsätzlich machbar hat jedoch zwei gewichtige Nachteile: Zum einen gilt dasselbe wie beim Ansatz A), d.h. die Datengrundlagen zur schweizweit systematischen Beschreibung der kombinierten Verkehrsangebote ist noch sehr lückenhaft. Zum anderen wird mit der Überlagerung von ÖV- und intermodalen Aspekten die Nachvollziehbarkeit des Indikators ÖV-Angebot bzw. -Erschliessungsqualität generell erschwert. Schliesslich stellen sich grosse Bedenken bei diesem Ansatz, inwiefern ohne eine separate (und wiederum aufwändige) Berechnung der Erreichbarkeitspotenziale die Verbindung zwischen den intermodalen Umsteigepunkten und des zu evaluierenden Hektarrasters methodisch realisiert werden kann.

B2) Qualitative Berücksichtigung in den ÖV-Erschliessungsqualitäten

Grundsätzlich wird auch bei diesem Ansatz davon ausgegangen, dass die Berechnung der Erschliessungsqualität für den intermodalen Verkehr (ÖV + MIV/Velo) ein Teil der ÖV-Gesamterschliessungsqualität darstellt. Im Gegensatz zum Ansatz B1 soll die Integration des kombinierten Verkehrs jedoch erst im Rahmen der qualitativen Erschliessungskriterien (Stufe 2) erfolgen.

Eine solche Methodik ist vergleichsweise einfach in Aufbau und Umsetzung. Auch das Thema der Datenverfügbarkeit ist für qualitative Kriterien weniger entscheidend als für quantitative Kriterien. Vor allem ermöglicht der Ansatz eine sehr differenzierte und weiter entwickelbare Beschreibung der lokalen Situation hinsichtlich Angebote der kombinierten Mobilität. Wenn in Zukunft die Datensituation besser wird und die Anteile kombinierter Wegeketten deutlich zunehmen, kann eine spätere Integration in die quantitativen Erschliessungskriterien (sprich ÖV-Güteklassen) geprüft werden. In diesem Fall bleibt jedoch der bei B1 genannte Vorbehalt, inwiefern ohne eine separate (und wiederum aufwändige) Berechnung der Erreichbarkeitspotenziale die Verbindung zwischen den intermodalen Umsteigepunkten und des zu evaluierenden Hektarrasters methodisch realisiert werden kann.

C) Kombination aus ÖV-/MIV-/Velo-Erschliessungsqualitäten

Grundsätzlich wird bei diesem Ansatz davon ausgegangen, dass die Berechnung der Erschliessungsqualität für den intermodalen Verkehr (ÖV + MIV/Velo) auf Basis einer reinen Kombinatorik aus den zwei Dimensionen Erreichbarkeiten und Verkehrsangebot erfolgt, und zwar nach folgender Logik:

- Dimension Erreichbarkeit: je besser das Verhältnis ÖV / MIV, umso bessere Voraussetzungen für komb. Mobilität mit ÖV.
- Dimension Verkehrsangebot: ähnlich wie Erreichbarkeit, aber weniger linear; d.h. der Standort muss auch eine Mindestangebotsqualität im MIV haben (Zugänglichkeit). Und auch das ÖV-Angebot muss gewisse Schwellenwerte erreichen, um höhere KM-Güteklassen erreichen zu können.

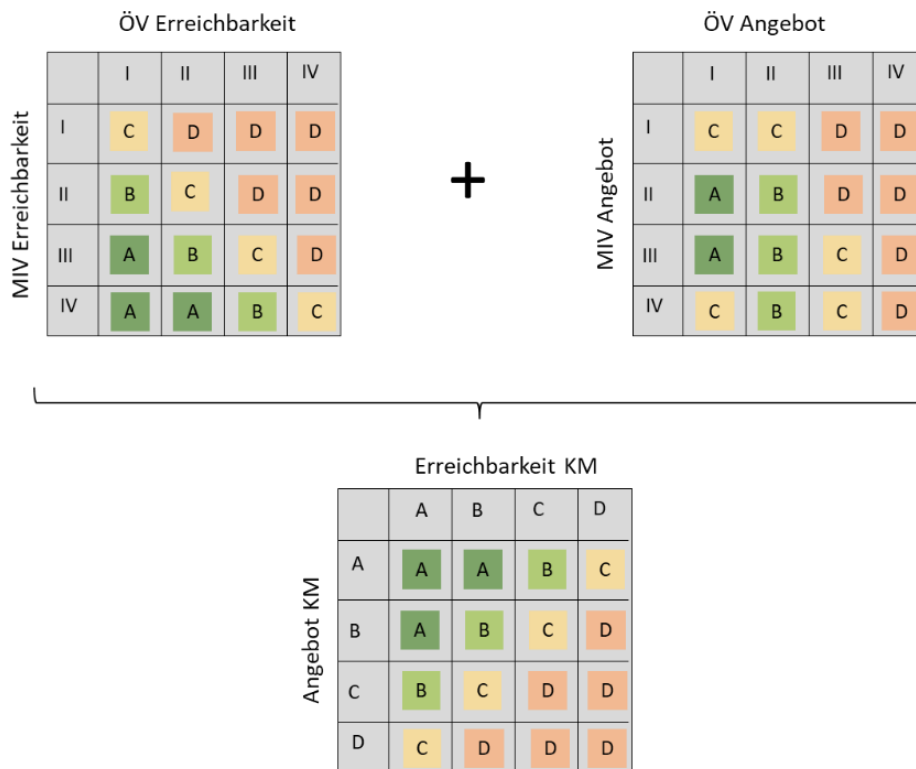


Abb. 6 Ansatz C) kombinierte Mobilität als direkte Ableitung aus ÖV und MIV

Eine solche Methodik wäre vergleichsweise einfach in Aufbau und Umsetzung, da keine eigenen Berechnungen notwendig sind. Der Ansatz ist jedoch inhaltlich äusserst theoretisch und müsste wiederum um spezifischere Angebote der komb. Mobilität in Stufe 2, qualitative Kriterien, ergänzt werden (B+R-/P+R-Angebote an ÖV-Punkten, etc.). Zudem stellt sich hier die Frage, ob eine analoge Kombinatorik ÖV-Velo eine genügend grosse Aussagekraft aufweist.

Fazit Umgang kombinierte Mobilität

Für den Variantenentscheid zu der Integration des kombinierten Verkehrs wurden v.a. folgende Aspekte berücksichtigt:

- Die bereits hohe Komplexität der Methodik zu den verkehrsmittelspezifischen Erschliessungsqualitäten pro TP soll mit der kombinierten Mobilität nicht unnötig verkompliziert werden.
- Eine zusätzliche Dimension bei den quantitativen Kriterien (neben ÖV-Angebot und Erreichbarkeiten) oder gar eine eigenständige Güteklasse sind aufgrund der Datenlage nicht sichergestellt und würde auch die Relevanz im Vergleich zu den klassischen Angebotsfaktoren im ÖV überschätzen (Taktichte, ÖV-Verkehrsmittelkategorien, Distanz zur Haltestelle und Reise-/Zugangs-/Umsteigezeiten).
- Ein Fokus auf die Integration von P+R-Angeboten (weil hier die Daten am besten verfügbar sind) in die quantitativen ÖV-Güteklassen wird nicht als zweckmässig erachtet, da sich die Nutzniesser nicht im direkten Umfeld dieser Haltestellen befinden.
- Die Verschiedenartigkeit der Angebote der kombinierten Mobilität (insb. im Bereich Sharing) und die Zugänglichkeit für den Fuss- und Veloverkehr sollen breiter angeschaut werden, was auf absehbare Zeit nur qualitativ möglich ist.

Vor diesem Hintergrund wurde in Absprache mit den Begleitkommissionen TP1 und TP2 der Ansatz B2 weiterverfolgt, d.h. das Thema kombinierte Mobilität innerhalb der ÖV-Güteklasse mittels qualitativer Kriterien zu behandeln (siehe Kapitel 5). Die entsprechenden Kriterien sind im Schlussbericht TP2 detailliert beschrieben.

3.5 Zweistufiger methodischer Ansatz

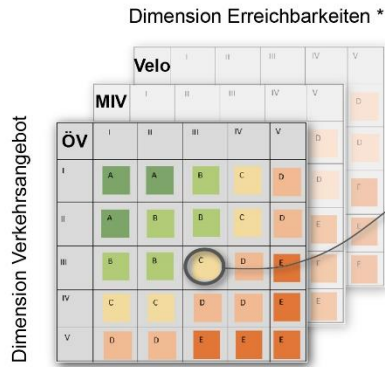
3.5.1 Überblick

Die vertiefenden Analysen des vorliegenden Forschungspakets haben den Nutzen und die Machbarkeit des zweistufigen Ansatzes gemäss Grundlagenbericht VSS 2011/106 bestätigt. Unter Einbezug von modellbasierten Einzelkriterien berücksichtigt dieser neben quantitativ herleitbaren Erschliessungsqualitäten in der ersten Stufe auch ergänzende qualitative Kriterien in der zweiten Stufe. Dieser Ansatz kombiniert somit die Anforderung einer möglichst hohen Standardisierung mit dem Einsatz von modellbasierten Einzelkriterien, mit dem inhaltlichen Anspruch, möglichst viele Qualitätskriterien zu berücksichtigen.

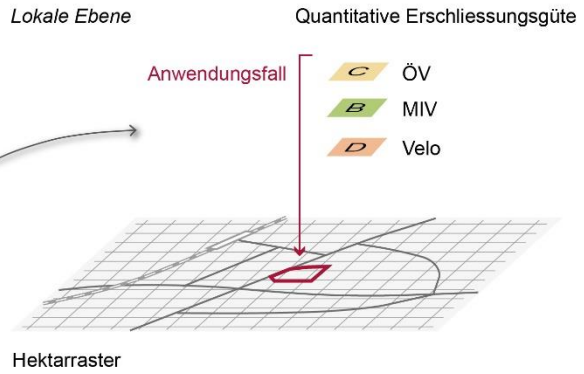
Die vorgeschlagene Methodik konzentriert sich auf die lokale Ebene, d.h. auf die Beurteilung der Erschliessungsqualität eines konkreten Areals (mit einem oder mehreren Hektaren). Eine Aggregation auf grössere Gebietseinheiten ist nur für die Einzeldimension der Erreichbarkeiten möglich, weil nur hier die Zonierung flexibel bestimmt und schweizweit mit vernünftigem Aufwand berechnet werden kann. Die Stufe 1 beschränkt sich auf ÖV, MIV und Veloverkehr. Der Fussverkehr wird vorerst, d.h. bis die notwendigen quantitativen Grundlagen vorliegen, nur hinsichtlich qualitativer Kriterien in Stufe 2 beurteilt (siehe verworfene Ansätze in Kapitel 3.3). *Abb. 7* fasst das methodische Gesamtkonzept zusammen:

Stufe 1: Quantitative Erschliessungsqualitäten

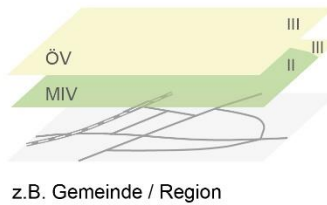
Dimensionen



Visualisierung räumliche Anwendung



* Optional: Räumlich aggregierte Ebene
(nur Erreichbarkeitsindex ÖV und MIV)



Stufe 2: Qualitative Erschliessungsqualitäten

Kriteriengruppen

Jeweils für ÖV, MIV, Velo und Fuss

- > Angebot
- > Komfort / Zuverlässigkeit
- > Verkehrssicherheit (nur für Velo und Fuss)

Beurteilung mit 5er Skala

- gut
- eher gut
- neutral
- eher schlecht
- schlecht
- (- nicht relevant)

Lokale Ebene

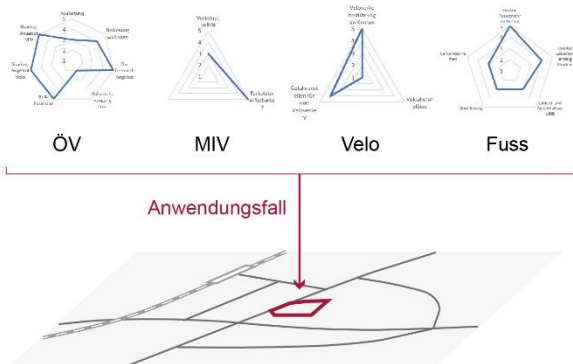


Abb. 7 Methodisches Konzept Gesamtverkehrliche Erschliessungsqualitäten

3.5.2 Stufe 1: Quantitative Erschliessungsqualitäten

In der ersten Stufe werden die folgenden zwei Dimensionen einbezogen, berechnet auf Grundlagen von schweizweit verfügbaren quantitativen Datengrundlagen (Details zum Verständnis und Herleitung der einzelnen quantitativen Kriterien sind in Kapitel 4 beschrieben):

- **Verkehrsangebot:** Die entsprechenden Angebots- bzw. Kapazitätskriterien orientieren sich an der heutigen Logik der ÖV-Güteklassen. Sie beschreiben das Verkehrsangebot am Standort. Dazu gehören je nach Art des Verkehrsmittels die Angebotsdichte

(ÖV), Strassen-/Netzdichten (MIV, Velo) mit jeweils unterschiedlichen Differenzierungen und Gewichtungen.

- **Erreichbarkeiten:** Die Erreichbarkeitsindices zeigen ergänzend auf, wie gut man vom Standort X zu den (zu definierenden) Fahrtenzielen Y gelangt. In diesen Indices sind nicht nur ergänzende Qualitätskriterien (primär Reisezeiten), sondern auch die Potenziale von Fahrtenzielen integriert, d.h. Strukturdaten von Bevölkerung und Arbeitsplätzen, wobei je weiter ein Fahrtenziel entfernt ist, desto geringer ist sein spezifisches Gewicht.

Die zwei Dimensionen erhalten je eine eigene Beurteilung (Stufen I bis V). In der Kombinatorik der zwei Dimensionen ergibt sich die finale Güteklasse (Stufen A bis E). Das quantitative Kriteriensystem in der Stufe 1 liefert somit pro Verkehrsmittel (ÖV, MIV, Velo) eine Güteklasse. Dies erfolgt räumlich auf der Hektar-Ebene.

Eine **räumliche Aggregation** auf (grundsätzlich flexibel definierbare) Skalen ist nur für die Dimension Erreichbarkeit und hier nur für ÖV und MIV möglich bzw. inhaltlich sinnvoll. Das Verkehrsangebot (seien dies ÖV-Angebote oder Netz-/Kapazitätsdichten) kann ab einer gewissen Raumeinheit nicht mehr sinnhaft hergeleitet bzw. zugewiesen werden. Und im Veloverkehr ist auch die Erreichbarkeitsmodellierung nur kleinräumig interpretierbar. Zudem lassen sich nur mit dem Nationalen Personenverkehrsmodell (NPVM) mit vertretbarem Aufwand schweizweit flexibel definierte räumliche Skalierungen berechnen.

3.5.3 Stufe 2: Qualitative Erschliessungsqualitäten

In der Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmenden definieren sich die gesamtverkehrlichen Erschliessungsqualitäten nicht nur über Angebots- und Erreichbarkeitskriterien, sondern auch über Komfort-, Sicherheits- und andere Attraktivitätskriterien. Deshalb sieht die Methode – ergänzend zu den quantitativen – eine Beurteilung mittels qualitativen Erschliessungskriterien vor. Dabei werden folgende drei Kriteriengruppen unterschieden, wobei nicht in allen vier Verkehrsmitteln ÖV, MIV, Velo- und Fussverkehr die drei Gruppen denselben Stellenwert haben (Details zum Verständnis und Herleitung der einzelnen qualitativen Kriterien sind in Kapitel 5 beschrieben):

- **Angebot (inkl. kombinierte Mobilität):** Über Stufe 1 hinausgehende, ergänzende Angebotsbestandteile wie Parkierung / Abstellplätze, Sharingangebote oder neue flexible Mobilitätsangebote.
- **Komfort / Zuverlässigkeit:** In Stufe 1 nicht berechenbare, aus Sicht der Verkehrsteilnehmenden aber wichtige zusätzliche Qualitätsmerkmale der Verkehrsangebote wie Qualität des Verkehrsflusses, Führung / Orientierung oder Bedienungszeiträume im ÖV.
- **Verkehrssicherheit:** Hierunter fallen Kriterien zur Beschreibung der objektiven Verkehrssicherheit (reales Unfallgeschehen) und subjektiven Verkehrssicherheit (Umfeldfaktoren und somit potenzielles Unfallrisiko).

Die Beurteilung der entsprechenden Kriterien erfolgt auf der Basis von lokalen / regionalen Planungsgrundlagen, Einschätzungen der zuständigen Fachstellen sowie Feldbegehungen. Die qualitativen Erschliessungskriterien lassen sich somit nur auf der lokalen Ebene beurteilen. Insofern erfolgt die Anwendung subsidiär, d.h. bei Bedarf im Planungsalltag.

Die qualitativen Kriterien werden separat zu den quantitativen Güteklassen dargestellt; und zwar in Form von Wertprofilen auf einer 5er Skala («gute» bis «schlechte» Qualität). Es erfolgt keine Anpassung der quantitativen Güteklassen aufgrund der qualitativen Beurteilung³. Dazu wäre eine standardisiertere Beurteilung der Kriterien in Stufe 2 notwendig.

Die Anwendung von Stufe 2 ist vor allem im Fuss- und Veloverkehr sehr zu empfehlen. Hier ist die Datenlage zur Herleitung der quantitativen Erschliessungskriterien in Stufe 1

³ Beispielsweise eine Höher- oder Mindereinstufung der Güteklasse A-E um eine Klasse aufgrund guter und schlechter Beurteilung der qualitativen Erschliessungskriterien.

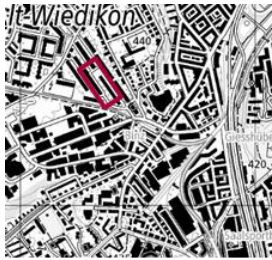
noch immer lückenhaft oder die Wertgerüste müssen mittels weiterer Forschung konsolidiert werden (Kapitel 7.3). Zudem sind die Erschliessungsqualitäten im FVV stärker von individuellen und nur kleinräumig erfassbaren Faktoren abhängig.

Weitere Hinweise zu Anwendungsfällen von quantitativen und qualitativen Erschliessungsqualitäten im Planungsalltag werden in Kapitel 6 gemacht.

3.6 Auswahl Fallbeispiele

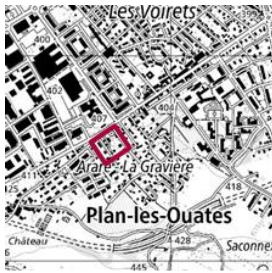
Zur Prüfung und Weiterentwicklung der Methodik wurden Testanwendungen in vier Fallbeispielen durchgeführt. Diese decken ein möglichst grosses Spektrum an verschiedenen Raumtypen und Situationen ab. Für die Erreichbarkeitsberechnungen von ÖV und MIV konnten mit dem NPVM schweizweite Analysen durchgeführt werden. Für die anderen quantitativen Kriterien – und generell im Veloverkehr – wären schweizweite Modelldurchläufe zu aufwändig gewesen.

Tab. 2 Übersicht der Fallbeispiele



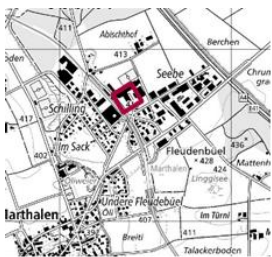
Entwicklungsgebiet Binz/SZU (Zürich / ZH => Agglozentrum):

Die Gebiete rund um die SZU-Bahn-Haltestelle Zürich-Binz haben in den letzten 10-20 Jahren eine sehr starke Entwicklung erfahren. Gemäss kommunalem Richtplan der Stadt Zürich gilt das Gebiet als «Urbanes Kerngebiet» - zentrales nutzungsgemischtes Gebiet mit stadtraumbildender Baustruktur sowie einer angestrebten Ausnutzung von >250% (Wohnen+Arbeiten). Die Verdichtung des Gebietes ist mittlerweile stark fortgeschritten. Als Untersuchungsobjekt dient der Standort der Wohnüberbauung direkt von Bahn-Haltestelle liegend in nordwestlicher Richtung (ca. 10-jährige Siedlung). Das Gebiet ist sehr gut mit ÖV erschlossen (10' Takt SZU sowie diverse radiale und tangentielle Buslinien). MIV-seitig sind jedoch einige städtische Abschnitte zu 'überwinden' und das öffentliche Parkraumangebot ist begrenzt.



ESP Route de Saint-Julien (Genève / GE => Agglomerationszentrum plus Grenzstandort):

Das Gebiet liegt auf der Entwicklungsachse zwischen Lancy und Saint-Julien (F). Gemäss Agglomerationsprogramm Grand Genève ist der ESP in der Priorität A (Nr. UD4-05b). Im Zuge von CEVA hat Lancy eine direkte und stark ausgebauten Bahnverbindung zu Annemasse/F erhalten. Das Areal selbst ist aber knapp 2 km von der Bahnlinie entfernt und zurzeit mit Bus erschlossen. Es wird jedoch eine neue Tramlinie von Lancy bis Saint-Julien/F gebaut (Eröffnung bis 2024/25). Auf denselben Zeitpunkt werden verschiedene Verdichtungsvorhaben umgesetzt sein. Das Gebiet liegt rund 2.5 km von der französischen Grenze. Die MIV-Erschliessung ist mit unmittelbarer Nähe zum Autobahnanschluss Perly sehr gut. Insofern besteht trotz stark verbessertem ÖV-Angebot auch in Zukunft eine starke Konkurrenz zum MIV, insbesondere bezüglich Grenzgänger.



ESP Marthalen-Schilling (Marthalen / ZH => ländlicher Standort):

Marthalen-Schilling ist einer (von nur zwei) ländlichen Entwicklungsschwerpunkten gemäss Richtplan des Kantons Zürich. Der Bahnhof Marthalen liegt in der Industriezone nördlich des eigentlichen Dorfkerns. Die SBB hat im Rahmen der 4. Teilergänzung S-Bahn Zürich entschieden, den Bahnhof weiter südlich näher zum Dorfkern zu verschieben. Daraus ergaben sich sowohl in der Industriezone neue Entwicklungsmöglichkeiten als auch am neuen Bahnhofstandort. Die Gemeinde Marthalen erhielt mit der Direktverbindung der S12 ein attraktiveres Bahnangebot von/nach Zürich. Der nächste Autobahnanschluss (Benken/A4) liegt 1 km nördlich.



Crans(-Montana) Dorfkern (VS => Berggebiet, Tourismuszentrum):

Crans-Montana ist ein berühmtes Skigebiet im Kanton Wallis. Am 1. Januar 2017 fusionierte Mollens mit den Gemeinden Chermignon, Montana und Randogne zur neuen Gemeinde Crans-Montana. Mit knapp 1000 Einwohnern ist Crans-Montana zwar eine eher kleine Gemeinde. Die touristische Bedeutung ist aber sehr gross und der Anteil Zweitresidenzen ebenfalls. Das Fallbeispiel dient vor allem auch aus topografischen Aspekten als Ergänzung zu den mittelländischen Fallbeispielen. Das untersuchte Areal, Dorfkern Crans, liegt auf 1450 m.ü.M in unmittelbarer Nähe der Talstation der Bergbahn (Crans – Merbé – d'Er). Die Talstation ist auch als Verkehrsintensive Einrichtung im Kantonalen Richtplan eingetragen. Die Bahn-Endhaltestelle liegt knapp 2 km östlich davon. Trotzdem ist auch das Dorfkern Crans noch in der ÖV-Güteklasse B (wegen dichtem Busangebot). Es dürfte interessant sein, wie die Velo-seitige Erschliessungsqualität beurteilt werden kann.

4 Quantitative Erschliessungskriterien

4.1 Grundsätze und Übersicht

Bei den quantitativen Erschliessungskriterien sind folgende Aspekte von zentraler Bedeutung:

- Bei allen methodischen Diskussionen steht die Praxistauglichkeit im Vordergrund.
- Die Datengrundlagen sind öffentlich zugänglich, transparent dokumentiert und werden periodisch aktualisiert.
- Die Datengrundlagen liegen grundsätzlich schweizweit in harmonisierter Form vor.

Gemäss methodischem Gesamtkonzept wird bei den quantitativen Erschliessungsqualitäten zwischen den zwei Dimensionen «Verkehrsangebot» und «Erreichbarkeiten» unterschieden. Die quantitativen Kriterien von ÖV, MIV und Velo, welche zu diesen zwei Dimensionen einbezogen werden und deren wichtigsten Datengrundlagen sind nachfolgend im Überblick dargestellt:

Tab. 3 Überblick quantitative Kriterien von ÖV, MIV und Velo sowie Datengrundlagen			
	ÖV	MIV	Velo
Verkehrsangebot			
Angebot / Netzdichte / Kapazität	Haltestellenkategorie auf Basis Verkehrsmittelkategorie und Kursintervall	\sum Streckenkapazität x Streckenlänge	Zentralitätsmass (\sum Kostendistanzen der kürzesten Wege)
	<i>Datengrundlagen:</i> • HAFAS-Fahrplansystem	<i>Datengrundlagen:</i> • NPVM	<i>Datengrundlagen:</i> • Open Street Map (OSM)
Zugang	Fussdistanzen zur ÖV-Haltestelle: Widerstand-basierter Ansatz	Teilkapazität-Indices nach 3 Isochronen-Bereichen (3', 6', 9') im unbelasteten Netz	• Höhenmodell und Bodenbedeckung swisstopo • NPVM (DTV MIV)
	<i>Datengrundlagen:</i> • Höhenmodell swisstopo	<i>Datengrundlagen:</i> • NPVM	
Erreichbarkeiten			
Erreichbarkeiten	Erreichbarkeitsindex: \sum Raumpotenziale an den Zielorten (Bev/AP), gewichtet mit den Raumwiderständen	\sum Raumpotenziale an den Zielorten (Bev/AP), gewichtet mit den Kostendistanzen)	
	<i>Datengrundlagen:</i> • NPVM (Reisezeiten + Bev/AP)		<i>Datengrundlagen (ergänzend zu Zentralitätsmass):</i> • STATPOP (Bev) • STATENT (AP)

Die Kriterien und deren Herleitung werden nachfolgend in Kurzform darstellt. Die ausführlicheren Beschreibungen sind den Schlussberichten TP2-4 zu entnehmen.

4.2 Dimension Verkehrsangebot

Die Dimension Verkehrsangebot wird bei den Verkehrsmitteln ÖV, MIV und Velo jeweils mit unterschiedlichen Kriterien dargestellt. Dies aufgrund der unterschiedlichen Charakteristiken dieser Verkehrsmittel und der unterschiedlichen Wahrnehmung der ÖV-, MIV- und Velonutzenden.

Der Aspekt der Kapazität / Dichte ist beim MIV direkt im Kapazitätsindex enthalten. Beim ÖV wird dazu die Verkehrsmittelkategorie einbezogen. Effektive ÖV-Angebotskapazitäten auf Basis von Kapazitätsdaten können kurz- bis mittelfristig nicht einbezogen werden. Dafür stehen nicht alle benötigten Datengrundlagen zur Verfügung. Zudem bestehen diverse Unsicherheiten in der technischen Umsetzung (Zuständigkeiten, Schnittstelle der Integration in HAFAS, regelmässige Aktualisierung usw.)⁴. Für den Veloverkehr sind Dichte- bzw. Kapazitätsmasse wie im ÖV oder MIV wenig geeignet: Einerseits weist der Veloverkehr kaum Kapazitätsrestriktionen auf, andererseits ist er empfindlicher bezüglich Umwegen als MIV und ÖV. Das kann mit einem auf die Konnektivität ausgerichteten Mass wie der Zentralität besser abgebildet werden. Beim Zentralitätsmass werden auch weitere für den Veloverkehr relevante Aspekte wie die Topografie einbezogen (siehe Kapitel 4.2.3).

Der Aspekt der Zugänglichkeit ist bei allen drei Verkehrsmitteln enthalten. Beim MIV und beim Velo ist dieser über die Teilkapazitätsindices und beim Velo über das Zentralitätsmass integriert. Beim ÖV wird die Fussdistanz zur Haltestelle einbezogen. Insgesamt ist somit die sachlogische Vergleichbarkeit zwischen den drei Verkehrsmitteln gegeben.

Für den Fussverkehr muss aktuell aufgrund der fehlenden Grundlagenarbeiten und der ungenügenden Datenlage auf quantitative Erschliessungsqualitäten verzichtet werden (Kapitel 3.3). Gleichzeitig wurde im TP4 aufgezeigt, dass sich der für den Veloverkehr angewandte Ansatz mit der Attributierung des Netzes über Kostendistanzen grundsätzlich auch für den Fussverkehr eignet. Nach heutigem Stand spricht deshalb nichts dagegen, dass zu einem späteren Zeitpunkt eine quantitative Bewertung der Erschliessungsqualität für den Fussverkehr fachlich möglich ist. Als Kenngrösse würde das Zentralitätsmass im Vordergrund stehen, die Erreichbarkeit scheint dagegen weniger geeignet. Aus einer gesamtverkehrlichen Optik wäre es sehr wünschenswert, wenn die erforderlichen Vertiefungsarbeiten und die Bereitstellung der nötigen Daten vorangetrieben würden.

4.2.1 Haltestellenkategorie und Zugang ÖV

a) Definition

Die Dimension «Verkehrsangebot» wird im ÖV durch die **Haltestellenkategorie**, ergänzt mit der **Zugangsdistanz** zur Haltestelle, beschrieben. Die Haltestellenkategorie setzt sich ihrerseits durch die Kriterien Kapazität und Angebotsdichte zusammen.

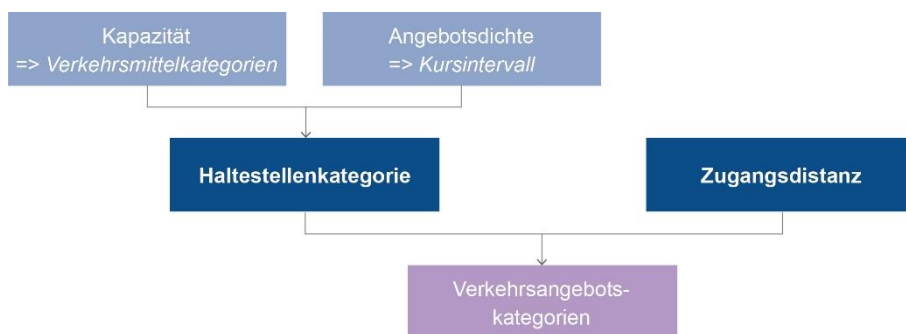


Abb. 8 Übersicht der Dimension „Verkehrsangebot“ im ÖV

⁴ Eine kapazitätsbasierte Methodik wird im Sinne der Aufwärtskompatibilität, im Hinblick auf zukünftige Entwicklungen bei der Datenverfügbarkeit, im Schlussbericht des TP2 grob skizziert und als Option aufgezeigt.

b) Komponenten

Die **Kapazität** als einer der Bestandteile der Haltestellenkategorie wird gemäss TP2 anhand von **Verkehrsmittelkategorien** ausgedrückt. Die Übersicht der sechs vorgeschlagenen Verkehrsmittelkategorien ist aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich:

Tab. 4 Verkehrsmittelkategorien (VM)

	Mit Tram / Metro / Bus	Ohne Tram / Metro / Bus
Fernverkehr Bahn	VM1	VM2
Regionalverkehr Bahn	VM2	VM3
Tram / Metro		VM3
Bus / Schiff		VM4
Seilbahn		VM5

Die **Angebotsdichte** stellt das zweite Element dar, welches für die Ermittlung der Haltestellenkategorie relevant ist. Dafür wird die Grösse des **Kursintervalls** berücksichtigt.

Mit der Kreuzung der Kriterien «Kapazität» und «Angebotsdichte» lässt sich die Haltestellenkategorie ermitteln. Vorgeschlagen werden sechs verschiedene Haltestellenkategorien:

Haltestellenkategorie	Verkehrsmittelkategorie				
	VM1	VM2	VM3	VM4	VM5
Kursintervall					
< 10min	I	I	II	III	V
10-19min	I	II	III	IV	V
20-39min	II	III	IV	V	V
40-60min	(III)	(IV)	V	V	VI
> 60min	(IV)	(V)	(VI)	VI	VI

Abb. 9 Ermittlung Haltestellenkategorie auf Basis der Verkehrsmittelkategorie und des Kursintervalls

Die gewählten Haltestellenkategorien I bis VI entsprechen damit in etwa dem folgenden Angebotsniveau (beispielhafte Illustration, unvollständig):

- Kat. I: Bahnhof im städtischen Raum mit mehreren Fernverkehrs- und Tramlinien;
- Kat. II: Bahnhof in Agglomeration mit S-Bahn und Bus jeweils in einem 15'-Takt / Tramhaltestelle im städtischen Raum mit einer Linie im 7.5'-Takt;
- Kat. III: Bahnhof in ländlicher Region mit Regionalverkehr im 30'-Takt und lokaler Erschliessung durch Buslinien
- Kat. IV: Bahnhof in ländlicher Region mit Regionalverkehr im 30'-Takt (ohne Bus) oder Bushaltestelle in Agglomeration mit Linie im 15'-Takt;
- Kat. V: Buslinie im 15'-Takt;
- Kat. VI: Buslinie im Zweistudentakt / Pendelseilbahn im Studententakt.

Die **Zugangsdistanz** zur Haltestelle soll nicht wie aktuell in der ARE-Methodik rein luftlinienbasiert berücksichtigt werden, da dies insbesondere in topografisch schwierigen oder hindernisreichen Gebieten zu unrealistischen Einzugsgebieten führt. Für den Widerstandsfaktor Topografie wird im TP2 ein (linearer) Faktor 4 vorgeschlagen (d.h. ein Höhenunterschied von 25 m entspricht 100 m Horizontaldistanz), welcher sich in den Anwendungen der Kantone Bern und Solothurn bewährt hat. Was den Einbezug von Hindernissen bzw. des bestehenden Wegenetzes betrifft, soll ein widerstandsbasierter Ansatz berücksichtigt werden (aktuell in den Kantonen Bern und Solothurn genutzt).

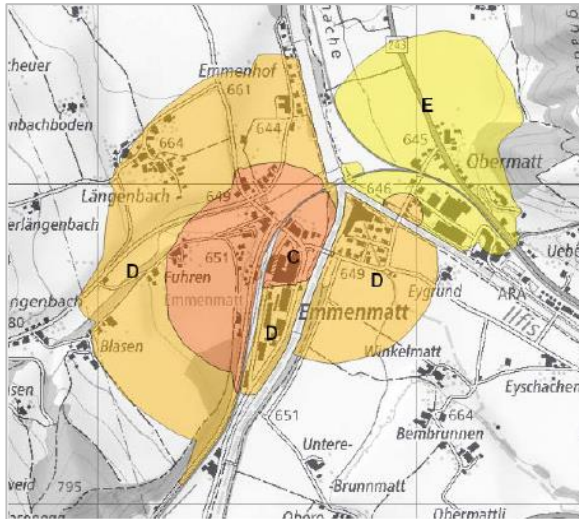


Abb. 10 Beispiel Haltestellendistanzen mit Widerstandsfunktion und Berücksichtigung von Hindernissen (Kanton Bern)

Aus der Überlagerung der Haltestellenkategorie und der Zugangsdistanz zur Haltestelle ergibt sich die Erschliessungsgüte im ÖV zur Dimension Verkehrsangebot. Weil diese bereits eine langjährige Planungspraxis hat, soll vorerst auch für diesen Teilindex die Buchstaben A-E gewählt werden. Diese können aber 1:1 den römischen Kategorien I-VI zugewiesen werden (Nomenklatur von MIV und Velo).

Haltestellenkategorie	< 300m	300-500m	501-750m	751-1000m	>1000m
I	A	A	B	C	(nicht erschlossen)
II	A	B	C	D	(nicht erschlossen)
III	B	C	D	E	(nicht erschlossen)
IV	C	D	E	(nicht erschlossen)	(nicht erschlossen)
V	D	E	(nicht erschlossen)	(nicht erschlossen)	(nicht erschlossen)
VI	E	E	(nicht erschlossen)	(nicht erschlossen)	(nicht erschlossen)

Abb. 11 Überlagerung Haltestellenkategorie und Zugangsdistanz zu ÖV-Güteklassen

c) Räumliche Auflösung und Datenquellen

- HAFAS-Fahrplansystem: Das Attribut Verkehrsmittelklasse aus den HAFAS-Daten wird als Basis für die Einteilung in die Verkehrsmittelkategorien einbezogen. Zudem liefern die HAFAS-Daten die Angaben zum Kursintervall.
- Höhenmodell von swisstopo: Wird beim Kriterium Zugangsdistanz einbezogen.

4.2.2 Kapazitätsindex MIV

a) Definition

Der **Kapazitätsindex** stellt die verkehrstechnische Quantifizierung der Erschliessung eines Standorts oder eines Gebiets mit dem MIV dar. Beim Kapazitätsindex handelt es sich um eine kapazitätsgewichtete Strassennetzdichte im Umfeld des Standortareals. Der Index quantifiziert das theoretisch verfügbare Angebot (d.h. ungeachtet der tatsächlich verfügbaren Kapazität unter Berücksichtigung der vorherrschenden Verkehrsmenge).

Der im TP3 für den MIV definierte Kapazitätsindex lässt sich in seiner allgemeinen Form wie folgt beschreiben:

$$KI = \sum \text{Streckenkapazität} * \text{Streckenlänge}$$

b) Komponenten

Da sich der Kapazitätsindex auf die Erschliessung eines Standorts oder eines Gebiets bezieht, beinhaltet der Betrachtungsperimeter nur das Strassennetz in unmittelbarer Nähe des betrachteten Gebiets. Um dem Standort näher gelegene Strecken stärker zu gewichten, werden drei diskrete Teilgebiete gebildet. Die Festlegung der Teilgebiete erfolgt über 3-, 6- und 9-Minuten-Isochronen (Linien gleicher Zeit, siehe auch *Abb. 12*) basierend auf der Reisezeit im unbelasteten Netz t_0 gemäss NPVM.

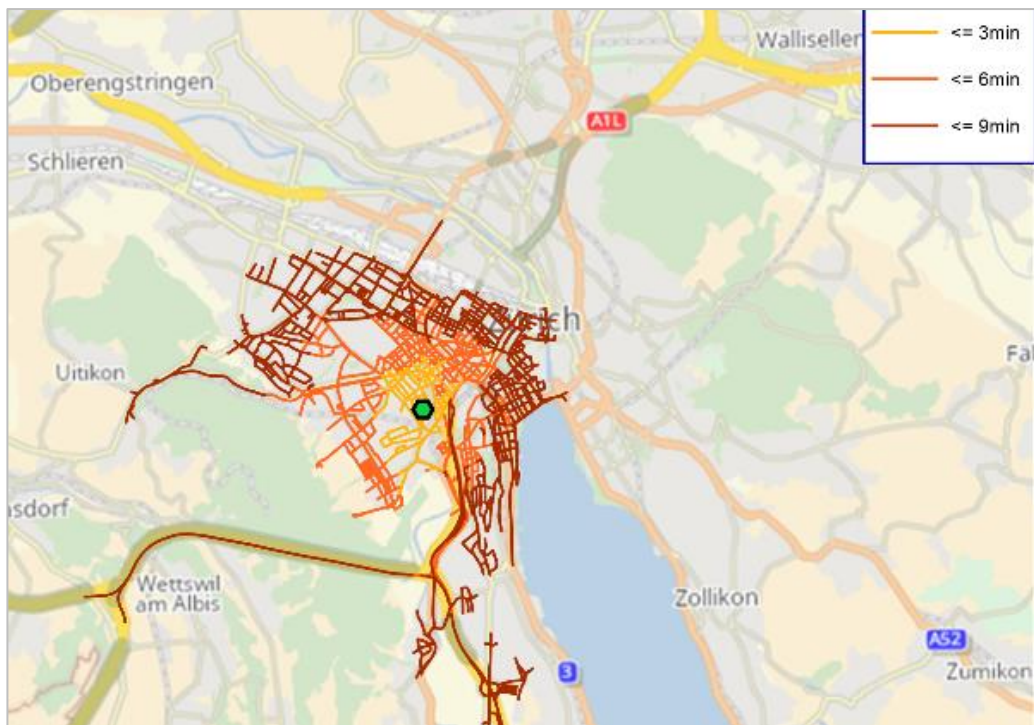


Abb. 12 Beispiel von 3-, 6- und 9-Minuten-Isochronenbereiche am Beispiel des Standortes Binz

Die längengewichtete Streckenkapazität wird je nach Isochronen-Bereich unterschiedlich gewichtet. Die Gewichtung gewährleistet, dass die Kapazität in unmittelbarer Nähe eines betrachteten Standortes einen deutlich grösseren Einfluss auf den Kapazitätsindex als weiter entfernt liegende Strecken hat. Die sich daraus ergebenden drei Teilkapazitäts-Indices werden zum Kapazitätsindex aufsummiert. Relevant sind Quell- und Zielisochrone. Die Gewichtung der Isochronenbereiche und der berücksichtigten Strassentypen sind in *Tab. 5* aufgeführt:

Tab. 5 Übersicht Gewichtung Isochronenbereiche und berücksichtigten Strassentypen

Isochronen-Bereich	Netzdichte	Gewichtung
3-Minuten	FRC 0 bis 5	5
6-Minuten	FRC 0 bis 4	1.67
9-Minuten	FRC 0 bis 3	1

c) Räumliche Auflösung und Datenquellen

Als Datengrundlage für den Kapazitätsindex MIV dient das NPVM, welches im Stand 2017 eine genügend feine Zonierung und Netzdichte aufweist.

4.2.3 Zentralitätsmass Veloverkehr

a) Definition

Als quantitative Messgrösse für die Erschliessungsqualität des Veloverkehrs eignet sich neben der Erreichbarkeit ein **Zentralitätsmass**. Dichtemasse wie im MIV (Netzdichte) oder im ÖV (Angebotsdichte) wären für den Veloverkehr wenig geeignet: Einerseits weist der Veloverkehr kaum Kapazitätsrestriktionen auf, andererseits ist er stärker umwegempfindlich als MIV und ÖV. Das kann mit einem auf die Konnektivität ausgerichteten Mass wie der Zentralität besser abgebildet werden.

Das gewählte Mass, das Zentralitätsmass bzw. die «betweenness centrality», betrachtet das Netz als eine Gesamtheit von Knoten und Kanten, wobei der Widerstand einer Kante der oben ermittelten Kostendistanz entspricht (siehe auch *Abb. 13*). In einem nächsten Schritt wird eine Kürzest-Wege-Analyse über das ganze Netz gerechnet und alle kürzesten Wege eines Knotens zu allen anderen berechnet. Anschliessend wird ermittelt, wie viele kürzeste Wege durch den Knoten von Interesse gehen. Das Zentralitätsmass ist die Summe der kürzesten Wege durch den Knoten. Im Falle eines Areal xy schlägt TP4 vor, in einem Perimeter bestehend aus dem Areal selbst sowie einem Buffer von 50 m rund um das Areal die Zentralitätswerte dieser Knoten zu berücksichtigen und unter diesen den jeweils höchsten zu notieren.

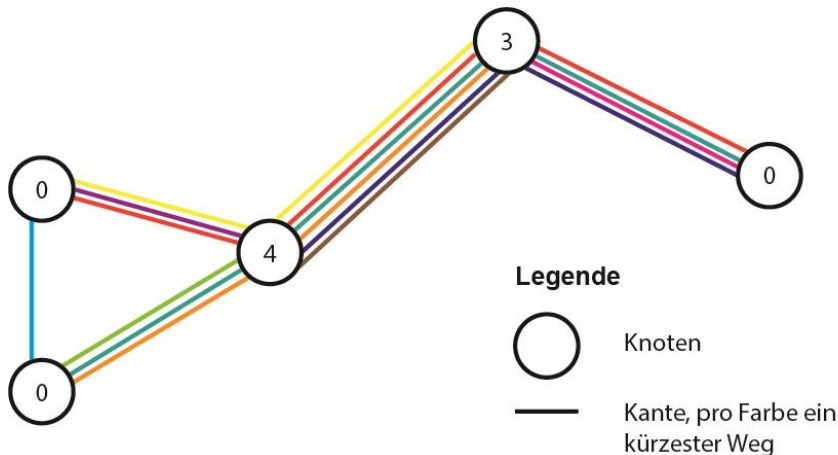


Abb. 13 Zentralitätsprinzip: Die Zahlen weisen auf die Anzahl den Knoten durchlaufende kürzeste Wege hin. Je höher die Zahl, desto höher die Zentralität.

b) Komponenten

Das Zentralitätsmass betrachtet das Netz als eine Gesamtheit von Knoten und Kanten, wobei der Widerstand einer Kante der **Kostendistanz** entspricht. «Kürzester» Weg im Zentralitätsmass bedeutet somit derjenige Weg, der insgesamt die geringsten Kostendistanzen beinhaltet.

Die Kostendistanzen setzen sich aus verschiedenen Elementen zusammen. Um der heute nicht optimalen Datenlage im Bereich Veloverkehr gerecht zu werden, sieht die vorgeschlagene Methode drei unterschiedlich aufwändige Varianten vor. Die jeweils in den Varianten berücksichtigten Elementen sind nachfolgend im Überblick dargestellt und kurz erläutert.

Tab. 6 Varianten der Bearbeitungstiefe für die Kostendistanzen im Veloverkehr

	Minimal	Normal	Maximal
Gradientenkosten	✓	✓	✓
Infrastrukturkosten	✓	✓	✓
Umgebungsnutzen	✓	✓	✓
Abbiegekosten an Knoten		✓	✓
Unfallrisikokosten (Parkplätze etc.)			✓

- Gradientenkosten: Damit wird der Einfluss der Topografie, d.h. von Steigungen und Gefälle auf die Verbindungsqualität für den Veloverkehr abgebildet.
- Infrastrukturkosten: Diese bilden den Einfluss der Infrastruktur für den Veloverkehr, d.h. Radwege, Radstreifen, Temporegime MIV auf Mischverkehrsabschnitten auf die Kostendistanzen ab.
- Umgebungsnutzen: Dabei werden Flächen beidseits der Strasse im Umkreis von 10 m um die Strassenmitte berücksichtigt. Je grösser der prozentuale Anteil von Grünräumen oder Wasserflächen innerhalb des betrachteten Raumes, desto grösser wird der Nutzen für die Velofahrenden angenommen.
- Abbiegekosten an Knoten: Diese stellen die Infrastrukturkosten an den Knoten dar.
- Unfallrisikokosten: Diese beschreiben konkrete Situationen, bei denen sich Velofahrende unsicher fühlen. Mögliche Unfallobjekte hierzu können seitlich parkierte Autos, Tramschienen und Tramhaltestellen, Schwerverkehr mit Überholmanövern oder hohe Verkehrsaufkommen in schmalen Strassen sein.

Im Vergleich zu direkten verkehrsbezogenen Massnahmen spielt die Qualität des angrenzenden Raumes eine etwas weniger grosse Rolle (Häberli et al., 2002). Daher wird der Umgebungsnutzen in der Berechnungsmethodik auch etwas weniger stark gewichtet.

Die Fallbeispiele zeigen, dass der Ansatz grundsätzlich in allen drei Varianten funktioniert und plausible Resultate ergibt. Die Werteverteilungen der Kostenfaktoren ändern sich in der Höhe nur wenig, weil die stark streuenden Kostenelemente (Infrastrukturtyp, Topographie) bei allen Szenarien berücksichtigt werden. Der Normalfall und insbesondere der Maximalfall erlauben es aber, mehr und vielfältigere Aspekte zu berücksichtigen und damit die Kostenfaktoren differenzierter abzubilden. Um methodische Verzerrungen zu vermeiden, sollten trotz der ähnlichen Wertebereiche bei der Ermittlung der Kostendistanzen auf dem gesamten Netz dieselben Kostenelemente zugrunde gelegt werden.

c) Räumliche Auflösung und Datenquellen

Folgende Datenquellen werden für das Zentralitätsmass einbezogen:

- Open Street Map (OSM): Dieser Datensatz bildet gegenüber weiteren im TP4 in Betracht gezogenen Grundlagen (z.B. Verkehrsmodelle) das Veloverkehrsnetz sehr gut ab. Trotz Nachteilen von OSM (Lücken in der Netzdefinition, unstrukturierte Nachführung) überwiegen die Vorteile eines grundsätzlich realitätsnahen Netzes deutlich.
- Höhenmodell swisstopo: Dieses wird bei der Ermittlung der Gradientenkosten einbezogen.
- NPVM: Wird für die Verkehrsbelastung MIV beim Teilkriterium «Infrastrukturkosten» verwendet

4.3 Dimension Erreichbarkeiten

Für MIV und ÖV kommt beim Erreichbarkeitsindex grundsätzlich die gleiche Methodik zur Anwendung. Mit der NPVM-basierten Herleitung auf der Ebene der Verkehrszonen ist eine sehr hohe sachlogische Übereinstimmung bei der Dimension «Erreichbarkeiten» zwischen MIV und ÖV möglich. Beim Erreichbarkeitsindex MIV/ÖV wird das räumliche Potenzial eines Zielortes durch Einwohner und Arbeitsplätze beschrieben. Bei der Skalierung hat sich gezeigt, dass die Kategoriengrenzen bei MIV und ÖV unterschiedlich zu definieren sind, um bei beiden Verkehrsmitteln zweckmässige Erreichbarkeitskategorien definieren zu können.

Basis für die Dimension «Erreichbarkeiten» beim Velo sind die kürzesten Wege im Sinne der Kostendistanzen (siehe dazu auch Kapitel 4.2.3). Für das räumliche Potenzial eines Zielortes werden auch beim Veloverkehr die Einwohner und Arbeitsplätze auf Hektar-Ebene einbezogen.

4.3.1 Erreichbarkeitsindex MIV und ÖV

a) Definition

Der **Erreichbarkeitsindex** stellt die verkehrstechnische Quantifizierung der erreichbaren Möglichkeiten eines Standorts oder eines Gebiets dar. Durch diese Quantifizierung können zwei Standorte bezüglich ihrer Einbettung ins Verkehrssystem unter Berücksichtigung der vorhandenen Potenziale bewertet werden.

Der Erreichbarkeitsindex vom Standort i (E_i) lässt sich für den MIV und den ÖV in seiner allgemeinen Form wie folgt beschreiben:

$$E_i = \sum P_j \cdot R_{ij}$$

Es handelt sich um die Summe der Potenziale (P_j), gewichtet nach Raumwiderständen (R_{ij}) zur Erreichung der Ziele von diesem Standort.

b) Komponenten

Das **Potenzial** am Zielort P_j berücksichtigt die erreichbaren Attraktivitätsmerkmale am Zielort und kann auf zahlreiche Arten beschrieben werden. Im TP3 wurden sowohl Ansätze mit den Strukturdaten (Bevölkerung/Arbeitsplätze) als auch der gesamten Verkehrserzeugung untersucht. Letztlich wird die Potenzialberechnung mittels Bevölkerung und (0.5x) Arbeitsplätze vorgeschlagen. Die Daten dazu sind in homogener Form vorhanden (und im NPVM auch im grenznahen Ausland vorhanden oder mit vertretbarem Aufwand integrierbar) und der Ansatz ist bisher am meisten verbreitet. Die Verkehrserzeugung hätte den Vorteil, dass damit auch andere Potenziale (z.B. Einkaufs- und Freizeitstätten) berücksichtigt würden. Deren Herleitung ist aber von Modell zu Modell unterschiedlich und in den ausländischen Verkehrszonen müsste eine eigene Berechnung erfolgen.

Der **Raumwiderstand** gibt an, zu welchem Mass ein erreichbares Potenzial j gewichtet wird und damit wie stark j in die Erreichbarkeit eines Standorts i einfließt. Das Gewicht eines Potenzial j nimmt mit zunehmender Reisezeit (t) ab. Um den Raumwiderstand zu bestimmen, werden zwei Angaben benötigt: Die Reisezeit t und eine sogenannte Distance-Decay-Funktion. Die Reisezeiten t setzen sich für MIV und ÖV unterschiedlich zusammen:

Reisezeit t für den MIV:

- Anbindungszeit an Quell- und Zielzone,
- Fahrzeit im belasteten Netz im Tagesverkehr (DWV)

Reisezeit t für den ÖV:

- Zugangs- und Abgangszeit
- Startwartezeit
- Fahrzeit im Fahrzeug inkl. Zwischenhaltezeiten
- Umsteigewartezeit
- Umsteigehäufigkeit
- Gehzeit zwischen den Haltepunkten beim Umsteigen (x1.34).

Die Distance-Decay-Funktion gibt an, wie relevant das Potenzial am Zielort für den Standort i ist und wie stark es somit gewichtet werden soll. Mit zunehmender Reisezeit von einem Startpunkt zu einem Zielort vermindert sich die Anzahl der Wege auf der entsprechenden Relation. D.h. das Gewicht eines Standorts ist umso geringer, je weiter entfernt es vom betrachteten Start-Standort liegt. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass aufgrund unterschiedliche Wegedistanzverteilungen für MIV und ÖV auch unterschiedliche β -Werte für Distance-Decay-Funktionen zweckmässig sind. Folgende β -Werte werden auf Basis der Wegeverteilung gemäss Mikrozensus vom TP3 vorgeschlagen:

MIV: $\beta = -0.05$

ÖV: $\beta = -0.032$, falls $t_{ij} < 58$ Minuten; $\beta = -0.023$, falls $t_{ij} \geq 58$ Minuten

Gemäss des Schweizer Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015 (MZMV) dauern 95% der Fahrten des MIVs kürzer als 60 Minuten. Deswegen wurde, analog zum Grundlagenbericht, der Parameter β -MIV so bestimmt, dass die Distance-Decay-Funktion bei 60 Minuten den Wert 0.05 annimmt. So nimmt die Exponentialfunktion für den MIV mit dem gewählten β eine zufriedenstellende Form an, d.h. die empirische Verteilung wird gut getroffen. Für den ÖV weicht die exponentielle Kurve aus dem Grundbericht jedoch signifikant von der empirischen Verteilung ab, sodass im Rahmen dieser Forschungsarbeit eine neue Formulierung der Distance-Decay-Funktion vorgeschlagen wird. Es wurden verschiedene Funktionsformen und -parameter durch das TP3 getestet und festgestellt, dass je nach Reisezeit (ca. $>> 60$ Minuten) eine Gauss- bzw. eine Exponentialverteilung die empirische Reisezeitverteilung am besten annähert.

Die folgende Abbildung zeigt die schweizweit modellierten Erreichbarkeiten im MIV und ÖV, basierend auf dem beschriebenen methodischen Ansatz:

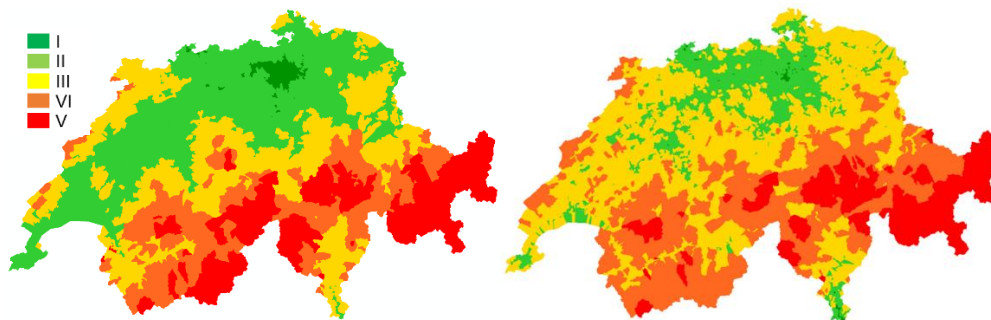


Abb. 14 Visualisierung Erreichbarkeitsindex MIV (links) und ÖV (rechts) (I = beste Kategorie; V = schlechteste Kategorie)

c) Räumliche Auflösung und Datenquellen

Der Erreichbarkeitsindex ist ein relationsbasierter Ansatz, d.h. von einem bestimmten Startpunkt werden die Beziehungen zu *allen* erreichbaren Zielpunkten (Potenzialen) analysiert. Für die Berechnung des Erreichbarkeitsindex werden sowohl das Potenzial P_j als auch der Raumwiderstand R_{ij} mittels Daten aus dem NPVM bestimmt. Die Daten für die Berechnung der Erreichbarkeit liegen somit auf der Ebene der Verkehrszone vor. Eine Disaggregation auf Hektarraster wäre zwar möglich, würde aber keinen Mehrwert bringen. Zur

Bestimmung der (unterschiedlichen) Distance-Decay-Funktionen von MIV und ÖV wurde auf die Wegedistanz-Verteilung gemäss Mikrozensus abgestützt.

4.3.2 Erreichbarkeit Veloverkehr

Im Gegensatz zu ÖV und MIV basiert die Methode im Veloverkehr nicht auf einem Netz mit berechneten Reisezeiten. Bei der Erreichbarkeit im Veloverkehr wird analog zum Zentralitätsmass (siehe oben) auf die kürzesten Wege im Sinne der Kostendistanzen abgestützt. Die Erreichbarkeit verbindet ähnlich wie die Zentralität die Raumstruktur mit dem Verkehrsangebot. Basis sind wiederum die kürzesten Wege im Sinne der Kostendistanzen. Ergänzend wird diese Information mit dem räumlichen Potenzial verbunden. Als Potenzial gelten (analog zu ÖV und MIV) die Einwohner*innen plus 50% der Beschäftigten einer Hektarzelle. Das heisst konkret: Der Raum innerhalb des Betrachtungsperimeters für die quantitative Bewertung wird in quadratische Zonen von einer Hektare eingeteilt (Raster des BFS zu den Strukturdaten wird übernommen). Pro Zone ist das Potenzial bekannt. Vom zu bewertenden Areal aus wird zu jeder Zone der kürzeste Weg identifiziert (im Sinne der Kostendistanzen am kürzesten). Diese Informationen werden nun mit einem Gravitationsmodell für das Areal zusammengefasst, indem alle Potenziale je Zone aufsummiert werden, jedoch wird dabei jedes Potenzial proportional zum Aufwand (Kostendistanz) abgewertet. Das Gravitationsmodell ist mit einem Gewichtungsp parameter von $\beta = 0.2$ definiert, die Anbindung vom Netz zu den Zonen und zum Areal ist über den nächstgelegenen Nachbar (Mittelpunkt Zone) gemacht, das zoneneigene Potenzial wird voll mitberechnet (keine Korrektur

4.4 Skalierung und Herleitung Güteklassen

4.4.1 Grundsätze

Für die Skalenbildungen gibt es grundsätzlich drei Möglichkeiten:

- **Kategoriale Skalen:** Hier werden sachlogische Abgrenzungen zwischen den Klassen definiert. Dies ist in den aktuellen ÖV-Güteklassen der Fall und wird im entsprechenden TP2 weiterhin so vorgeschlagen. Typisches Beispiel sind Klassen von Taktdichten, welche das Min-Max-Spektrum von Angeboten im ÖV der Schweiz abdecken. Die Herleitung muss inhaltlich nachvollziehbar sein. Somit eignen sich diejenigen Kriterien für kategoriale Skalen, welche eigentliche Messgrössen darstellen.
- **Lineare Skalen:** Bei abstrakten Kriterien wie beispielsweise den Erreichbarkeitsindices muss die Skalierung über Verteilungsfunktionen (statistisch) hergeleitet werden. Das Endresultat ist physikalisch nicht mehr fassbar (weil über verschiedene analytische Schritte hergeleitet und gewichtet). Um beurteilen zu können, ob z.B. ein bestimmter Kapazitätsindex für eine gute oder unbefriedigende Qualität steht, muss daher eine datengestützte Skalierung herangezogen werden. Dazu wird die Häufigkeitsverteilung der berechneten Indexwerte berechnet und auf Basis dieser Information festgelegt, wo die Grenzen der Kategorien sind. Die Verteilungsfunktionen über die Schweiz können aber je nach Kriterium sehr unterschiedlich sein. In den TP3 (für MIV) und TP4 (für Velo) wurden entsprechende Verteilungen untersucht. Bei der linearen Skalierung stehen gleiche Abstände auf der y-Achse für die gleichen Einheiten (Indexwert). Diese Skalierung ist sinnvoll, wenn die Häufigkeitsverteilung ziemlich gleichmässig ist. Dies ist vorliegend insbesondere beim Kapazitätsindex im MIV der Fall.
- **Logarithmische Skalen:** Auch logarithmische Skalen kommen primär bei abstrakten, physikalisch nicht mehr interpretierbaren Indices zur Anwendung. Im Unterschied zu den linearen Skalen ist die Häufigkeitsverteilung über die Schweiz aber nicht gleichmässig. Bei der logarithmischen Skalierung stehen gleiche Abstände auf der y-Achse für prozentual gleichbleibende Veränderungen des Indexwerts. Diese Skalierung ist sinnvoll, wenn ab gewissen Wertebereichen kaum mehr Differenzierungen vorliegen (schiefe Verteilung). Typisches Beispiel hierzu sind die Erreichbarkeiten zwischen städtischen und ländlichen Gebieten. Je mehr Datenpunkte (bzw. Standorte) berechnet werden können, desto klarer kann entschieden werden, ob eine Gleichverteilung (lineare Skalen) oder schiefe Verteilung (logarithmische Skalen) sinnvoll ist. Dies konnte im vorliegenden Forschungspaket im Veloverkehr (TP4) nicht schweizweit gemacht werden, weil hier nicht mit dem nationalen NPVM (TP3), sondern mit feiner skalierten Modellen Analysen gemacht werden müssen.

Die Skalierung der Kriterien und anschliessende Kategorisierung in Güteklassen soll grundsätzlich für die gesamte Schweiz und alle **Raumtypen übergreifend** erfolgen (analog heutiger ÖV-Güteklassen). Nur eine einheitliche Skala erlaubt Vergleiche über alle Räume. Vergleicht man Standorte ähnlicher Raumtypen, so befindet man sich automatisch in ähnlichen Klassenbereichen.

Die Skalierung und Kategorisierung müssen zunächst **separat** in den **zwei Dimensionen** der quantitativen Kriterien – Verkehrsangebot und Erreichbarkeit – erfolgen. Erst danach erfolgt eine Überlagerung der zwei Dimensionen zu einer finalen Güteklasse. Zum besseren Nachvollzug der einzelnen Schritte schlägt die Forschungsstelle vor, die zwei Dimensionen jeweils in fünf Kategorien mit römischen Ziffern zu beschreiben (I bis V) und erst die finale Güteklasse mit Buchstaben A-E. Die folgende Darstellung zeigt diesen Sachverhalt:

Erreichbarkeit

	I	II	III	IV	V	
Verkehrsangebot	I	A	A	B	C	D
	II	A	B	B	C	D
	III	B	B	C	D	E
	IV	C	C	D	D	E
	V	D	D	E	E	E

Abb. 15 Überlagertes Kategoriensystem der zwei Dimensionen quantitativer Erschliessungskriterien - Angebot und Erreichbarkeit - zu finalen Güteklassen A-E

Zudem stellt sich die Frage, ob die zwei Dimensionen Verkehrsangebot und Erreichbarkeiten gewichtet oder ungewichtet zu einer Güteklasse aggregiert werden. Aus Sicht der Forschungsstelle drängt sich an dieser Stelle eine ungewichtete kategoriale Zuordnung im Sinne der obigen Abbildung auf. Die Herleitung der zwei (Teil-)Dimensionen beinhaltet bereits diverse Gewichtungssysteme. Zudem kann dasselbe Kriterium zwischen verschiedenen Verkehrsmitteln unterschiedliche Logiken der Skalengrenzen beinhalten. Dass für Veloverkehr und ÖV/MIV unterschiedliche Skalen resultieren ist intuitiv nachvollziehbar. Aber selbst beim Erreichbarkeitsindex ÖV vs. MIV, die mit denselben Datengrundlagen hergeleitet werden, muss die Skalenbildung separat erfolgen wie in TP3 und nachfolgend illustriert wird⁵. Insofern ist es entscheidend, dass die Skalenbildung innerhalb der zwei Dimensionen (d.h. I bis V) im Quervergleich der Verkehrsmittel sachlogisch erfolgt.

Danach kann die Überlagerung zur finalen Güteklasse A-E bei MIV, ÖV und Velo gemäss obiger Zuordnungslogik gleich erfolgen. Dabei wird grundsätzlich eine symmetrische Zuordnung vorgenommen. Einzige Ausnahme sind die zwei Zellenkombinationen II-V bzw. V-II. In der Symmetrielogik würde hier die Kategorie C resultieren. Dies erachtet die Forschungsstelle aber als zu positiv. Deshalb wurde die Annahme getroffen, dass sobald in einer der zwei Dimensionen die schlechteste Stufe resultiert, d.h. Kategorie V, kann die finale Güteklasse nicht besser als D, d.h. die zweitschlechteste resultieren.

⁵ Dies ist vor allem in unterschiedlichen Distance-Decay-Funktionen (sogenannte β -Faktoren) aufgrund unterschiedlicher Distanzverteilung von ÖV- und MIV-Fahrten begründet.

4.4.2 Skalenbildung in den drei Verkehrsmitteln

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick, wie die Skalenbildung im Vergleich der drei Verkehrsmittel ÖV, MIV und Velo grundsätzlich erfolgt. Details zur Herleitung (Varianten und Illustration der unterschiedlichen Ergebnisse) können den Schlussberichten von TP2-4 entnommen werden.

Tab. 7 Überblick Skalenbildung in den Kriterien von ÖV, MIV und Velo

	ÖV	MIV	Velo
Angebot / Kapazität	Kategorial (Verkehrsmittelkategorie, Taktintervall, HAST-Zugangsdistanz)	Linear (Kapazitätsindex)	Logarithmisch (Zentralitätsmass)
Erreichbarkeiten	Logarithmisch (\sum Raumwiderstände)	Logarithmisch (\sum Raumwiderstände)	Logarithmisch (\sum gew. Kostendistanzen)

Für die Festlegung der konkreten Kategoriengrenzen werden sinnvollerweise sowohl bei linearen wie logarithmischen Skalen neben der Verteilung der Werte auch die Charakteristika der Fallbeispiele herangezogen. So wird beispielsweise festgelegt, dass Binz mit der höchsten Erreichbarkeit auch in die höchste Kategorie I eingeteilt werden soll und der zweithöchste Wert in die Kategorie II fallen soll. Unter Berücksichtigung des Anspruchs sogenannter **äquidistanter Kategoriengrenzen**⁶ ergibt sich eine Kategorisierung wie unten dargestellt.

Die folgenden zwei Tabellen fassen die berechneten Klassengrenzen in den drei Verkehrsmitteln zusammen, getrennt nach den zwei Dimensionen Verkehrsangebot und Erreichbarkeit. Diese Klassengrenzen haben provisorischen Charakter. Nur den Erreichbarkeiten im MIV und ÖV liegen schweizweite Analysen und Häufigkeitsverteilungen zugrunde. Die übrigen Skalen wurden lediglich aufgrund der vier Fallbeispiele kalibriert. Im Rahmen des Normierungsprozesses sind weitergehende schweizweite Analysen notwendig, um die Klassengrenzen zu konsolidieren (siehe Kapitel 7.2).

⁶ Weitere statistische Möglichkeiten zur Festlegung der Klassengrenzen (wie z.B. über Quintile oder Natural Breaks bzw. den Jenks-Caspall-Algorithmus) werden im Schlussbericht TP3 dargestellt.

Tab. 8 Skalengrenzen Dimension Verkehrsangebot in den Kriterien von ÖV, MIV und Velo

	ÖV (ÖV-Gütekategorie)	MIV (Kapazitätsindex)	Velo (Zentralitätsmass)
Stufe I	3-stufiges Kategoriensystem aus ⁷ :	> 1'400'000	> 11
Stufe II	- Verkehrsmittelkategorie - Taktintervall	1'000'000... 1'400'000	9 – 11
Stufe III	- Haltestellen-Zugangsdistanz	600'000 ... 1'000'000	6 – 9
Stufe IV		200'000 ... 600'000	3 – 6
Stufe V		< 200'000	< 3

Tab. 9 Skalengrenzen Dimension Erreichbarkeit in den Kriterien von ÖV, MIV und Velo

	ÖV	MIV	Velo
Stufe I	> 1'390'000	> 625'000	> 10
Stufe II	390'001 – 1'390'000	230'001 – 625'000	8 – 10
Stufe III	190'001 – 390'000	85'001 – 230'000	6 – 8
Stufe IV	85'001 – 190'000	30'001 – 85'000	3 – 6
Stufe V	≤ 85'000	≤ 30'000	< 3

Anmerkungen:




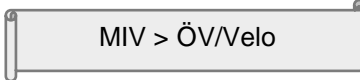
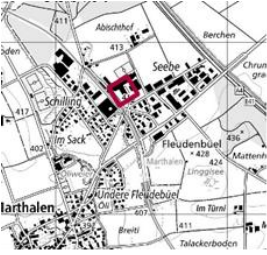



- Generell gilt es zu betonen, dass die Skalengrenzen noch nicht definitiv sind und weitere Analysen benötigen (siehe Kapitel 7). Dies betrifft insbesondere den MIV-Kapazitätsindex, das Velo-Zentralitätsmass sowie die Velo-Erreichbarkeit, welche allesamt auf wenigen Fallbeispielen basieren. Die Erreichbarkeiten ÖV und MIV konnten bereits schweizweit modelliert werden und somit sind auch die hier vorgeschlagenen Skalengrenzen deutlich stabiler.
- Dass die Erreichbarkeiten beim Veloverkehr etwas näher beieinander liegen als beim MIV/ÖV ist systembedingt und plausibel: Weil die mittleren Wegelängen beim Veloverkehr kürzer sind, fallen die Agglomerationseffekte eines Grosszentrums wie Zürich weniger ins Gewicht. Anders gesagt: Während für MIV und ÖV das massgebende Einzugsgebiet (z.B. der Binz) weit in den Metropolitanraum ausstrahlt, ist dieses beim Veloverkehr auf ein etwas näheres Umfeld beschränkt. Da dieses aber immer noch sehr dicht ist (Stadt Zürich), bleibt die Binz auch beim Velo auf dem ersten Platz, einfach mit etwas geringerem Abstand.

⁷ Siehe Kapitel 4.2.1 sowie Schlussbericht TP2

4.5 Ergebnisse Fallbeispiele

Die Endergebnisse zu den quantitativen Erschliessungskriterien der vier Fallbeispiele sind in folgender Übersicht dargestellt. Die detaillierte Herleitung und Beschreibung kann den Schlussberichten von TP1-TP4 entnommen werden. Bei vergleichenden Darstellungen ist darauf zu achten, dass die Güteklassen den einzelnen Verkehrsmitteln klar zugeordnet werden können (bspw. bei überlagerten Layers in kartografischen Darstellungen).

Tab. 10 Ergebnisse quantitative Erschliessungskriterien in den Fallbeispielen

	ÖV	MIV	Velo
Zürich Binz (ZH) 	Angebot: I Erreichbarkeit: I Güteklasse: A	Angebot: III Erreichbarkeit: I Güteklasse: B	Angebot: I Erreichbarkeit: I Güteklasse: A
			
ESP Rte Saint-Julien (GE) 	Angebot: II Erreichbarkeit: II Güteklasse: B	Angebot: I Erreichbarkeit: II Güteklasse: A	Angebot: II Erreichbarkeit: II Güteklasse: B
			
ESP Marthalen-Schilling (ZH) 	Angebot: II Erreichbarkeit: II Güteklasse: B	Angebot: II Erreichbarkeit: II Güteklasse: B	Angebot: III Erreichbarkeit: III Güteklasse: C
			
Crans – Dorfzentrum (VS) 	Angebot: II Erreichbarkeit: IV Güteklasse: C	Angebot: IV Erreichbarkeit: IV Güteklasse: D	Angebot: III Erreichbarkeit: V Güteklasse: E
			

5 Qualitative Erschliessungskriterien

5.1 Grundsätze

Die gesamtverkehrlichen Erschliessungsqualitäten definieren sich in der Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmenden nicht nur über Angebots- und Erreichbarkeitskriterien, sondern auch über Komfort-, Sicherheits- und andere Attraktivitätskriterien. Deshalb sollen gemäss methodischem Gesamtkonzept (Kapitel 3) ergänzend zu den quantitativen Erschliessungskriterien in Stufe 1 auch qualitative Erschliessungskriterien in einer Stufe 2 beurteilt werden können. Wie bereits in Kapitel 3 ausgeführt, kann diese Beurteilung nur auf lokaler Ebene und nicht schweizweit erfolgen. Entsprechend erfolgt die Anwendung bei spezifischem planerischem Bedarf (siehe auch Kapitel 6).

Die Kriterien der vier Verkehrsmittel und deren Beurteilungsgrössen werden im nächsten Kapitel im Überblick dargestellt. Die Herleitung und Operationalisierung wird in den Schlussberichten von TP2-4 weiter ausgeführt.

Folgende generellen Hinweise zur Anwendung der qualitativen Erschliessungskriterien gilt es weiter zu beachten:

- Grundsätzlich sind die qualitativen Erschliessungskriterien in Ergänzung zu den quantifizierbaren Kriterien wichtig. Nur so können die gesamten Qualitäten der vorhandenen Angebote und Kapazitäten gebührend beurteilt werden. Die Schwierigkeit besteht in deren einheitlicher und objektiver **Operationalisierung**.
- Die Beurteilung der qualitativen Erschliessungsqualitäten erfolgt auf Basis verschiedener Planungsgrundlagen sowie Einschätzungen, Erfahrungen der zuständigen Fachstellen sowie Feldbegehungen. Die qualitativen Erschliessungskriterien lassen sich somit sinnvollerweise nur auf der **lokalen Ebene** beurteilen und nicht standardisiert über die ganze Schweiz oder aggregiert auf grössere Raumeinheiten wie eine Gemeinde. Insofern erfolgt die Anwendung subsidiär, d.h. bei Bedarf im Planungsalltag.
- Die hier vorgeschlagenen Wertgerüste versuchen, neben vorhandenen Planungsgrundlagen auch auf **Daten** abzustützen. Letztere sind insbesondere im Langsamverkehr noch sehr lückenhaft, werden aber in vielen Kantonen sukzessive verbessert, nicht zuletzt auch aufgrund der Anforderungen im Kontext der Agglomerationsprogramme. Die weitere Objektivierung der Wertgerüste bei den qualitativen Kriterien ist somit als dynamischer Prozess zu verstehen. Die wichtigsten zu verwendenden Daten- und Planungsgrundlagen für die qualitativen Kriterien sind in den Schlussberichten TP2-4 erläutert und im Anhang 2 im Überblick dargestellt.
- Des Weiteren sind nicht alle Einzelkriterien gleichbedeutend. Nachfolgend wird jedoch bewusst auf eine **Gewichtung verzichtet**. Mit einer Straffung auf rund 3-4 Kriterien pro Verkehrsmittel wird aber indirekt eine inhaltliche Priorisierung vorgenommen. Gleichzeitig wird damit die Umsetzung in der Praxis erleichtert.
- Weil die Objektivierung der qualitativen Kriterien Grenzen hat - und somit auch eine schweizweit normierte Anwendung - wird auf eine Anpassung der quantitativ hergeleiteten Güteklassen auf Basis von abweichenden qualitativen Ergebnissen verzichtet. Vielmehr sollen die qualitativen Kriterien als ergänzende (ungewichtete) **Wertprofile** dargestellt werden (siehe Kapitel 5.3).
- Die Beurteilung erfolgt über alle Kriterien auf einer **5er Skala** im Sinne von: «gut» - «eher gut» - «neutral» - «eher schlecht» - «schlecht» (oder «nicht relevant»).

Die folgenden drei Kriteriengruppen bzw. Qualitätsbereiche sind berücksichtigt:

- **Angebot:** Im ÖV geht es um erweiterte Angebotskomponenten, die in den ÖV-Güteklassen nicht direkt enthalten sind. Dies sind insbesondere Angebote der kombinierten Mobilität, flexibler ÖV-Angebote sowie die zeitliche Differenzierung der Angebote. Im MIV steht als zum Strassennetz erweiterte Angebotskomponente das Parkraumangebot bzw. dessen Verfügbarkeit im Vordergrund. Im Veloverkehr geht es neben dem bereits nach diversen Qualitätskriterien hergeleiteten (quantitativen) Zentralitätsmass insbesondere um das Veloabstellplatzangebot (analog zum MIV). Und im Fussverkehr sind die Umfeld- und Aufenthaltsqualitäten ein zentrales Qualitätsmerkmal des vorhandenen Fussverkehrsnetzes.
- **Komfort / Zuverlässigkeit:** Im ÖV stehen die Sitzplatzkapazitäten bzw. die Auslastung sowie die Zugänglichkeit von Velo- und Fussverkehr als ergänzende komfortorientierte Qualitätskriterien im Vordergrund. Die Pünktlichkeit wäre ein zentrales Kriterium der Zuverlässigkeit, ist aber für einen Standort xy schwer herleitbar und mit hoher zeitlicher Variabilität verbunden. Im MIV geht es vor allem um die Qualität des Verkehrsflusses und damit direkt um die Zuverlässigkeit, insbesondere in den Verkehrsspitzen. Wichtige Komfortelemente im Velo- und Fussverkehr sind die Führung an den Knoten und entlang den wichtigsten Strecken im Umfeld eines Standortes xy. Hinzu kommen eine gute Orientierung bzw. Wegweisung / Signalisation. Weitere Komfortelemente sind beim Veloverkehr im quantitativen Zentralitätsmass bereits integriert.
- **Verkehrssicherheit:** Im ÖV und MIV wird auf eine Beurteilung der Verkehrssicherheit verzichtet. Im ÖV sind die Unfallkennziffern per se klein und räumlich nicht konzentriert. Im MIV ist das Ausklammern damit begründet, dass die MIV-Nutzenden die Sicherheit weniger als ein Erschliessungskriterium wahrnehmen, sondern vielmehr als übergeordnetes Verkehrsmittelwahlkriterium. Vor diesem Hintergrund fokussiert der nachfolgend präsentierte Kriterienkatalog im Bereich Verkehrssicherheit auf den Velo- und Fussverkehr. Hier ist die Sensibilisierung der Verkehrsteilnehmenden – gerade im lokalen Kontext – deutlich grösser. Zu unterscheiden gilt es zwischen objektiven und subjektiven Sicherheitskriterien.

5.2 Qualitative Erschliessungskriterien im Überblick

Die folgende Tabelle zeigt die qualitativen Erschliessungskriterien in den vier Verkehrsmitteln im Überblick. Die Wertgerüste zu jedem Kriterium und die für die Beurteilung verwendbaren Grundlagen sind in den Schlussberichten TP2-4 beschrieben und im Anhang 2 im Überblick dargestellt.

Tab. 11 Überblick qualitative Erschliessungskriterien

	ÖV	MIV	Velo	Fuss
Angebot (inkl. Komb. Mobilität)	<ul style="list-style-type: none"> • Bedienungszeitraum • On-Demand-Angebote • B+R-Potenzial • Sharing-Angebot Velo • Sharing-Angebot MIV 	<ul style="list-style-type: none"> • Parkfeldverfügbarkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Veloabstellplätze 	<ul style="list-style-type: none"> • Umfeld- und Aufenthaltsqualität • Orientierung
Komfort / Zuverlässigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Auslastung • Haltstellenzugang Fussverkehr 	<ul style="list-style-type: none"> • Verkehrsqualität 	<ul style="list-style-type: none"> • Veloverkehrsführung an Knoten 	<ul style="list-style-type: none"> • Qualität Fussverkehrsverbindungen an Knoten • Führung Fussverkehr entlang Strassen
Sicherheit	--	--	<ul style="list-style-type: none"> • Gefahrenstellen für den Veloverkehr 	<ul style="list-style-type: none"> • Verkehrssicherheit im Fussverkehr

Die qualitativen Kriterien können in drei Qualitätsbereiche unterteilt werden: Angebot / Netzqualitäten, Komfort / Zuverlässigkeit und Sicherheit. Aus unterschiedlichen Gründen sind nicht in allen Verkehrsmitteln gleichviele Kriterien pro Bereich vorgesehen:

- Im **ÖV** stehen bei den qualitativen Erschliessungskriterien aus Sicht der Verkehrsteilnehmenden weitergehende Angebotsaspekte im Zentrum, insbesondere im Bereich von intermodalen Angeboten. Komfortaspekte sind indirekt in den quant. ÖV-Güteklassen enthalten (Unterscheidung der ÖV-Verkehrsmittelkategorien). Hier kommen noch die Auslastungssituation und der Bedienungszeitraum hinzu. Vor allem zur Auslastung sind jedoch die Datengrundlagen sehr heterogen bzw. eine standardisierte Beurteilung schwer möglich. Die Pünktlichkeit wäre ein weiteres Zuverlässigkeitskriterium, ist aber ebenfalls für einen beliebigen Standort zu wenig objektivierbar und untersteht zudem grossen Schwankungen. Schliesslich sind Sicherheitskriterien im ÖV deutlich weniger wichtig für die Erschliessungsqualität eines Standortes. Hier müsste man mit aggregierten Unfallkennwerten operieren (wie in NIBA oder NISTRA), welche wenig aussagekräftig sind.
- Im **MIV** hat die Evaluation möglicher qualitativer Kriterien gezeigt, dass in der Schweiz mit dem grundsätzlich hohen baulichen Standard sowie hoher Strassennetzdichte primär zwei Kriterien – zusätzlich den quantitativen Kriterien – sehr wichtig sind; die Auslastung bzw. die Qualität des Verkehrsflusses sowie die Parkplatzsituation. Letzteres betrifft in erster Linie die Verfügbarkeit öffentlich zugänglicher Parkplätze, abhängig von den Nutzungen am Standort. Bei der Qualität des Verkehrsflusses ist die Situation in den Verkehrsspitzen sowie an den neuralgischen Verkehrsknoten zentral. Für letzteres wurden drei Varianten hinsichtlich Beurteilungsgrundlagen evaluiert: Weder der statistische noch der modellbasierte Ansatz können zurzeit jedoch die erforderliche Validität und Vergleichbarkeit über verschiedene Räume sicherstellen. Deshalb kommt



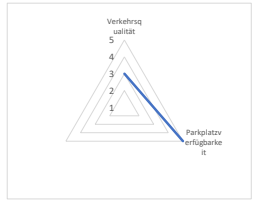

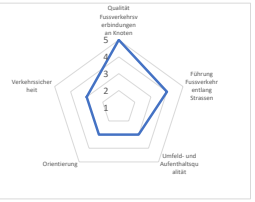


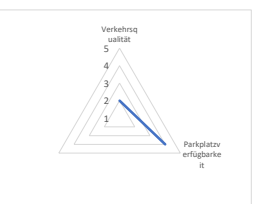
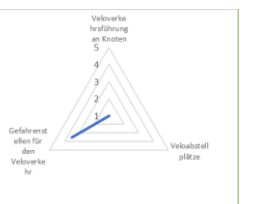
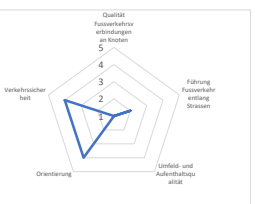
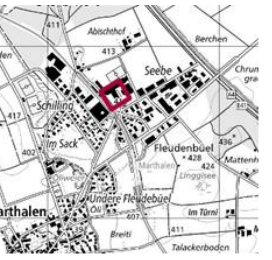



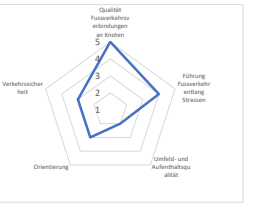
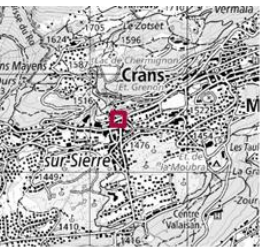

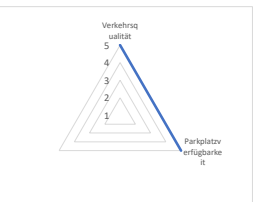
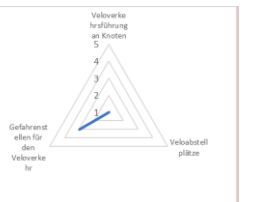
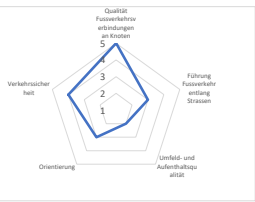
man zurzeit auch im MIV – d.h. analog zu den anderen Verkehrsmitteln – nicht um Begehungen und Facheinschätzungen vor Ort herum, um die qualitativen Erschliessungskriterien eines spezifischen Standortes zu beurteilen.

- Im **Veloverkehr** sind bereits verschiedene Qualitätsaspekte im Zentralitätsmass berücksichtigt (Topografie/Steigung, Art der Veloinfrastruktur, Umgebungsgestaltung und Unfallrisiken). Um Mehrfachbeurteilungen zu vermeiden, konzentrieren sich die qualitativen Kriterien auf Ergänzungen dazu mit möglichst hoher Relevanz aus Sicht der Velofahrenden. Dies sind die Angebote von (hochwertigen) Veloabstellplätzen, die spezifische Würdigung der Knotenführung und Orientierung / Wegweisung (ergänzend zur Netzqualität) sowie sicherheitsrelevante Merkmale bei der Infrastrukturbeschaffenheit, inklusive Abhängigkeiten zu den Verkehrsträgern Tram und Auto(-parkierung).
- Im **Fussverkehr** wird aufgrund fehlender Datengrundlagen vorderhand auf quantitative Erschliessungsgüteklassen verzichtet. Umso wichtiger sind hier die qualitativen Kriterien, um für spezifische Areale eine Würdigung im Quervergleich zu den anderen Verkehrsmitteln vornehmen zu können. Die Kriterien werden so gewählt, dass vor allem ein direkter Vergleich zum Veloverkehr möglich ist. Entsprechend sind die Fussverkehrsführungen an Knoten und (hier auch) entlang von Strecken ein entscheidendes Qualitätsmerkmal. Hinzu kommen für den Fussverkehr die Umfeld- und Aufenthaltsqualität (im Veloverkehr zum Teil im Zentralitätsmass integriert), Die Orientierung / Wegweisung sowie die Verkehrssicherheit. Bei letzterer ist neben der objektiven Sicherheit (Unfälle mit Fussverkehrsbeteiligung), auch die subjektive Sicherheit im Fussverkehr sehr wichtig (Beleuchtung, Belebtheit, o.ä.).

5.3 Ergebnisse Fallbeispiele

Die Ergebnisse der qualitativen Erschliessungskriterien zu den vier Fallbeispielen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Weitergehende inhaltlich-planerische Erläuterungen dazu werden in den Schlussberichten TP2-4 gemacht.

Tab. 12 Ergebnisse qualitative Erschliessungskriterien in den Fallbeispielen

	ÖV	MIV	Velo	Fuss
Zürich Binz (ZH) 	Güteklasse: A 	Güteklasse: B 	Güteklasse: A 	Güteklasse: -- 
ESP Rte Saint-Julien 	Güteklasse: B 	Güteklasse: A 	Güteklasse: B 	Güteklasse: -- 
ESP Marthalen-Schilling 	Güteklasse: B 	Güteklasse: B 	Güteklasse: C 	Güteklasse: -- 
Crans – Dorfzentrum 	Güteklasse: D 	Güteklasse: D 	Güteklasse: D 	Güteklasse: -- 

6 Anwendungsfelder in der Planung

Normierte Erschliessungsqualitäten stellen eine wichtige Grundlage für eine verbesserte Abstimmung von Siedlung und Verkehr dar. Es ergeben sich daraus Nutzen für verschiedene Anwendungsfelder und Nutzergruppen (siehe auch Kapitel 3.1 zur Ausgangslage und Bedarfsanalyse). Mögliche Anwendungsfelder und Bedürfnisse von Verwaltung, Planungsbüros, Transportunternehmen und Forschung wurden mittels Interviews bereits anlässlich des Grundlagenberichts (VSS 2011/106) erhoben. Eine Übersicht dazu findet sich im Anhang 1.

Grundsätzlich ist die Beschreibung der Erschliessungsqualität eines Standort xy für sehr viele planerische Anwendungsfelder nützlich. Das Normenpaket soll gemäss übereinstimmenden Aussagen der Befragten ein Hilfsmittel bei der Entscheidungsfindung darstellen, einerseits ob Siedlungsstrategien aufgrund der heutigen Verkehrsangebote zweckmässig sind, andererseits auch zur Beurteilung, welche Verkehrsangebote bei vorhandenen Raumnutzungen lückenhaft sind. Die Erschliessungsqualität ist auch im Zusammenhang mit dem teilrevidierten Raumplanungsgesetz relevant: Siedlungsentwicklung nach innen ist das Gebot der Stunde und Einzonungen sind auf Gebiete mit guter Verkehrserschliessung zu konzentrieren. Hierzu liefern Erschliessungsgüteklasse wichtige Planungsgrundlagen.

Die Frage nach der schwerpunktmässig zu beschreibenden Raumebene beantworteten die Fachleute unterschiedlich. Für konkrete Planungen steht die Arealebene im Vordergrund (Hektarraster als räumliche Auflösung). Für Monitoringsysteme werden vor allem Vergleiche auf Gemeindeebene (bei grösseren Städten auf Quartierebene) gewünscht. Für noch grössere Raumeinheiten werden Gesamtverkehrskennziffern als weniger zweckmässig beurteilt. Das nun vorliegende Methodikkonzept fokussiert auf die kleinräumige Ebene eines konkreten Standortes xy. Für räumlich höher aggregierte Kennziffern eignen sich primär die Erreichbarkeiten (siehe Kapitel 3.5). Zudem gilt es bei den Anwendungsfeldern zwischen den quantitativen (Stufe 1) und qualitativen Erschliessungskriterien (Stufe 2) zu unterscheiden.

Potenzielle Anwendungsfelder für normierte gesamtverkehrliche Erschliessungsqualitäten der Stufe 1, d.h. **quantitative Güteklassen**, sind beispielsweise:

- Vergleichende Beurteilung der Verkehrserschliessung von Entwicklungsgebieten, sei dies z.B. ESP von kantonalen Richtplänen oder Siedlungsschwerpunkte in Agglomerationsprogrammen. Bei vergleichenden Darstellungen ist darauf zu achten, dass die Güteklassen den einzelnen Verkehrsmitteln klar zugeordnet werden können (bspw. bei überlagerten Layers in kartografischen Darstellungen).
- Vergleichende Beurteilung von Entwicklungsgebieten mit unterschiedlichen Erschliessungsqualitäten zwischen den Verkehrsmitteln (ÖV, MIV, Velo- und Fussverkehr) und damit unterschiedlichen Nutzungspotenzialen (Eignung für Wohn-, Arbeitsplatz-, verkehrs- oder flächenintensive Nutzungen)
- Beurteilung von potenziellen Einzonungsflächen
- Schwachstellenanalysen, z.B. in Agglomerationsprogrammen oder im Analyseteil von regionalen Mobilitäts- und Raumkonzepten
- Korridorstudien, z.B. von Regionalplanungsverbänden (oder neuerdings auch vom ASTRA zur gesamtverkehrlichen Erschliessung von NEB-Strecken)
- Grundlage, woraus Standards in Rechtsgrundlagen des Verkehrs abgeleitet werden können (z.B. Angebotsstandards im öffentlichen Verkehr)
- Grundlage für Raummonitoringsysteme und Benchmarks (wobei sich dazu primär die Erreichbarkeitskennziffern und wie bisher die ÖV-Güteklassen eignen)
- Grundlage für die Evaluation von Angebots- und Netzverbesserungen von Betreibern der Verkehrsinfrastrukturen (Strasseneignen, Transportunternehmen)

- Grundlage für Forschungsarbeiten im Bereich der (quantitativen) Zusammenhänge von Raum- und Verkehrsentwicklung (z.B. funktionale Zusammenhänge zwischen Erschliessungsqualität und Entwicklungsdynamik).
- Potenziell neue Indikatoren in standardisierten Bewertungssystemen von Verkehrsinfrastrukturen wie EBeN/NISTRA, NIBA oder den SIA-Normen zum Leistungsmodell.

Die Anwendungsfelder der **qualitativen Erschliessungskriterien** der Stufe 2 (als vertiefende Analysen zur Stufe 1) sind eingeschränkter, weil sie nur ortsspezifisch angewendet werden können. Folgende Anwendungsfelder stehen hier im Vordergrund:

- Spezifische Beurteilung der Verkehrserschliessung von Entwicklungsgebieten, sei dies z.B. ESP von kantonalen Richtplänen oder Siedlungsschwerpunkte in Agglomerationsprogrammen
- Identifizierung von Erschliessungslücken in bestehenden Siedlungsgebieten, beispielsweise spezifische Würdigung der Fuss- und Veloverkehrserschliessung oder des ÖV-Angebotes
- Analysegrundlagen für kommunale Raumentwicklungskonzepte oder kommunale Verkehrsrichtpläne
- Grundlage für spezifische Standortevaluationen innerhalb eines räumlichen Teilgebiets hinsichtlich konkreter Nutzungsschwerpunkte mit unterschiedlichen Anforderungen an die Verkehrsmittel (Standort mit mehr oder weniger ÖV-, MIV-, Velo- oder Fussgänger-Affinität)
- Vertiefende Beurteilung von Standorten mit speziellen Anforderungen an eine gute Velo- und Fussverkehrserschliessung (z.B. als Basis für anschliessende Testplanungsverfahren)
- Forschungsarbeiten im Bereich standortbezogener Zusammenhänge von Raum- und Verkehrsentwicklung. Beispielsweise indem für ein Set von Standorten in unterschiedlichen Regionen der Schweiz, aber mit vergleichbaren Nutzungsschwerpunkten (oder Entwicklungsabsichten) die Erschliessungsqualität als Erklärung für laufende Entwicklungsdynamiken (oder zukünftigen Potenzialen) untersucht werden kann.

Grenzen der Anwendbarkeit der Methodik

Weniger oder nicht geeignet sind gesamtverkehrliche Erschliessungskriterien nach der vorliegenden Methodik in folgenden Anwendungsfeldern:

- Räumlich aggregierte Quervergleiche / Benchmark zur gesamtverkehrlichen Erschliessungsqualität (z.B. nach Gemeinden, Regionen oder Kantone). Dies kann lediglich zu den Erreichbarkeiten ÖV vs. MIV erfolgen.
- Zeitreihenanalysen: Die Güteklassen repräsentieren einen Zustand und werden je nach Verkehrsmittel und Teilindices in unterschiedlichen Rhythmen aktualisiert. Entsprechend sind Zeitreihenanalysen wenig aussagekräftig.
- Nachfragepotenziale: Die Güteklassen zeigen, wie gut das Verkehrsangebot an einem Standort XY ist. Sie sagen aber nichts darüber, wie häufig dieses genutzt wird. Für die Verkehrsmittelwahl sind bekanntlich viel mehr Entscheidungskriterien massgebend als das Angebot (Besitz von Mobilitätswerkzeugen, Routinen, soziale Normen, etc.). Entsprechend können aus den Güteklassen nicht direkt Nachfragepotenziale oder gar ein multimodales Verkehrsverhalten abgeleitet werden (siehe auch Kapitel 3.3).
- Zukünftige Siedlungspotenziale: Ähnlich zu den Nachfragepotenzialen geben die Güteklassen zwar Hinweise über die Voraussetzungen (oder den Handlungsbedarf) bezüglich zukünftiger Siedlungsentwicklungen. Dazu sind aber weitere Informationen notwendig (Bauzonenreserven, Umfeldfaktoren, Bodenpreise, etc.). Zudem ist hier generell anzumerken, dass die Güteklassen auf Basis eines Ist-Zustandes beruhen (so

wie bisher die ÖV-Güteklassen). Möchte man Erschliessungsgüteklassen für einen zukünftigen Zustand erstellen, müsste man bei allen Berechnungsschritten zusätzliche Annahmen hinterlegen (Bevölkerungs-/Arbeitsplatzpotenziale oder neue Erschliessungsinfrastrukturen oder ÖV-Angebote). Dies scheint zurzeit einzig bei den Erreichbarkeitsberechnungen ÖV und MIV einfach machbar, wo bereits verschiedene Zukunftsszenarien des NPVM vorliegen. Selbst hier ist jedoch zu beachten, dass bei den Verkehrsmodell-Zukunftsszenarien die Annahmen zu Struktur- und Angebotsentwicklungen häufig nicht kleinräumig genügend aufgelöst sind.

7 Synthese und Folgerungen

7.1 Inhaltliche und methodische Folgerungen

Bereits im Grundlagenbericht VSS 2011/106 konnten die Bedürfnisse bzw. Erwartungen der Planungspraxis und die methodischen Ansätze (und Grenzen) zur Beschreibung von gesamtverkehrlichen Erschliessungskriterien an einem Standort aufgezeigt werden. Das **zweistufige methodische Grundkonzept** mit einer ersten Stufe von quantitativen Erschliessungskriterien in zwei Dimensionen (Verkehrsangebot und Erreichbarkeiten) und ergänzenden qualitativen Kriterien in einer zweiten Stufe konnte im vorliegenden Forschungspaket bestätigt werden, wurde aber in wesentlichen Teilen überarbeitet und konkretisiert. Der grosse Nutzen des Forschungspakets gegenüber den heutigen ÖV-Güteklassen besteht in einer Ausdehnung der Beschreibbarkeit von Erschliessungsqualitäten auf die weiteren Verkehrsmittel MIV, Veloverkehr und Fussverkehr (vorerst nur Stufe 2) sowie die Herleitung für jeden x-beliebigen Standort in der Schweiz.

Die **Anwendbarkeit** konnte nachgewiesen werden, auch wenn in einzelnen Bereichen Datenlücken bestehen und der Aufwand zur Aufbereitung der Daten und schweizweiten Bereitstellung von Güteklassen nicht unerheblich ist. Zur Anwendbarkeit gehört auch der Umgang mit ausländischen Daten zur Berechnung von Erschliessungskriterien grenznaher Standorte. Auch dazu konnten – wo notwendig – pragmatische Ansätze entwickelt werden.

Die Daten und auch die Mobilitätsformen entwickeln sich ständig. Insbesondere im Velo- und Fussverkehr sind in Zukunft neue Datengrundlagen zu erwarten. Deshalb wurde konsequent darauf geachtet, **aufwärtskompatible methodische Ansätze** zu entwickeln. Neben den Schlussberichten der verschiedenen Teilprojekte liegt ein Entwurf für ein umfassendes VSS-Normenpaket «Gesamtverkehrliche Erschliessungsqualitäten» vor.

Spezifischere inhaltlich-methodische Folgerungen ordnen wir in den folgenden Unterkapiteln nach den zwei Stufen quantitativer und qualitativer Erschliessungskriterien sowie übergeordnete gesamtverkehrliche Aspekte. In den weiteren Kapiteln wird der Normierungs- und Umsetzungsprozess (Kapitel 7.2) und weitere Forschungsbedarf beschrieben (Kapitel 7.3).

7.1.1 Quantitative Erschliessungskriterien (Stufe 1)

Mit den **zwei Dimensionen** Verkehrsangebot und Erreichbarkeit kann die Erschliessungsqualität sowohl aus unmittelbarer, d.h. kleinräumiger Sicht (Angebot am Standort xy) als auch aus Sicht der Verkehrsbeziehungen (Erreichbarkeit von/zu den unterschiedlichen Zielen eines Standort xy) beurteilt werden. Das ist ein deutlicher Mehrwert im Vergleich zu den heutigen ÖV-Güteklassen, welche nur das Angebot beurteilen. Im Vergleich zum Grundlagenbericht VSS 2011/106 wurden die Kriterien in den zwei Dimensionen besser aufeinander abgestimmt, damit nicht dieselben inhaltlichen Eigenschaften beschrieben werden. Letzteres hat beispielsweise dazu geführt, dass gewisse Anpassungsvorschläge bei den ÖV-Güteklassen wieder verworfen wurden, weil neu in der Dimension Erreichbarkeiten enthalten (z.B. Netzintegration und Reisegeschwindigkeiten).

Die Modellierung der **Erreichbarkeiten** im MIV und ÖV kann auf eine langjährige Praxis zurückgreifen. In der Schweiz erstellt dazu auch das ARE periodische Grundlagen. Entsprechend ging es hier um eine methodische Feinjustierung und Optimierung der Parameter (z.B. β -Werte zur Raumwiderstandsfunktion). Der Mehrwert liegt insbesondere in der Aufnahme ins VSS-Normenwerk und damit Harmonisierung. Heute werden je nach Zweck und Auftraggeber sehr unterschiedliche Erreichbarkeiten berechnet. Im Veloverkehr gibt es bis heute keine etablierte Methodik zur Erreichbarkeitsberechnung. Der entwickelte methodische Ansatz stellt somit ein Novum dar. Die Datenqualität muss aber weiter verbessert werden (siehe weiter unten).

Bei der Dimension **Verkehrsangebot** erfolgt die Quantifizierung je nach Verkehrsmittel unterschiedlich. Entsprechend den unterschiedlichen Eigenschaften von ÖV, MIV und Veloverkehr und der Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmenden geht es hier um Netzdichten und deren Qualitäten, Kapazitäten, Fahrplanangebote, Zugänglichkeiten oder anderen Kriterien. Letztlich konnte trotz unterschiedlichen Kriterien die sachlogische Vergleichbarkeit der resultierenden (Teil-)Indices zwischen den drei Verkehrsmitteln sichergestellt werden. Zusätzliche methodische Folgerungen sind spezifisch nach den drei Verkehrsmitteln zu ziehen:

- Im **öffentlichen Verkehr (TP2)** konnten in der Dimension Verkehrsangebot die bisherigen ÖV-Güteklassen optimiert werden. Einerseits werden die Verkehrsmittelkategorien verfeinert und die damit zusammenhängenden Kapazitäten besser abgebildet. Andererseits werden die Zugangsdistanzen zur nächsten Haltestelle realitätsnäher berechnet, anstatt wie bisher über Horizontaldistanzen. Verschiedene weitere Ergänzungen, welche seit einiger Zeit diskutiert wurden, hat die Forschungsstelle geprüft, aber auch wieder qualifiziert verworfen (z.B. Wechsel zu durchschnittlichen Wartezeiten anstatt Taktichten). Zentrale Datengrundlage bleibt wie bisher der elektronische Fahrplan (HAFAS). In der Dimension Erreichbarkeiten konnte TP3 für den ÖV eine mit der MIV-Modellierung vergleichbare Methodik entwickeln. Die Parameter der Raumwiderstandsfunktionen wurden optimiert. Zentrale Datengrundlage ist das NPVM.
- Im **motorisierten Individualverkehr (TP3)** wurde in der Dimension Verkehrsangebot der Kapazitätsindex aus dem Grundlagenbericht (VSS 2011/106) weiterentwickelt. Verschiedene Varianten wurden evaluiert und schliesslich ein Isochronen-basierter differenzierter Ansatz vorgeschlagen. Damit kann den unterschiedlichen Netzhierarchien und -dichten entsprochen werden. Zentrale Datengrundlage ist das NPVM. Ein spezielles Augenmerk musste hier den grenznahen Standorten bzw. der Verwendbarkeit von ausländischen Netzinformationen gewidmet werden. Auch hierzu konnte ein pragmatischer methodischer Ansatz zur Vergleichbarkeit entwickelt werden. In der Dimension Erreichbarkeit erarbeitete TP3 für den MIV eine mit der ÖV-Modellierung vergleichbare Methodik. Die Parameter der Raumwiderstandsfunktionen wurden optimiert. Das NPVM stellt auch für diese Dimension die zentrale Datengrundlage dar.
- Im **Veloverkehr (TP4)** musste wie bereits erwähnt in beiden Dimensionen eine komplett neue Methodik entwickelt werden. Mit den «Kostendistanzen» liegt nun eine sehr differenzierte Methodik vor, welche der grossen Bedeutung unterschiedlich wahrgenommener Qualitäten im Veloverkehr gebührend Rechnung trägt (Topografie, Netzdichte, Infrastrukturbeschaffenheit, Umfeldqualitäten). Zentrale Datengrundlage stellt aus heutiger Sicht das Open Street Map (OSM) dar. Nur OSM bietet neben den Netzen als solchen die notwendige Fülle an beschreibenden Attributen in einer schweizweit vorliegenden Datengrundlage, inklusive grenznahem Ausland. Die Aufbereitung benötigt jedoch gewisse Nachkorrekturen mit entsprechendem Aufwand. Die kantonalen Verkehrsmodelle verbessern ihre Netzdaten ebenfalls schrittweise, bleiben aber auf absehbare Zeit noch unterschiedlich. Für schweizweite Anwendungen wären die swisstopo-Daten eine Alternative zu den privaten OSM-Netzen. Deren Attributierung ermöglicht zwar zurzeit aber noch keine adäquate Qualitätsbeschreibung. Im Rahmen des Projektes «Verkehrsnetz CH»⁸ soll diese Datenlücke geschlossen und verkehrsträgerübergreifende Netzdaten zusammengeführt werden. Die Dimension Erreichbarkeit kann nach Vorliegen der Kostendistanzen mit vergleichsweise geringem Zusatzaufwand berechnet werden. Hierzu werden analog den MIV-/ÖV-Modellierung die Raumwiderstände um die Strukturdaten gewichtet bzw. die BFS-Daten zur Bevölkerungs- und Arbeitsplatzdichte zugespielt.
- Im **Fussverkehr (TP4)** liegen noch keine zum Veloverkehr vergleichbaren Datengrundlagen zur Berechnung der quantitativen Erschliessungskriterien in Stufe 1 vor. Weder OSM- noch andere Netzgrundlagen verfügen zurzeit über die notwendigen Attribute. Die Methodik des Veloverkehrs wäre jedoch gut auf den Fussverkehr übertragbar, wenn in Zukunft die entsprechenden Daten vorliegen. Für qualitative Erschliessungskriterien der Stufe 2 konnte die Forschungsstelle aber eine Methodik entwickeln (nächstes Kapitel).

⁸ siehe «Verkehrsnetz CH - Nationale Geodateninfrastruktur für eine effiziente und vernetzte Mobilität» (swisstopo 2022)

7.1.2 Qualitative Erschliessungskriterien (Stufe 2)

Ergänzende qualitative Erschliessungskriterien in Stufe 2 sind für eine **Gesamtsicht** der Erschliessungsqualitäten notwendig. Dies betrifft insbesondere den Fuss- und Veloverkehr, aber auch die Qualitäten des Strassenverkehrs (insb. Verkehrsfluss) und des öffentlichen Verkehrs (insb. Auslastungssituation und Angebote der kombinierten Mobilität) sind wichtige Ergänzungen zu den quantitativen Kriterien.

Die Schwierigkeit besteht in der einheitlichen und objektiven **Operationalisierung** von qualitativen Erschliessungskriterien. Mit den vorgeschlagenen Wertgerüsten wird versucht, den beurteilenden Personen einen möglichst klaren Rahmen vorzugeben. Zudem wird auf vorhandene nationale Planungshilfen, Handbücher, o.ä. abgestützt. Dies ist aber nicht bei allen Kriterien gleich gut möglich. Die weitere Objektivierung der Wertgerüste bei den qualitativen Erschliessungskriterien ist als dynamischer Prozess zu verstehen, d.h. benötigt Erfahrungswerte aus der Planungspraxis. Zudem ist die weitere Entwicklung hinsichtlich verbesserter Datengrundlagen zu verfolgen. Die Feldbegehungen und Interviews im Rahmen der Fallbeispiele haben gezeigt, dass zurzeit **Lokalkenntnisse** zur Beurteilung der qualitativen Erschliessungskriterien notwendig sind. Eine Aggregation der Kriterien auf eine grössere räumliche Ebene ist nicht adäquat.

Aus all diesen Gründen sollen die qualitativen Erschliessungskriterien **separat dargestellt** werden, d.h. sie führen nicht zu einer Veränderung der quantitativen Güteklassen (z.B. Veränderung um eine Güteklasse bei guten bzw. schlechten qualitativen Erschliessungsqualitäten). Zusätzliche methodische Folgerungen sind spezifisch nach den drei Verkehrsmitteln zu ziehen:

- Die qualitativen Erschliessungskriterien im **öffentlichen Verkehr (TP2)** ergänzen die quantitative Güteklasse um die zwei Qualitätsaspekte Auslastung und Bedienungszeitraum. Zudem werden die Angebote der kombinierten Mobilität beschrieben. Beide Qualitätsbereiche nehmen an Bedeutung zu, es liegen aber noch keine standardisierten quantitativen Datengrundlagen vor. Andere potenzielle Erschliessungskriterien wurden als weniger relevant eingestuft (z.B. «Ausstattung Bahnhöfe»).
- Beim **motorisierten Individualverkehr (TP3)** sind die Beurteilung der Netzqualität im Sinne des Verkehrsflusses sowie das Parkplatzangebot entscheidende qualitative Zusatzkriterien. Die Datengrundlagen zur Beurteilung des Verkehrsflusses werden grundsätzlich immer besser. Aber die modellbasierte Herleitung liefert zurzeit nur für Strecken brauchbare Daten zum Verkehrsfluss und nicht für Knoten. Deshalb wird für die Verkehrsqualität an Knoten eine lokale Erhebung vorgeschlagen. Zur Parkierung öffentlich zugänglicher Parkplätze liegen ebenfalls noch keine schweizweiten Datengrundlagen vor. Hier konnte ein Kriterienbaum entwickelt werden, mit welchem vor Ort eine möglichst objektive Beurteilung möglich ist. Andere potenzielle Erschliessungskriterien wurden für die Schweiz als weniger relevant eingestuft (z.B. «Zustand Strasseninfrastruktur»).
- Beim **Veloverkehr (TP4)** sind angebotsseitig die Veloabstellplätze und komfortseitig die Velonetzführung am Knoten wichtige qualitative Zusatzkriterien. Beide Kriterien erfordern Einschätzungen vor Ort. Die entwickelten Wertgerüste stützen sich teilweise auf Vollzugshilfen (ASTRA 2021) und ermöglichen eine möglichst objektive Beurteilung. Andere potenzielle Erschliessungskriterien sind bereits bei den quantitativen Erschliessungskriterien enthalten (Kostendistanzen, z.B. Topografie) oder die Zugänglichkeit von ÖV-Haltestellen sind im ÖV integriert. Die Verkehrssicherheit ist beim FVV ein wichtiges zusätzliches Qualitätsmerkmal. Im Veloverkehr wird dabei auf die (objektiven) Gefahrenstellen im Strassenverkehr fokussiert, bestehend aus ÖV-Infrastrukturen (insb. Tramschienen), Autoparkierung und Oberflächenbeschaffenheit. D.h. es geht um die Beurteilung von potenziellen Sicherheitsrisiken. Das reale Unfallgeschehen aufgrund der Unfallstatistik beschreibt hingegen die Erschliessungsqualität zu wenig flächendeckend bzw. kann für einen konkreten Standort auch etwas zufällig sein.
- Beim **Fussverkehr (TP4)** hat die Forschungsstelle mangels fehlenden quantitativen Erschliessungskriterien in Stufe 1 einen differenzierteren qualitativen Kriterienkatalog für Stufe 2 entwickelt. Entscheidende qualitative Erschliessungskriterien sind die Fussverkehrsführung an Knoten und entlang von Strassen, inklusive Orientierung. Sehr wichtig sind im Fussverkehr auch die Umfeld- und Aufenthaltsqualitäten. Als weniger

entscheidend wird hingegen infolge feinerer Netzdichten im Fussverkehr das Kriterium Direktheit eingestuft (im Veloverkehr bei den Kostendistanzen berücksichtigt). Die Verkehrssicherheit ist wiederum ein weiteres entscheidendes Qualitätsmerkmal im Fussverkehr. Im Unterschied zum Veloverkehr sollen sowohl die objektive Verkehrssicherheit als auch das subjektive Sicherheitsempfinden beurteilt werden. Mit Ausnahme der Unfalldichte sind alle Erschliessungsqualitäten im Fussverkehr lokal zu beurteilen, d.h. erfordern einen entsprechenden Erhebungsaufwand.

7.1.3 Gesamtverkehrliche Aspekte

Mit dem Forschungspaket konnte der Nachweis erbracht werden, dass die Herleitung von (vergleichbaren) quantitativen Erschliessungsgüteklassen von ÖV, MIV und Veloverkehr möglich und für den Planungsalltag einen grossen Mehrwert darstellt. Entscheidend ist dabei, dass die **sachlogische Herleitung** innerhalb der zwei Dimensionen Verkehrsangebot und Erreichbarkeiten sichergestellt ist. D.h. es werden je eigene Teilindices produziert (mit Kategorien I bis V). Der letzte Schritt, die Überlagerung der zwei Teil-Indices zu einer finalen Güteklasse pro Verkehrsmittel (mit Kategorien A-E) erfolgt mittels einfacher generischer Zuordnungsmatrix (Kapitel 4.4). Bei vergleichenden Darstellungen der Modi ist darauf zu achten, dass die Güteklassen den einzelnen Verkehrsmitteln klar zugeordnet werden können (bspw. bei überlagerten Layers in kartografischen Darstellungen).

Daraus folgt, dass die Festlegung der **Wertskalen** (Abgrenzung der Kategorien) auf Stufe der Teilindices entscheidend ist. Die Forschungsstellen entwickelten dazu für alle drei Verkehrsmittel Vorschläge, basierend auf diversen Simulationen. Diese sind jedoch empirisch noch unterschiedlich abgestützt: Eine hohe empirische Evidenz liegt bei den bereits schweizweit modellierten Erreichbarkeiten ÖV und MIV vor. Gleiches gilt für das Verkehrsangebot ÖV, wo mit den bisherigen ÖV-Güteklassen (wenn auch leicht angepasst) auf eine langjährige Praxis abgestützt werden konnte. Die vorgeschlagenen Wertskalen für die (Teil-)Indices Verkehrsangebot MIV und Veloverkehr sowie die Erreichbarkeiten im Veloverkehr basieren hingegen auf wenigen Fallbeispielen. Diese wurden zwar möglichst repräsentativ entlang den Raumtypen städtisch – ländlich ausgewählt, gleichwohl können sie nicht die gesamte Bandbreite der Schweizer Standorte abdecken. Hier müssen in einer ersten Umsetzungsphase weitere Erkenntnisse gewonnen und die Skalen nachjustiert werden (siehe Kapitel 7.2 und 7.3).

Ein deutlicher Mehrwert gegenüber den ÖV-Güteklassen ist die hektarrastergenaue flächendeckende Angebotsdarstellung sowie die Berücksichtigung von Raumwiderständen neben dem reinen Angebot. Eine **räumliche Aggregation** vom (ha-genauen) Standort auf eine grössere Ebene wie Gemeinden ist nur für die Dimension Erreichbarkeit und hier nur für ÖV und MIV möglich bzw. inhaltlich sinnvoll. Das Verkehrsangebot (sei dies ÖV-Angebote oder Netz-/Kapazitätsdichten) kann ab einer gewissen Raumeinheit nicht mehr sinnvoll hergeleitet bzw. zugewiesen werden. Und im Veloverkehr ist auch die Erreichbarkeitsmodellierung nur kleinräumig interpretierbar.

Auf eine Differenzierung der Güteklassen nach **Raumtypen** (z.B. Stadt – Agglomeration – ländlich) wird verzichtet. Die Skalierung der Kriterien und anschliessende Kategorisierung in Güteklassen soll für die gesamte Schweiz und alle Raumtypen übergreifend erfolgen können (analog heutiger ÖV-Güteklassenlogik). Vergleicht man Standorte ähnlicher Raumtypen, so befindet man sich häufig in ähnlichen Güteklassenbereichen.

Das Normenpaket beschreibt in erster Linie die Methodik und definiert die Skalen der Güteklassen. Die Norm ist **nicht wertend**: z.B. definiert sie keine Erschliessungsstandards für einzelne Raumtypen oder es wird nicht festgelegt, welche Güteklassen bzw. Erschliessungsqualitäten für welche Nutzungszwecke nötig oder anzustreben sind. Die Festsetzung solcher Angebotsstandards kann sich jedoch in Zukunft auf die normierten Erschliessungsqualitäten abstützen, so wie das heute in einigen kantonalen ÖV-Angebotsverordnungen mit Bezug auf die Methodik der ÖV-Güteklassen erfolgt.

Auf eine Aggregation der drei (quantitativen) Güteklassen zu einem **multimodalen Gesamtverkehrsindex** wird verzichtet (Kapitel 3.3). Das Thema wurde gegenüber dem

Grundlagenbericht (VSS 2011/106) nochmals geprüft. Die Forschungsarbeiten haben bestätigt, dass bereits eine praktikable Anwendung der quantitativen Güteklassen für MIV und Velo, d.h. ergänzend zu den etablierten ÖV-Güteklassen, eine grosse Herausforderung ist. Zudem hat das gesamte Forschungsvorhaben eine *angebotsorientierte* Sichtweise. D.h. man kann mittels Aggregation dieser Güteklassen an einem Standort nicht auf ein multimodales Verkehrsverhalten schliessen. Letzteres ist von vielen weiteren Rahmenbedingungen abhängig, insbesondere den individuell verfügbaren «Mobilitätswerkzeugen» (Besitz von Personenwagen, ÖV-Abo-Besitz, etc.) sowie Verhaltensparametern wie Gewohnheiten / Routinen, Werthaltungen, etc. Angebotsseitig beschreibbar sind nur konkrete Verkehrsangebote der kombinierten Mobilität wie Park&Ride. Hier haben die Recherchen und Fachdiskussionen bestätigt, dass primär die ÖV-Haltestellen von Bedeutung sind. Es ist nicht standortrelevant, ob man gut vom Velo zum MIV oder zwischen Fuss und Velo wechseln kann. Aus all diesen Gründen wurde eine Methodik entwickelt, mit der die Angebote der kombinierten Mobilität bei den qualitativen Erschliessungskriterien im ÖV beurteilt werden können. Falls in Zukunft die Angebote der kombinierten Mobilität deutlich zunehmen (z.B. im Zuge des automatisierten Fahrens, d.h. wenn der Privatbesitz von Fahrzeugen substantiell durch Flottenbetreiber von Sharingfahrzeugen abgelöst wird) müsste die Methodik in Stufe 1 erweitert werden.

Die Datengrundlagen im Bereich **Fussverkehr** sind weiterhin sehr lückenhaft und wenig standardisiert. Und es ist nicht ersichtlich, dass sich die Datenlage in diesem Bereich in absehbarer Zeit spürbar verändern wird. Das TP4 hat im Veloverkehr eine neue innovative Methodik zur Aufbereitung der quantitativen Erschliessungskriterien entwickeln können. Ein analoger Ansatz lässt sich theoretisch gut auf den Fussverkehr übertragen, sobald vergleichbare Daten verfügbar sind.

7.2 Normierungsprozess und Umsetzung

Zusammen mit den Forschungsberichten wurden auch Entwürfe für ein neues VSS-Normenpaket «Gesamtverkehrliche Erschliessungsqualitäten» erarbeitet. Dieses Normenpaket muss nun den ordentlichen Vernehmlassungsprozess in den VSS-Gremien durchlaufen. Aus Sicht der Forschungsstellen ist die Verabschiedung des Normenpakets zu empfehlen, auch wenn gewisse Kriterien einen grösseren Bearbeitungsaufwand als andere benötigen und die Wertgerüste / Skalen teilweise noch mehr Analysen erfordern (siehe Kapitel 7.3). Letzteres betrifft insbesondere den Veloverkehr.

Eine periodische Aktualisierung der Detailnormen ist notwendig, wie dies auch in anderen Normenpaketen Standard ist. Wegen den Entwicklungen bei den Datengrundlagen und der Notwendigkeit von Erfahrungen in der Planungspraxis dürfte der Überarbeitungsbedarf der Detailnormen in einer ersten Phase grösser sein.

Wichtigste Voraussetzung, damit die neuen Güteklassen der **Stufe 1** (quantitative Erschliessungskriterien) im Planungsalltag angewendet werden, ist die Aufbereitung durch eine **zentrale Stelle**. Vor dem Hintergrund der bisherigen Erfahrungen mit Erreichbarkeiten und ÖV-Güteklassen und als Modellverantwortliche des Nationalen Personenverkehrsmodells (NPVM) ist das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) die prädestinierte Stelle dazu. Zur Bereitstellung und zukünftigem Aktualisierungsrhythmus der Grundlagen folgende Präzisierungen entlang den zwei Kriteriendimensionen:

- **Verkehrsangebot:**
Das ARE erstellt und publiziert bereits seit längerem die **ÖV-Güteklassen** für schweizweite Anwendungen. Hierzu sind vergleichsweise geringe methodische Anpassungen aufgrund der Erkenntnisse von TP2 notwendig (v.a. differenziertere Verkehrsmittelkategorie). Vollständig neu zu berechnen sind hingegen die Zugangsdistanzen zu den Haltestellen über einen raster- oder routingbasierten GIS-Ansatz (Wechsel von heutigem Ansatz der Luftliniendistanz). Der Anspruch an den Aktualisierungsrhythmus ist beim ÖV-Angebot am grössten. Jährliche Aufdatierungen sollten das Ziel sein, weil es je nach Gebiet mit jedem Fahrplanwechsel zu bedeutenden Angebotsveränderungen kommen kann. Die Zugangsdistanzen können aber in längeren Intervallen aktualisiert

werden.

Der **MIV-Kapazitätsindex** wird mit dem NPVM modelliert, weshalb auch hier das ARE als Datenproduzent prädestiniert wäre. Die schweizweite Aufbereitung ist jedoch neu und aufwändig. Zudem ist die Dynamik von Infrastrukturveränderungen im Strassenverkehr deutlich kleiner als im ÖV-Angebot, weshalb ein Aktualisierungsrhythmus beim MIV-Kapazitätsindex in Anlehnung an ordentliche NPVM-Aktualisierungen genügen sollte.

Für das **Velo-Zentralitätsmass** muss eine gänzlich neue Modellierung erfolgen. Hier hat sich Open-Street-Map (OSM) als die zurzeit zweckmässigste Grundlage herauskristallisiert. Die Anwendungen mit OSM sind seitens des Bundes deutlich weniger etabliert als mit dem NPVM. Zudem erfordert die Aufbereitung einen erheblichen Erstaufwand: Einerseits sind die kleinräumigen, und dennoch schweizweit bereitzustellenden Grundlagen sehr datenintensiv. Andererseits sind die Ergebnisse gut zu plausibilisieren. Je nach Gebiet können in OSM Datenlücken und / oder geringere Qualitäten bei einzelnen Attributen vorliegen. Hier sind gewisse Korrekturen notwendig (siehe Schlussbericht TP4). Hingegen ist die Dynamik bei den Veloinfrastrukturen (analog zum MIV) nicht so stark wie beim ÖV-Angebot, weshalb ein ca. 3-5-jähriger Aktualisierungsrhythmus genügen sollte.

- **Erreichbarkeiten:** Hierzu publiziert das ARE bereits heute schweizweite Analysen für MIV und ÖV, basierend auf dem NPVM. Es ist lediglich die Parametrisierung an die vorliegenden Erkenntnisse von TP3 anzupassen. Und in der Folge sind Skalenwerte für jeden Ha-Rasterprodukt zu modellieren und schweizweite Erreichbarkeitskarten mit den Indexwerten I bis V abzuleiten. Der Aktualisierungsrhythmus kann sich ebenfalls an den ordentlichen NPVM-Versionen orientieren.

Eine gänzlich neue Erreichbarkeitsmodellierung muss im Veloverkehr erfolgen. Aufwändiger ist jedoch der vorangehende Bearbeitungsschritt, die Herleitung der Kostendistanzen (als Basis für das Velo-Zentralitätsmass). Liegen diese vor, ist die Herleitung der Erreichbarkeiten mittels Gewichtung nach Strukturdaten vergleichsweise einfach. Hierzu werden den OSM-basierten Kostendistanzen die Strukturdaten des BFS hinzugespielt (Bevölkerung / Arbeitsplätze). Entsprechend soll sich der Aktualisierungsrhythmus an der Berechnung des Zentralitätsmass orientieren (3-5 jährlich).

Die Tabelle fasst die Merkmale eines möglichen Umsetzungsplans der quantitativen Erschliessungskriterien zusammen:

Tab. 13 Umsetzungsplan quantitative Erschliessungskriterien der Stufe 1

	Datenquelle(n)	Datenproduzent	Nachführungs-rhythmus
ÖV-Angebot (HAST-Kategorie und Fussdistanz)	<ul style="list-style-type: none"> • HAFAS-Fahrplandaten • Topografische Karten (swisstopo) 	Bundesamt für Raumentwicklung ARE	Jährlich (Fahrplanwechsel)
ÖV-Erreichbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Nationales Personenverkehrsmodell NPVM 	Bundesamt für Raumentwicklung ARE	ca. 5-jährlich (Modellaktualisierungen)
MIV-Angebot (Kapazitätsindex)	<ul style="list-style-type: none"> • Nationales Personenverkehrsmodell NPVM 	Bundesamt für Raumentwicklung ARE	ca. 5-jährlich (Modellaktualisierungen)
MIV-Erreichbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Nationales Personenverkehrsmodell NPVM 	Bundesamt für Raumentwicklung ARE	ca. 5-jährlich (Modellaktualisierungen)
Velo-Angebot (Zentralitätsmass)	<ul style="list-style-type: none"> • Open Street Map (OSM) • NPVM (f. DTV MIV) • Höhenmodell und Bodenbedeckung (swisstopo) 	ARE oder extern beauftragte Stelle	ca. 5-jährlich

Velo-Erreichbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • dito (Zentralitätsmass) • Bevölkerungs- und Arbeitsplatzdichte (BFS) 	ARE oder extern beauftragte Stelle	ca. 5-jährlich
---------------------	---	------------------------------------	----------------

Hinsichtlich **Erhebungsaufwand** der quantitativen Datengrundlagen in Stufe 1 folgende Einschätzungen:

- Die Erreichbarkeitsindices ÖV und MIV bereitet das ARE bereits heute in periodischen Abständen auf. Hier sind lediglich die Parameter anzupassen. Zudem ist eine gegenüber heute leicht höher aufgelöste Auswertungsroutine zu implementieren (Verkehrszonen NPVM). Der Zusatzaufwand sollte überschaubar sein.
- Beim MIV-Kapazitätsindex muss einmalig das Berechnungsmodell auf Basis des NPVM erstellt werden. Nach diesem Initialaufwand (von mehreren Personentagen) kann die Auswertung aber routinemässig erfolgen.
- Auf gänzlich neuen Datengrundlagen und Methodiken basieren hingegen die Erschliessungskriterien im Veloverkehr (Angebot und Erreichbarkeiten). Um flächendeckende schweizweite Indices bereitstellen zu können braucht es die Entwicklung eines neuen Tools, welches auf Basis der OSM-Daten (und tlw. Integration anderer Datenquellen) die Kostendistanzen und das Zentralitätsmass berechnet. Dazu sind auch umfangreiche Plausibilisierungsroutinen vorzusehen, weil die Datenqualität nicht in allen geografischen Räumen gleichwertig ist. Für eine solche Auswertungsumgebung müssten detailliertere Kostenschätzungen vorgenommen werden, auf Basis der Erfahrungen von TP4. Danach braucht es einen Investitionsentscheid auf Stufe Bund und es ist zu prüfen, ob die Arbeiten zweckmässigerweise bundesintern oder durch eine externe Stelle vorgenommen werden.

Die Anwendung der qualitativen Erschliessungskriterien in **Stufe 2** erfolgt subsidiär durch die interessierten Planungsstellen oder deren Beauftragte (siehe Kapitel 6). Hier geht es weniger um einen flächendeckenden Vergleich und Benchmark, sondern um gezielte Vergleiche weniger Standorte (z.B. Evaluation von Entwicklungsschwerpunkten innerhalb einer Region). Insofern gibt es weder die zentrale Aufbereitungsstelle noch einen vordefinierten Aktualisierungsrhythmus. Der **Erhebungsaufwand** pro Standort ist zwar relevant, aber gemäss Erfahrungen mit den vier Fallbeispielen vertretbar. D.h. es kann pro Standort mit rund -5 Tagen Aufwand für Erhebungen vor Ort und Auswertung von Grundlagen ausgegangen werden.

7.3 Weiterer Forschungsbedarf

Mit dem vorliegenden Forschungspaket konnten die methodischen Ansätze aus der Grundlagenarbeit (VSS 2011/106) konkretisiert und in ein Normenpaket überführt werden. Die Umsetzbarkeit ist nachgewiesen, bei einigen Erschliessungskriterien besteht jedoch Optimierungspotenzial. Einerseits betrifft dies die Datengrundlagen als solche, andererseits empirisch breiter abgestützte Wertgerüste zur Skalenbildung der Güteklassen. Im Grundsatz gilt dies sowohl bezüglich quantitativen Erschliessungskriterien (Stufe 1) als auch den qualitativen (Stufe 2). Folgenden konkreten Forschungsbedarf gilt es speziell hervorzuheben:

- **Velo-Kostendistanzen/-Zentralitätsmass:** Der entwickelte Ansatz ist innovativ und ermöglicht eine sehr differenzierte Angebotsbeschreibung. Gleichzeitig braucht es noch mehr Anwendungserfahrung. Die hier vorgeschlagenen Wertgerüste und Skalen sind über mehr Fallbeispiele zu konsolidieren. Dieser Schritt könnte grundsätzlich bereits während der Vernehmlassung des VSS-Normenpaketentwurfs erfolgen. Des Weiteren besteht ein Bedarf zur Automatisierung von Berechnungsroutinen und Plausibilisierung der OSM-Datengrundlagen. Es sollte ein eigentliches Aufbereitungstool entwickelt werden, um zukünftige Aktualisierungen zu vereinfachen.
- **MIV-Kapazitätsindex:** Hier gilt ähnliches wie bei den Velo-Kostendistanzen. Wegen kleinräumiger und damit aufwändiger Modellierung braucht es weitere Analysen

zwecks Konsolidierung der Wertskalen. Dies könnte die periodische Aufbereitung wesentlich erleichtern.

- **Quantitative Erschliessungskriterien im Fussverkehr:** Im Fussverkehr gilt es die weitere Entwicklung bei den Verkehrsmodellen oder anderen potenziellen Datengrundlagen abzuwarten, bevor weitere methodische Vertiefungen sinnvoll sind. Die Netze sind zwar ableitbar, enthalten aber noch keine der Wahrnehmung von Fussgängern und Fussgängerinnen entsprechende Qualitätsattribute. Dies vorausgesetzt, kann die im Veloverkehr entwickelte Methodik in Zukunft auch auf den Fussverkehr übertragen werden.
- **Qualitative Kriterien:** Zu den vorgeschlagenen qualitativen Erschliessungskriterien und deren Wertgerüsten gilt es zunächst Erfahrungen in der Planungspraxis zu machen. Wie aufwändig ist deren Erhebung und wie homogen lassen sich die Standorte bewerten? Danach ist eine (Re-)Evaluation der entsprechenden Detailnormen vorzusehen. In einzelnen Bereichen dürfte sich durch verbesserte Datengrundlagen auch eine Integration der vorerst qualitativ zu erfassenden Kriterien in die quantitativen Güteklassen aufdrängen. Hier denken wir insbesondere an das Kriterium MIV-Verkehrsrfluss oder die Angebote der kombinierten Mobilität.
- **Integration in einheitliche Bewertungsmethoden oder Monitoringsysteme:** So wie heute die ÖV-Güteklassen teilweise in Bewertungsverfahren oder Monitoringssysteme einfließen (z.B. Wirkungskontrolle des «Programm Agglomerationsverkehr») könnte dies bei einer Etablierung der neuen Erschliessungskriterien auch für den MIV und Veloverkehr erfolgen. Zu prüfen ist auch die Berücksichtigung in den standardisierten nationalen Bewertungsverfahren für Verkehrsinfrastrukturen (EBeN / NISTRA, NIBA).
- **Neue Mobilitätsformen:** Das Thema neuer Angebotsformen im Verkehr und kombinierte Mobilitätsformen wurde intensiv diskutiert. Stand heute erfordern diese Entwicklungen aber noch keine zusätzliche Erschliessungsgüteklasse. Zu individuell sind die angebotenen Sharing-, Riding- oder Poolingangebote. Die Methoden sind aber aufwärtskompatibel konzipiert und bei deutlich grösserer Verbreiterung einzelner Mobilitätsformen kann auch eine schrittweise Überführung von heute qualitativen in die quantitativen Erschliessungskriterien erfolgen (z.B. On-Demand oder Sharing-Angebote bei den qualitativen ÖV-Kriterien). Reine Veränderungen der Antriebsformen, insbesondere das automatisierte Fahren, erfordern erst dann methodische Anpassungen, wenn mit ihnen auch die Anforderungen an die Verkehrsnetze und Kapazitäten ändern (z.B. MIV-Kapazitätsindex) oder sich die Bedeutung anderer Angebotsbestandteile ändern (z.B. keine Notwendigkeit mehr von Parkplätzen)⁹.

⁹ Wenn aber z.B. wegen einem überwiegenen AF-Flottenanteil sich die durchschnittlichen Geschwindigkeiten im MIV ändern, müsste sich dies in den Reisezeitmatrizen der zukünftigen Verkehrsmodell-Updates widerspiegeln und an der Methodik an sich der Erreichbarkeiten würde sich nichts ändern.

Anhänge

I	Bedürfnisklärung Anwendungsfelder und Kriteriendimensionen	82
II	Wertegerüste qualitative Kriterien	84

I Bedürfnisklärung Anwendungsfelder und Kriteriendimensionen

Dimension	Differenzierung	Begründung/Erläuterung	Variabilität
Raumbene	Hektarraster	Die Hektarrasterebene hat die höchste Priorität, da z.B. auch die Bevölkerungs- und Arbeitsplatzdichten auf dieser Stufe erfasst sind. Zudem besteht die Möglichkeit der Aufwärtskompatibilität auf z.B. Gemeindeebene und eine räumliche Aggregation wäre damit besser möglich als es heute bei den ÖV-Güteklassen der Fall ist.	Insgesamt haben elf der sechzehn Befragten das Hektarraster gut geheissen. Eine Aufwärtskompatibilität für Quartier- und Gemeindeebene sei damit möglich und für die Anwenderbedürfnisse zielführend (7). Das Areal als Raumbene haben (5) der Befragten als ausreichend angegeben. In Zusammenhang mit den Anwendungsfeldern haben zudem (2) die Korridorebene als interessant und (5) die Regionen, Kantone, Metropolitanräume angegeben.
	Areal	Eine Differenzierung nach einzelnen Arealen eignet sich v.a. im Bereich von Standortanalysen. Solche Auflösungen ermöglichen Aussagen zum unmittelbaren Entwicklungspotenzial und zur Zugänglichkeit.	
	Quartier	Innerhalb von Städten bietet sich die Quartierebene für die Analyse an. Der Vergleich einzelner Quartiere zeigt auf, wie die Erschliessung auf städtischem Niveau vorhanden ist.	
	Gemeinde	Die Stufe Gemeinde wird für viele Zwecke als vorteilhaft erachtet. Ein Vergleich von Gemeinden bzgl. ihrer Strukturparameter lässt Rückschlüsse auf die Erschliessungsqualität zu. Auch in Bezug auf ländliche versus städtische Erschliessung ist Gemeindeebene zentral.	
	Korridorebene	Bei Betrachtung/Beurteilung des S-Bahn/Bahnsystems kann die Korridorebene die angebrachte räumliche Auflösung sein. Zur Beurteilung von Fuss- und Veloverkehrsqualitäten erscheint die Ebene aber bereits zu gross.	
	Regionen, Kantone, Metropolitanräume	Mit den Agglomerationsprogrammen und im Rahmen von grenzüberschreitenden Überlegungen zur Erschliessungsqualität ist auch eine Beurteilung auf der Makroebene nicht zu vernachlässigen. Insbesondere im Schienenbereich und auch bei Beurteilung von Nationalstrassen kann diese Ebene zielführend sein. Mit den heute verwendeten ÖV-MIV-Erreichbarkeitsindices ist der Bedarf aber teilweise abgedeckt.	
Qualitätskriterien	Angebot/Infrastruktur	Quantitative Kriterien bzgl. Angebot (ÖV) und Infrastrukturen (MIV) stehen im Vordergrund. Dies u.a. zur Vergleichbarkeit und Einbettung in Bewertungssysteme wie z.B. NISTRA.	Für die Hälfte (8) der Befragten steht das Kriterium Angebot/Infrastruktur im Vordergrund. (6) Personen haben die Attraktivität als zusätzliches, zwingendes Kriterium genannt. Die Zuverlässigkeit wurde von (3) erwähnt.
	Zuverlässigkeit	Zuverlässigkeitsindikatoren sind insbesondere im Strassenbereich sehr wichtig (Stauerscheinungen). Aber auch im ÖV sind solche in Anbetracht der hohen Auslastung immer relevanter.	
	Attraktivität	Qualitative Kriterien sind insbesondere im Fuss- und Veloverkehr wichtig. Sie sind analog den Zuverlässigkeitsindikatoren ergänzend beizuziehen. Die Herleitung muss aber transparent bzw. möglichst objektiv erfolgen.	

Dimension	Differenzierung	Begründung/Erläuterung	Variabilität
Verkehrsmittel	MIV, ÖV, LV	Die Differenzierung der Verkehrsmittel nach der 3er Logik ist das Minimum. Neben einer Gesamtkennziffer der Erschliessungsqualität sind Verkehrsmittel-spezifische Teilkenzziffern wichtig.	Die Mehrheit der Interviewpartner (13 von 16) erachten die 3er Logik als zielführend. Eine weitere Differenzierung des MIV und ÖV wird in Einzelfällen genannt. Eine Unterscheidung in Fuss und Velo wird als Ergänzung zur 3er Logik von (6) Personen als zwingend erachtet. Die kombinierte Mobilität wird von (2) Befragten erwähnt.
	MIV: stehend und fliessend	Eine Unterteilung im Individualverkehr in ruhend und fliessend ist für die Nachfragebeeinflussung und Zustandsbeurteilung sehr wichtig.	
	ÖV: Schiene und Strasse	Da im ÖV die Infrastruktur Schiene und Strasse verschiedene Beurteilungskriterien (z.B. Eigentrassee versus Mischverkehr) aufweist, sowie sich in der räumlichen Erschliessung (Grob- und Feinerschliessung) unterscheidet, wird eine Differenzierung befürwortet. Eine weitere Gliederung in Fern- und Regionalverkehr ist zu prüfen, aber nicht zwingend notwendig.	
	LV: Fuss und Velo	Da sich die beiden Langsamverkehrsträger in ihren Eigenschaften stark unterscheiden, sind sie zwingend differenziert auszuwerten.	
	Komb. Mobilität	Auf dem Hintergrund eines rationaleren Verkehrsverhaltens, dem Ausbau von ÖV-Drehscheiben, etc. gewinnt diese Messgrösse an Bedeutung. Intermodale Wegeketten sind aber vielschichtig und die Datengrundlagen lückenhaft	
Verkehrszweck	Pendlerverkehr (verpflichtende Aktivitäten)	Bei verpflichtenden Aktivitäten hat die Erschliessung eine andere Bedeutung. Es ist entscheidend, in welchem Takt z.B. eine S-Bahn fährt und wie die Anschlüsse in einem Knoten sind. Auch per Velo und zu Fuss sind die schnellstmöglichen Wege relevant. Wichtig beim Pendlerverkehr sind die Angebote in den Spitzenzeiten.	Die Hälfte der Befragten (8) sehen eine Differenzierung des Pendlerverkehrs als angebracht. Davon geben (6) an, dass auch für den Freizeitverkehr Aussagen gemacht werden sollten.
	Freizeitverkehr	Im Freizeitverkehr spielen Umwege eine geringere Rolle. Hier sind eher Attraktivitätskriterien entscheidend. Verkehrsintensive Einrichtungen sind nach Möglichkeit zu berücksichtigen.	

übergeordnete Bedeutung
 mittlere Bedeutung
 untergeordnete Bedeutung

Abb.16 Zusammenfassung der Interviewresultate hinsichtlich einzelner Kriterienbereiche (in Klammern = Häufigkeit der Antworten aus den Interviews); Quelle: VSS 2011/106

II Wertegerüste qualitative Kriterien

Tab. 14 Qualitative Erschliessungskriterien Öffentlicher Verkehr

Kriterium	Inhalt / Bewertungsmassstab	Perimeter	Grundlagen / Vorgehen
Auslastung	<ul style="list-style-type: none"> Durchschnittliche Auslastung der Verkehrsmittel beim Standort Unterscheidung nach Haupt- und Randverkehrszeiten Unterscheidung nach Stadt-, Agglo- und restlicher Öffentlicher Verkehr 	<ul style="list-style-type: none"> Relevanteste ÖV-Haltestelle im Umkreis von 1 km um den Standort xy 	<ul style="list-style-type: none"> Begehung vor Ort
Bedienungszeitraum	<ul style="list-style-type: none"> Abendangebot beim Standort (Taktintervalle gemäss quantitativer Methodik) Sonn- und Feiertagsangebot beim Standort (Taktintervalle gemäss quantitativer Methodik) 	<ul style="list-style-type: none"> Relevanteste ÖV-Haltestelle im Umkreis von 1 km um den Standort xy 	<ul style="list-style-type: none"> Frei verfügbare Fahrplandaten
On-Demand-Angebote	<ul style="list-style-type: none"> Zeitliche Verfügbarkeit und räumliche Abdeckung unterschiedlicher flexibler On-Demand-Angebote On-Demand Angebote sind tendenziell dort relevant, wo der öV eingeschränkt verfügbar ist oder liniengebundene Angebotsqualität schlecht ist 	<ul style="list-style-type: none"> Umkreis von max. 500 m zum Standort xy. 	<ul style="list-style-type: none"> Tlw. Informationen aus Fahrplan, ansonsten Informationen von TU / Gemeinde / Kanton
Haltestellenzugang Fussverkehr	<ul style="list-style-type: none"> Qualität des Fussverkehrszugangs zur für den Standort massgebenden öV-Haltestelle 	<ul style="list-style-type: none"> Relevanteste ÖV-Haltestelle im Umkreis von 1 km um den Standort xy 	<ul style="list-style-type: none"> Begehung vor Ort / Kartengrundlagen & Luftbilder
B+R-Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> Distanz zu für B+R attraktiven öV-Haltestellen Velonetzqualität in näherer Umgebung der Haltestelle; Signalisation / Wegweisung Anzahl, Auslastung und Ausstattungsqualität von Veloabstellanlagen 	<ul style="list-style-type: none"> Unmittelbares Haltestellenumfeld und die ersten 100-200m der für den Veloverkehr wichtigsten zuführenden Achse(n) 	<ul style="list-style-type: none"> Begehung vor Ort Grundnormen Veloverkehr: VSS 40 060 / 40 252 Handbuch Veloparkierung (ASTRA) Ev. Auslastungsdaten von TU
Sharingangebote Velo	<ul style="list-style-type: none"> Veloverleihsysteme im Umfeld des Standorts und/oder öV-Haltestelle mit B+R Potenzial 	<ul style="list-style-type: none"> Unmittelbares Haltestellenumfeld und die ersten 100-200m der für den Veloverkehr wichtigsten zuführenden Achse(n) 	<ul style="list-style-type: none"> Begehung vor Ort Angebotsverzeichnisse (z.B. sharedmobility.ch)
Sharingangebote MIV	<ul style="list-style-type: none"> Carsharingangebote im Umfeld des Standorts und/oder öV-Haltestelle 	<ul style="list-style-type: none"> Relevanteste ÖV-Haltestelle im Umkreis von 10 km um den Standort xy 	<ul style="list-style-type: none"> Begehung vor Ort Angebotsverzeichnisse (z.B.

- | | |
|--|--------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Qualität des Sharingangebotes (z.B. Free Floating vs. fixes Angebot) | sharedmobility.ch) |
|--|--------------------|

Tab. 15 Qualitative Erschliessungskriterien **Motorisierter Individualverkehr**

Kriterium	Inhalt / Bewertungsmaßstab	Perimeter	Grundlagen / Vorgehen
Verkehrsqualität	<ul style="list-style-type: none"> • Durchschnittliche Wartezeiten in Spitzenstunden an den Knoten, welche die wichtigsten Verkehrsströme zum Standort xy führen • Unterscheidung nach Vorfahrts- und Kreisverkehr und Einstufung der Wartezeiten nach Verkehrsqualitätsstufen VQS 	<ul style="list-style-type: none"> • Relevante Knoten im Umkreis von 3 Minuten Fahrzeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhebung vor Ort • Google-basierte Einstufung (durchschn. VQS in Spitzenzeiten)
Parkfeldverfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Verfügbarkeit öffentlich zugänglicher Parkplätze und deren Relevanz hinsichtlich Nutzungsschwerpunkten am Standort xy • Auslastung der Parkplätze in den höchst frequentierten Zeitpunkten • Verteilung der Parkplatzangebote (zentral – dispers) • Vorhandensein eines Parkleitsystems • Vorhandensein von Haltepunkten an den Gebäudeeingängen am Standort xy • • • Parkkosten im Vergleich zu Raumtyp-üblichen Kosten 	<ul style="list-style-type: none"> • Öffentlich zugängliche PP im Umkreis von 200 m des Standort xy 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhebung vor Ort • Google-basierte Erhebung

Tab. 16 Qualitative Erschliessungskriterien **Veloverkehr**

Kriterium	Inhalt / Bewertungsmaßstab	Perimeter	Grundlagen / Vorgehen
Veloverkehrsführung an Knoten	<ul style="list-style-type: none"> • Führungsform: Gibt es für kritische Abbiegebeziehungen (v.a. Linksabbieger) eine sichere Veloinfrastruktur (z.B. indirektes Linksabbiegen, Mehrzweckstreifen, etc.)? Sind Lichtsignalgesteuerte Knoten auf die Anforderungen des Veloverkehrs ausgerichtet (z.B. eigene Aufstellbereiche mit separaten Zufahrten, Vorgrün etc.)? • Ausgestaltung: Sind die vorhandenen Infrastrukturelemente für den Veloverkehr sicher und attraktiv ausgestaltet (z.B. Breiten Radstreifen, ausreichende Grünzeiten und angemessene Wartezeiten Veloverkehr etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • 5-10 wichtigste Knoten im Umkreis von ca. 700m 	<ul style="list-style-type: none"> • Handbuch für Veloverkehr in Kreuzungen (ASTRA) • Begehung vor Ort

Veloabstellplätze	<ul style="list-style-type: none"> • Nach einzelnen Nutzungstypen differenzierte (z.B. Wohn-, Arbeits- und Einkaufsnutzungen) Abweichung der Richtwerte zweckmässiger Anzahl an Abstellplätzen gemäss «Handbuch Veloparkierung» • Fokussierung auf Abstellplätze mit folgenden Qualitätsmerkmalen: <ul style="list-style-type: none"> - Möglichst vor Witterung geschützt; ohne Schutz zählen nur halb - Eindeutige Markierung (keine «wilden» Abstellplätze) - Möglichst diebstahlsichere Anschliessinfrastruktur - Lage auf Areal oder unmittelbar angrenzend - Öffentlich zugänglich und gehören nicht zu einer Wohnnutzung oder einem Arbeitsplatz 	<ul style="list-style-type: none"> • Nur innerhalb und unmittelbar angrenzenden an das betrachtete Areal 	<ul style="list-style-type: none"> • Handbuch Veloparkierung (ASTRA) • Begehung vor Ort
Gefahrenstellen für den Veloverkehr	<ul style="list-style-type: none"> • Tramschienen und Kaphaltestellen: Getroffene Massnahmen im Hinblick auf die Konfliktvermeidung (z.B. Massnahmen bei ungünstigen Gleisquerungen, velofreundliche Gleise, Velolichtinsel, Velo-Bypasse o.ä.) • Autoparkierung im Strassenraum: Umgang mit Parkplätzen im Strassenraum (z.B. Velomasnahmen bei besonders gefährlichen Situationen, Mindestabstände gemäss VSS-Norm zur Autoparkierung, o.ä.) • Oberflächenbelag: Anteil Beton oder Asphalt; differenziert nach Alltags- und Freizeitrouten 	<ul style="list-style-type: none"> • 300m (Autoparkierung + Oberflächenbelag) • 700m (Tram / Kaphaltestellen) 	<ul style="list-style-type: none"> • Begehung vor Ort • Oberflächenbelag gemäss ASTRA (2008)

Tab. 17 Qualitative Erschliessungskriterien Fussverkehr

Kriterium	Inhalt / Bewertungsmassstab	Perimeter	Grundlagen / Vorgehen
Qualität Fussverkehrsverbindungen an Knoten	<p>Bewertet werden primär die Verlustzeiten für den Fussverkehr an Knoten. Als Verlustzeit wird hier die Differenz der Querungsdauer eines Knotens über eine direkte Linie ohne Hindernisse und der realen Situation verstanden, welche folgenden Aspekte beinhalten kann:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lichtsignalanlagen: Die Verlustzeiten können über die Signalzeitenpläne der Lichtsignalanlagen ausgewertet werden oder vor Ort erfasst werden. • Fussgängerquerungen: Normgerechte Fussgängerstreifen bei einfachen Knoten und Kreiseln werden grundsätzlich mit dem Maximum bewertet, da aufgrund der Vortrittsberechtigung die Verlustzeiten minimal sind. • Unterführungen: Aufgrund der Auf-/Abgänge dauert die Strassenquerung länger als bei oberirdischer Querung. 	<ul style="list-style-type: none"> • 5-10 wichtigste Knoten innerhalb des Areal 	<ul style="list-style-type: none"> • Begehung vor Ort
Führung Fussverkehr entlang Strassen	<p>Die Qualität von Fussverkehrsverbindungen entlang von Strassen wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Für die Bewertung der Erschliessungsqualität werden die folgenden Aspekte beurteilt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) auf angrenzender Strasse • Nutzbare Trottoirbreite: Dabei ist immer die tatsächlich verfügbare Trottoirbreite relevant (abzüglich Flächen, die von angrenzenden Nutzungen wie Läden, Restaurants, etc). belegt werden. • Querungsmöglichkeiten: Auch abseits von Knoten sollen Zufussgehende die Strassen queren können. Bei der Beurteilung dieses Aspektes wird auf die Querungsdichte fokussiert. Bei sehr tiefen Belastungen des MIV spielen die Querungsmöglichkeiten eine untergeordnete Rolle. 	<ul style="list-style-type: none"> • Umkreis von 300m des betrachteten Areal 	<ul style="list-style-type: none"> • Begehung vor Ort
Umfeld- und Aufenthaltsqualität	<p>Die Attraktivität des Fussverkehrs hängt massgeblich mit der Qualität des Umfelds zusammen (ASTRA 2015). Am grössten ist der Effekt im Freizeitverkehr, aber auch im Alltagsverkehr wirken sich qualitativ hochstehende Freiräume positiv auf die Attraktivität aus. Beurteilt wird das Kriterium anhand von 4 Aspekten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grün- und Gewässerraum 	<ul style="list-style-type: none"> • Umkreis von 300m des betrachteten Areal 	<ul style="list-style-type: none"> • Begehung vor Ort • Arealstatistik BFS • Lärmkataster • Grundlagen Gemeinden

	<ul style="list-style-type: none"> • Beschattung • Lärmemissionen • Mobiliar 	
Orientierung	<p>Die Orientierung im öffentlichen Raum ist von grosser Bedeutung und trägt massgeblich zur Attraktivität des Fussverkehrs bei. Unter Orientierung werden vor allem zwei Aspekte betrachtet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intuitive Führung zu Fuss gehender Personen: Der öffentliche Raum bzw. die Abfolge verschiedener Teilräume ist so strukturiert, dass Zufussgehende automatisch der richtigen Route folgen, es sind kaum Entscheidungen zur Wegwahl nötig. • Spezifische Wegweisung für den Fussverkehr: Die Wegweisung soll nur subsidiär bewertet werden, wenn die Wegführung nicht intuitiv ablesbar ist. Grundsätzlich soll sie dabei nach dem Prinzip «so wenig wie möglich, aber so viel wie nötig» den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten entsprechend bewertet werden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Routen vom Standort zu den 4-6 bedeutendsten Zielorten • Begehung vor Ort
Verkehrssicherheit im Fussverkehr	<p>Die Bewertung des Kriteriums Verkehrssicherheit setzt sich im Fussverkehr aus zwei Teilkriterien zusammen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verkehrssicherheit (Safety): Die im Perimeter ermittelte normalisierte Unfalldichte wird in Bezug zum Schweizer Durchschnitt an Unfällen mit Beteiligung Fussverkehr gestellt. Neben der Unfalldichte wird auch die Mischverkehrssituation beurteilt: Werden Zufussgehende auf mehr als 10% der Fussverkehrsflächen im Mischverkehr inklusive Begegnungszone mit dem Velo geführt, wirkt sich das negativ auf die Sicherheit aus. • Sicherheitsempfinden (Security): Entscheidende Faktoren für das Sicherheitsempfinden von Zufussgehenden sind die Beleuchtung sowie die Belebtheit des öffentlichen Raumes. Da das Sicherheitsempfinden vor allem nachts reduziert ist, sollten Begehungen möglichst (auch) bei Dunkelheit/Dämmerung durchgeführt werden 	<ul style="list-style-type: none"> • Umkreis von 300m des betrachteten Areals • Begehung vor Ort • Strassenverkehrsunfallstatistik ASTRA • Handbuch zur Fusswegnetzplanung ASTRA (2015)

Glossar

Begriff	Bedeutung
AP	Arbeitsplätze
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
ASTRA	Bundesamt für Strassen
Bev	Bevölkerung
BFS	Bundesamt für Statistik
BK	Begleitkommission
CEVA	Bahnstrecke Genève–Annemasse
DTV	Durchschnittlicher Tagesverkehr
DWV	Durchschnittlicher Werktagsverkehr
ESP	Entwicklungsschwerpunkt
FCD	Floating Car Data
FOKO	Kommission für Forschung im Strassenwesen
FVV	Fuss- und Veloverkehr
GIS	Geografisches Informationssystem
HAFAS	Elektronische Fahrplanauskunft
HVZ	Hauptverkehrszeiten
LOS	Level of Service
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MZMV	Mikrozensus Mobilität und Verkehr
NEB	Neuer Netzbeschluss (Nationalstrassen)
NIBA	Nachhaltigkeits-Indikatoren für Bahninfrastrukturprojekte
NISTRA	Nachhaltigkeits-Indikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte
NPVM	Nationales Personenverkehrsmodell
OSM	Open Street Map
ÖV	Öffentlicher Verkehr
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SZU	Sihltal-Zürich-Uetliberg-Bahn
SVI	Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure
TP	Teilprojekt
UVEK	Bundesamt für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
VM	Verkehrsmanagement
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute

Literaturverzeichnis

-
- ARE 2010: Erschliessung und Erreichbarkeit in der Schweiz mit dem öffentlichen Verkehr und dem motorisierten Individualverkehr – Grundlagenbericht, Bundesamt für Raumentwicklung, 06.2010.

 - ARE 2011: ÖV-Güteklassen, Berechnungsmethodik ARE, Grundlagenbericht für die Beurteilung der Agglomerationsprogramme Verkehr und Siedlung, Aktualisierung 01.2022.

 - ARE 2017: Strategie Verkehrsmodellierung im UVEK, Zeitraum 2017 bis 2022, Bundesamt für Raumentwicklung, Ittigen.

 - ARE 2017: NPVM 2016: Zonenstruktur und Verkehrsnetze, Schlussbericht, Bundesamt für Raumentwicklung, Zürich/Ittigen.

 - ARE 2020, Modelletablierung Nationales Personenverkehrsmodell (NPVM) 2017, Schlussbericht, Bundesamt für Raumentwicklung.

 - ARE, Bundesamt für Raumentwicklung. 2022. „Erreichbarkeit“. 2022. <https://www.are.admin.ch/are/de/home/raumentwicklung-und-raumplanung/grundlagen-und-daten/raumbeobachtung-verkehr-energie/erreichbarkeit.html>.

 - ASTRA 2008: Planung von Velorouten - Handbuch, Bundesamt für Strassen / Schweiz Mobil / FVS, Bern.

 - ASTRA 2008; Handbuch Veloparkierung - Empfehlungen zu Planung, Realisierung und Betrieb; Bundesamt für Strassen / Velokonferenz Schweiz, Bern, 2008

 - ASTRA 2015: Fusswegnetzplanung - Handbuch, Bundesamt für Strassen / Fussverkehr Schweiz, Bern

 - ASTRA 2021, Veloverkehr in Kreuzungen - Handbuch Infrastruktur, Vollzugshilfe Langsamverkehr Nr. 17, Bundesamt für Strassen, Bern 2021.

 - Asadi-Shekari, Z., M. Moeinaddini and M. Zaly Shah 2014: A pedestrian level of service method for evaluating and promoting walking facilities on campus streets, Land Use Policy, 38, 175–193.

 - BAK Basel Economics 2007: Die Erreichbarkeit als Standortfaktor – Fakten und Analysen zur Erreichbarkeit der Nordschweiz, Schlussbericht, Basel, Juni 2007.

 - Bolten, N. and A. Caspi 2021: Towards routine, city-scale accessibility metrics: Graph theoretic interpretations of pedestrian access using personalized pedestrian network analysis, PLOS ONE, 16 (3) 1–20.

 - Brandes, U. 2008: On Variants of Shortest-Path Betweenness Centrality and their Generic Computation, Social Networks, 30 (2) 136–145.

 - Capirone, M., D. Leupi and L. Stadtherr 2008: Planung von Velorouten - Handbuch, ASTRA, Schweiz Mobil, FVS, Bern.

 - Grigore, E., N. Garrick, R. Fuhrer and K.W. Axhausen 2018: Bikeability in Basel, IVT, ETH Zürich, Zürich.

 - Häberli, V., A. Blumenstein, M. Wälti, B. Greuter and Markwalder & Partner AG 2002: Massnahmen Zur Förderung der Akzeptanz Längerer Fuss- Und Velostrecken, ASTRA, Bern.

 - Hesse, C., Bohne, S., Evangelinos, C., Püschel, R. 2012: Erreichbarkeitsmessung: Theoretische Konzepte und empirische Anwendungen, Diskussionsbeiträge aus dem Institut für Wirtschaft und Verkehr, No. 3/2012.

 - Iacono, Michael, Kevin Krizek, und Ahmed M. El-Geneidy. 2008: „Access to Destinations: How Close Is Close Enough? Estimating Accurate Distance Decay Functions for Multiple Modes and Different Purposes“. Report. Minnesota Department of Transportation. <http://conservancy.umn.edu/handle/11299/151329>

 - Kleinewefers, Henner 2005: Standort und Raumstruktur, Einige grundlegende Modelle der Raumwirtschaftstheorie, Seminar für Wirtschafts- und Sozialpolitik der Universität Freiburg i.B., Freiburg 2005.

 - Millington, C., C. Ward Thompson, D. Rowe, P. Aspinal, C. Fitzsimons, N. Nelson and N. Mutrie 2009: Development of the Scottish Walkability Assessment Tool (SWAT), Health and Place, 15 (2) 474–481.

 - National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2013: Transit Capacity and Quality of Service Manual, Third Edition. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/24766>.

 - Schwarze, B. 2015: Eine Methode zum Messen von Naherreichbarkeit in Kommunen, MV-Verlag, Münster, Münster.

 - Sigrist, D. and M. Rothenbühler 2008: Veloparkierung - Empfehlungen zu Planung, Realisierung und Betrieb, Bundesamt für Strassen (ASTRA) & Velokonferenz Schweiz (VKS), Bern / Biel.

 - Sunderajan, A., et al. 2016: Traffic State Estimation Using Floating Car Data

 - Swisstopo 2022: Verkehrsnetz CH - Nationale Geodateninfrastruktur für eine effiziente und vernetzte Mobilität, Faktenblatt, Juni 2022

 - SVI 2004/032: NetCap: Intermodale Strecken-/Linien-, Netzleistungsfähigkeit.

 - SVI 2004/090: Monitoring und Controlling des Gesamtverkehrs in Agglomerationen, Juli 2008.

-
- SVI 2007/005: Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Strassenverkehr – Vorstudie.

 - SVI 2016: Optimale Geschwindigkeiten in Siedlungsgebieten, 2016.

 - VSS 2011/106: Normierte gesamtverkehrliche Erschliessungsqualität - Grundlagenbericht, 08.2015.

 - VSS 2017/120: Gesamtverkehrliche Erschliessungsqualitäten – Detailnormen: Initialprojekt, 09.2019.

 - VSS 2017/624: Verkehrsqualität von Streckenabschnitten von Hauptverkehrsstrasse innerorts.

 - VSS 2019: Parkieren - Angebot an Parkfeldern für Personenwagen, 2019.

Projektabschluss



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Version vom 09.10.2013

Formular Nr. 3: Projektabschluss

erstellt / geändert am: 15.09.2023

Grunddaten

Projekt-Nr.: VPT_20_04A_01

Projekttitel: Forschungspaket Gesamtverkehrliche Erschliessungsqualitäten - TP1 Gesamtverkehr und Koordination

Enddatum: 31.12.2023

Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Zurzeit bestehen zur Beschreibung von Erschliessungsqualitäten im Landverkehr lediglich die Güteklassen für den öffentlichen Verkehr (ÖV), und auch diese nicht als normierter schweizerischer Standard. Im Grundlagenbericht (VSS 2011/106) konnten die Bedürfnisse, die methodischen Ansätze und Grenzen hin zu normierten gesamtverkehrlichen Erschliessungsqualitäten aufgezeigt werden. Im Initialprojekt (VSS 2017/120) wurde der Bedarf für ein vertiefendes Forschungsprogramm und Erarbeitung eines VSS-Normenpakets bestätigt und eine Organisation dazu vorgeschlagen: Das Forschungspaket war in vier Teilprojekte (TP) aufgeteilt. Das TP1 Gesamtverkehr und Koordination hat die allgemeinen Rahmenbedingungen vorgegeben, die Methodiken aufeinander abgestimmt, gesamtverkehrliche Darstellungsweisen abgeleitet und letztlich den vorliegenden Synthesebericht sowie den Entwurf der Grundnorm erstellt. Die Bearbeitung der verkehrsmittelspezifischen Erschliessungskriterien erfolgte durch die TP2 (ÖV), TP3 (MIV) und TP4 (Fuss- und Veloverkehr). Das Vorgehen ist in den entsprechenden Schlussberichten beschrieben.

Das methodische Konzept berücksichtigt unter Einbezug von modellbasierten Einzelkriterien neben quantitativ herleitbaren Erschliessungsqualitäten in der ersten Stufe auch ergänzende qualitative Kriterien in der zweiten Stufe. Die Anwendung fokussiert auf die lokale Ebene eines konkreten Areals. Die Methodiken wurden anhand von vier Fallbeispielen getestet und iterativ weiterentwickelt: In der ersten Stufe werden die folgenden zwei Dimensionen einbezogen:

1. Verkehrsangebot: Die entsprechenden Angebots- bzw. Kapazitätskriterien orientieren sich an der heutigen Logik der ÖV-Güteklassen. Sie beschreiben das Verkehrsangebot am Standort. Dazu gehören je nach Art des Verkehrsmittels die Angebotsdichte (ÖV), Strassen-/Netzichten (MIV, Velo) mit jeweils unterschiedlichen Qualitätsmerkmalen und Gewichtungen.
2. Erreichbarkeiten: Die Erreichbarkeitsindizes zeigen ergänzend, wie gut man vom Standort X zu allen möglichen Fahrtzielen Y gelangt. In diesen Indizes sind nicht nur ergänzende Qualitätskriterien (primär Reisezeiten), sondern auch die Gewichtung von Fahrtzielen integriert, d.h. Strukturdaten von Bevölkerung und Arbeitsplätzen. Je weiter ein Fahrtziel entfernt ist, desto geringer ist sein spezifisches Gewicht. Die zwei Dimensionen erhalten je eine eigene Beurteilung (Stufen I bis V). In der Kombinatorik der zwei Dimensionen ergibt sich die finale Güteklasse (Stufen A bis E). Das quantitative Kriteriensystem in der Stufe 1 liefert somit pro Verkehrsmittel (ÖV, MIV, Velo) eine Güteklasse. Ein aggregierter gesamtverkehrlicher Güteindex über alle Verkehrsmittel wurde hingegen verworfen. Damit wären weitere Annahmen und Gewichtungen notwendig gewesen, was die Aussagekraft und Interpretierbarkeit eines solchen Gesamtindex stark eingeschränkt hätte.

In einer 2. Stufe sieht die Methodik eine Beurteilung mittels qualitativen Erschliessungskriterien vor. Dabei werden folgende drei Kriteriengruppen unterschieden, wobei nicht bei allen vier Verkehrsmitteln die drei Gruppen denselben Stellenwert haben:

- Angebot (inkl. komb. Mobilität): Über Stufe 1 hinausgehende, ergänzende Angebotsbestandteile wie Parkierung / Abstellplätze, Sharingangebote oder neue flexible Mobilitätsangebote.
- Komfort / Zuverlässigkeit: In Stufe 1 nicht berechenbare, aus Sicht der Verkehrsteilnehmenden aber wichtige zusätzliche Qualitätsmerkmale der Verkehrsangebote wie Auslastung der Verkehrsnetze, Führung / Orientierung oder Bedienungszeiträume im ÖV.
- Verkehrssicherheit: Hierunter fallen Kriterien zur Beschreibung der objektiven (reales Unfallgeschehen) und subjektiven Verkehrssicherheit (Umfeldfaktoren und somit potenzielles Unfallrisiko).

Im Anschluss an die Forschungsarbeiten erstellen die Forschungsstellen den Entwurf für ein VSS-Normenpaket, bestehend aus einer Grundnorm und vier Detailnormen (ÖV, MIV, Velo- und Fussverkehr). Das Normenpaket beschreibt die Methodik und definiert die Skalen der Güteklassen (analog der heutigen ÖV-Güteklasse). Die Norm ist aber nicht wertend: d.h. sie definiert keine Erschliessungsstandards für einzelne Raumtypen.

Abschliessend wird aufgezeigt, wie die Umsetzung erfolgen kann. D.h. wer für die Bereitstellung welcher Grundlagen und mit welchem Aktualisierungsrhythmus verantwortlich sein könnte (siehe Empfehlungen). Zudem wird der weitere Forschungsbedarf aufgezeigt.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Zielerreichung:

Mit dem Forschungspaket konnte der Nachweis erbracht werden, dass die Herleitung von vergleichbaren quantitativen Erschliessungsgüteklassen von ÖV, MIV und Veloverkehr in der Stufe 1 möglich ist und für den Planungsalltag einen grossen Mehrwert darstellt. Entscheidend ist dabei, dass die sachlogische Herleitung innerhalb der zwei Dimensionen Verkehrsangebot und Erreichbarkeiten sichergestellt werden konnte. Die Forschungsstellen entwickelten dazu für alle drei Verkehrsmittel Vorschläge, basierend auf diversen Simulationen. Diese sind empirisch unterschiedlich abgestützt: Eine hohe empirische Evidenz liegt bei den bereits schweizweit modellierten Erreichbarkeiten ÖV und MIV vor. Gleiches gilt für das ÖV-Angebot. Die vorgeschlagenen Wertskalen für die (Teil-)Indices Verkehrsangebot MIV und Veloverkehr sowie die Erreichbarkeiten im Veloverkehr basieren hingegen auf wenigen Fallbeispielen. Im Veloverkehr gibt es bis heute keine etablierte Methodik zur Erreichbarkeitsberechnung. Der entwickelte methodische Ansatz unter Berücksichtigung verschiedener Qualitätsmerkmale wie Topografie oder Veloinfrastrukturtyp stellt somit ein Novum dar. Trotzdem müssen im Veloverkehr in einer ersten Umsetzungsphase weitere Erkenntnisse gewonnen und die Skalen allenfalls nachjustiert werden. Die Methodik kann auch auf den Fussverkehr angewendet werden. Die heutigen Datengrundlagen lassen aber noch keine schweizweite Modellierung zu, weshalb für den Fussverkehr vorerhand auf eine quantitative Güteklasse in der Stufe 1 verzichtet werden wurde. Die Anwendbarkeit der Methodik konnte nachgewiesen werden, auch wenn in einzelnen Bereichen Datenlücken bestehen und der Aufwand zur Aufbereitung der Daten und schweizweiten Bereitstellung von Güteklassen nicht unerheblich ist. Zur Anwendbarkeit gehört auch der Umgang mit ausländischen Daten zur Berechnung von Erschliessungskriterien grenznaher Standorte. Auch dazu konnten pragmatische Ansätze entwickelt werden. Die Daten und auch die Mobilitätsformen entwickeln sich ständig. Insbesondere im Velo- und Fussverkehr sind in Zukunft neue Datengrundlagen zu erwarten. Deshalb wurde konsequent darauf geachtet, aufwärtskompatible methodische Ansätze zu entwickeln.

Folgerungen und Empfehlungen:

Wichtigste Voraussetzung, damit die neuen Güteklassen der Stufe 1 im Planungsalltag angewendet werden, ist die Aufbereitung und periodische Nachführung durch eine zentrale Stelle. Vor dem Hintergrund der bisherigen Erfahrungen mit Erreichbarkeiten und ÖV-Güteklassen und als Modellverantwortliche des Nationalen Personenverkehrsmodells (NPVM) ist das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) die prädestinierte Stelle dazu.

Ergänzende qualitative Erschliessungskriterien in Stufe 2 sind für eine Gesamtsicht der Erschliessungsqualitäten notwendig. Dies betrifft insbesondere den Fuss- und Veloverkehr, aber auch die Qualitäten des Strassenverkehrs (Verkehrsfluss) und des öffentlichen Verkehrs (Auslastungssituation und Angebote der kombinierten Mobilität) sind wichtige Ergänzungen zu den quantitativen Kriterien. Die Schwierigkeit besteht in der einheitlichen und objektiven Operationalisierung von qualitativen Erschliessungskriterien. Mit den vorgeschlagenen Wertgerüsten wird versucht, den beurteilenden Personen einen möglichst klaren Rahmen vorzugeben. Zudem wird auf vorhandene nationale Planungshilfen, Handbücher, o.ä. abgestützt. Die weitere Objektivierung der Wertgerüste bei den qualitativen Erschliessungskriterien ist anzustreben. Neben Erfahrungswerten aus der Praxisanwendung sind dazu insbesondere auch die weitere Entwicklung der Datengrundlagen im Fuss- und Veloverkehr zu verfolgen.

Publikationen:

- Forschungspaket Gesamtverkehrliche Erschliessungsqualitäten - Synthesebericht (INFRAS), VPT_20_04A_01
- Entwurf Grundnorm Gesamtverkehrliche Erschliessungsqualitäten (SN xxx xxx)

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Frick

Vorname: Roman

Amt, Firma, Institut: INFRAS AG

Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:



FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Formular Nr. 3: Projektabschluss

Beurteilung der Begleitkommission:

Beurteilung:

Das Ziel des Forschungspakets konnte erreicht werden. Mit den Forschungsergebnissen resp. deren Umsetzung in entsprechende Normen können nun schweizweit einheitlich die Erschliessungsqualitäten eines Gebietes für alle Verkehrsmittel beurteilt werden. Damit können mit vertretbarem Aufwand u.a. vergleichende Beurteilung der Verkehrserschliessung von Entwicklungsgebieten sowie Beurteilung von potenziellen Einzonungsflächen und Schwachstellenanalysen vorgenommen werden.

Umsetzung:

Die gesamtverkehrliche Betrachtung und damit auch die Koordination der verkehrsmittelspezifischen Teilprojekte erfolgte zielgerichtet ohne dabei die notwendigen Freiheiten für die Bearbeitung einzelner Teilprojekte zu stark zu beschränken. Die Diskussion mit der Begleitgruppe war sehr konstruktiv und lösungsorientiert.

Der Fokus wurde zweckmässigerweise auf eine möglichst pragmatische Umsetzung der Forschungsergebnisse für die Anwendung im Planungsalltag gelegt. Das Ergebnis ist ein sehr wohl dosierter Umsetzungsvorschlag zwischen grösstmöglicher Genauigkeit und verhältnismässigem Aufwand.

weitergehender Forschungsbedarf:

Es besteht weiterer Forschungsbedarf insbesondere bezüglich dem Velo-Kostendistanzen-/Zentralitätsmass sowie dem MIV-Kapazitätsindex basierend auf der Anwendungserfahrungen. Ebenso braucht es - sobald entsprechende Datengrundlagen vorhanden sind - Überlegungen zu den quantitativen Erschliessungskriterien im Fussverkehr.

Einfluss auf Normenwerk:

Es entsteht ein neues Normenpaket mit fünf Normen. Damit steht eine wichtige (normierte) Grundlage für eine verbesserte Abstimmung von Siedlung und Verkehr zur Verfügung.

Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: Hasler

Vorname: Christian

Amt, Firma, Institut: Tiefbauamt Stadt St.Gallen, Bereich Verkehr

Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission: