



Verfahren und Kennwerte zur Abschätzung von Verkehrs- wirkungen

**Des procédures et des valeurs caractéristiques pour esti-
mer les effets du trafic**

**Methods and specific values for the estimation of effects on
transport demand**

EBP
Frank Bruns
Bence Tasnady
Nicolaas de Vries
Nathalie Frischknecht

yVerkehrsplanung
Emanuel Selz
Steve Grössl

TU Wien, Fachbereich für Verkehrssystemplanung der TU Wien
Martin Berger

**Forschungsprojekt SVI 2014/005 auf Antrag der Schweizerischen
Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**

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

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

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

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

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

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

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

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



Verfahren und Kennwerte zur Abschätzung von Verkehrs- wirkungen

**Des procédures et des valeurs caractéristiques pour esti-
mer les effets du trafic**

**Methods and specific values for the estimation of effects
on transport demand**

EBP
Frank Bruns
Bence Tasnady
Nicolaas de Vries
Nathalie Frischknecht

yVerkehrsplanung
Emanuel Selz
Steve Grössl

TU Wien, Fachbereich für Verkehrssystemplanung der TU Wien
Martin Berger

**Forschungsprojekt SVI 2014/005 auf Antrag der Schweizerischen
Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**

Juli 2018

1631

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Projektleitung

Frank Bruns

Mitglieder

Bence Tasnády

Nicolaas de Vries

Nathalie Frischknecht

Emanuel Selz

Steve Grössl

Martin Berger

Begleitkommission

Präsident

Arnd König

Mitglieder

Bruno Albrecht

Stefan Dasen

Antonin Danalet (ab März 2017)

Stefan Gantenbein

Simon Kettner

Matthias Kowald (bis August 2016)

Reto Lorenzi

Guido Rindsfüsser

Marc Schneiter

Simon Seger

Ulrich Studer

Florian Wengeler

Paul Widmer

Antragsteller

Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)

Bezugsquelle

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

Inhaltsverzeichnis

	Impressum	4
	Zusammenfassung	7
	Résumé	11
	Summary	15
1	Einleitung	19
1.1	Ausgangslage und Aufgabenstellung	19
1.2	Übersicht zum Vorgehen.....	20
1.3	Abgrenzungen	21
2	Kennwerte: Grundlagen und Aufbereitung	23
2.1	Grundlagen.....	23
2.2	Datensammlung	27
2.2.1	Kennwerte	27
2.2.2	Qualitätsbeurteilung	33
2.2.3	Struktur.....	38
2.3	Konsequenzen für das weitere Vorgehen.....	38
3	Verfahren.....	41
3.1	Übersicht	41
3.2	Abschätzung des Verkehrsaufkommens durch Vorhaben der Bauleitplanung (VerBau) ..	42
3.2.1	Beschreibung Verfahren	42
3.2.2	Anwendung Fallbeispiel	44
3.2.3	Beurteilung des Verfahrens.....	45
3.3	Verkehrsfolgekostenschätzer BMVBS	46
3.3.1	Beschreibung Verfahren	46
3.3.2	Anwendung Fallbeispiel	48
3.3.3	Beurteilung des Verfahrens.....	50
3.4	TRICS.....	51
3.4.1	Beschreibung Verfahren	51
3.4.2	Anwendung Fallbeispiel	53
3.4.3	Beurteilung des Verfahrens.....	56
3.5	Fazit für die Verfahren.....	57
4	Ermittlung Modal-Split Kennwerte	59
4.1	Ansätze und Methoden zur Verbesserung von Kennwerten	59
4.2	Entscheidungskomponenten Verkehr und Verkehrsmittelwahl	60
4.3	Ansatz für das Modal-Split-Tool	63
4.4	Vorgehen zum Aufbau des Modal-Split-Tools	65
4.5	Datenstruktur und Optimierung der Datenmenge	70
4.6	Beschreibung des Modal-Split-Tools	71
4.7	Prüfungen Modal-Split-Tool	72
4.7.1	Statistische Tests: Zusammenhang zwischen Modal Split und relevanten Erklärungsgrößen des Raumes und der Mobilitätskultur	72
4.7.2	Variationstest 1: ÖV-Güteklassen.....	75
4.7.3	Variationstest 2: Beschäftigungsdichten	76
4.7.4	Variationstest 3: Bevölkerungsdichte	77
4.8	Fazit: Anwendbarkeit Modal-Split-Tool	78
5	Verfahrensanleitung zur Ermittlung Verkehrsaufkommen je Verkehrsmittel	79
5.1	Übersicht Vorgehen	79
5.2	Vorgehen anhand von Fallbeispielen.....	83
5.2.1	Fallbeispiel 1: Einkaufszentrum im Gewerbegebiet R.	83

5.2.2	Fallbeispiel 2: Bürogebäude im Zentrum von G.	86
6	Fazit und weiterer Forschungsbedarf.....	93
	Anhänge.....	95
	Glossar.....	109
	Abkürzungsverzeichnis.....	111
	Literaturverzeichnis.....	113
	Projektabschluss.....	117
	Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen.....	121
	SVI Publikationsliste.....	123

Zusammenfassung

Ausgangslage und Aufgabenstellung

Raum- und Verkehrsplaner haben häufig die Auswirkung (kleinräumiger) Massnahmen hinsichtlich der Verkehrserzeugung und der Verkehrsmittelwahl abzuschätzen. Dazu kann z.B. das excelbasierte Berechnungsverfahren VerBau¹ angewendet werden. Zudem haben sich in privaten Ingenieurbüros und öffentlichen Verwaltungen eine Vielzahl an Verfahrensweisen entwickelt. Diese sind oftmals Erfahrungswerte mit erheblichen Schwankungsbreiten, die zum Teil nicht öffentlich dokumentiert und daher nicht miteinander vergleichbar sind. Auch die wenigen kommerziellen Verfahren und Tools liefern häufig Kennwerte mit erheblichen Spannweiten und sind für breit abgestützte, konkrete Planaussagen häufig ungeeignet. Vor diesem Hintergrund hatte die Forschungsarbeit die folgenden Ziele:

- Bereitstellung und Beurteilung von bestehenden Kennwerten;
- Beurteilung bestehender Verfahren im Hinblick auf verschiedene konkrete Anwendungsfälle und Fragestellungen;
- Verbesserung bzw. Ermittlung von Kennwerten.

Die Forschungsarbeit behandelt Kennwerte und Verfahren zur Abschätzung der Veränderung der Verkehrsnachfrage bei einer geänderten oder neuen Nutzung von Bauzonen. Wohnnutzungen werden aufgrund einer entsprechenden Forschungsarbeit des VSS [0] hier nicht betrachtet.

Bereitstellung und Beurteilung von Kennwerten zum Verkehrsaufkommen und zum Modal-Split

In dieser Studie wurden insgesamt 457 Kennwerte recherchiert, beurteilt und in einer elektronischen Datensammlung² dokumentiert. Kennwerte sind «Rechenwerte», mittels denen das Verkehrsaufkommen oder der Modal-Split durch Multiplikation mit Bezugswerten (wie z.B. Bruttogeschossfläche) berechnet werden können. In der elektronischen Datensammlung sind zusätzlich zum Kennwert und dessen Einheit spezifische Angaben zur Arealnutzung, des zeitlichen und räumlichen Anwendungsbereichs sowie zur Erhebungsmethode erfasst. Damit können Anwender im Einzelfall die Übertragbarkeit und Anwendbarkeit für ihre Fragestellung prüfen.

Bezüglich des Verkehrsaufkommens weisen die Kennwerte teilweise grosse Bandbreiten auf. Durch die Multiplikation oder Division der Kennwerte mit unterschiedlichen Eingangsgrössen (z.B. Flächeneinheiten) ergeben sich grosse Unterschiede zwischen minimalen und maximalen Verkehrsaufkommensraten. Damit verbunden ist die Frage, wo genau der zu wählende Wert für den konkreten Anwendungsfall liegt.

Auch hinsichtlich der Kennwerte zur Verkehrsmittelwahl (Modal-Split) fielen die grossen Bandbreiten auf. Hierbei sind zudem oft nur Werte für den MIV ausgewiesen. Der ÖV, Fuss- und Veloverkehr werden meist vernachlässigt.

In den ausgewerteten Studien wird lediglich vereinzelt auf den Modal-Split und die Siedlungsstruktur in Form von Lagetyp (zentral vs. peripher) an den Erhebungsorten eingegangen. Detaillierte Angaben zu weiteren den Modal-Split beeinflussenden Faktoren wie z.B. der ÖV-Gütekategorie oder der Siedlungsdichte finden keine direkt vom Anwender zu beeinflussende Berücksichtigung.

¹ Abschätzung des Verkehrsaufkommens durch Vorhaben der Bauleitplanung (VerBau)

² Die elektronische Datensammlung kann unter <http://www.mobilityplatform.ch/> heruntergeladen werden.

Jeder ermittelte Kennwert wurde beurteilt. Damit wird dem Anwender der elektronischen Datensammlung eine Einschätzung des jeweiligen Kennwertes an die Hand zu geben. Fazit der Bewertung war, dass kein Kennwert die Qualität «gut» erzielt. Dies liegt hauptsächlich daran, dass Informationslücken bestehen. So publizieren zahlreiche der betrachteten Quellen nicht sämtliche als relevant erachteten Informationen. Für 19% der Kennwerte wird die Qualität als schlecht respektive nicht beurteilbar eingestuft. Weiter werden Kennwerte, die keine Bandbreite, sondern einen Einzelwert ausweisen, ebenfalls als schlecht beurteilt. Informationslücken bestehen vor allem auch hinsichtlich der Grundgesamtheit der Daten. Da die Kennwerte vorwiegend auf empirischen Daten basieren ist durch diese fehlenden Kenntnisse die Anwendung der Kennwerte mit grossen Unsicherheiten behaftet. Entsprechende Angaben bei Erhebungen sind – z.B. entsprechend der SN 640 015 [14] – zu dokumentieren. Hinweis auf die Güte eines Kennwerts kann neben der Grösse der Grundgesamtheit einer Untersuchung auch ein Quervergleich unter verschiedenen Quellen geben. Geben verschiedene Quellen – auch bei kleiner Stichprobengrösse – tendenziell ähnliche Werte für einen bestimmten Kennwert an, so deutet dies auf eine bessere Qualität hin. Bei der Anwendung der Datensammlung kann dies durch den Anwender berücksichtigt werden.

Verfahren

Die Verfahren dienen dazu, um aus den Kennwerten die Verkehrserzeugung zu ermitteln. Unter einem Verfahren kann im einfachsten Fall eine Multiplikation mehrerer Kennwerte verstanden werden. So ergibt das Produkt aus der Anzahl Personenwege und dem MIV-Anteil die Anzahl MIV-Fahrten. Je nach Inputgrösse sind demnach andere Verfahren erforderlich oder es sind vorbereitende Berechnungen notwendig, um die entsprechenden Inputgrössen zu erhalten.

Die Literaturrecherche hat gezeigt, dass die Zahl an existierenden Verfahren nicht beliebig gross ist. Aufgrund der Häufigkeit der Anwendungen und einer eventuellen Übertragbarkeit in die Schweiz werden im Bericht die zwei Verfahren «Abschätzung des Verkehrsaufkommens durch Vorhaben der Bauleitplanung (VerBau)» [5a] und «Verkehrs- und Kostenfolgen der Siedlungsplanung (VerKos)» [25] aus Deutschland näher dargestellt. Des Weiteren wird aufgrund der umfangreichen Datenbasis und der professionellen Aufbereitung auf das englische Verfahren TRICS [26] eingegangen:

- Das gut dokumentierte Verfahren VerBau lässt sich gut auf die Schweiz übertragen, da im Tool bereits Kennwerte und Ganglinien für die Schweiz vorhanden sind. Des Weiteren sind darin Aspekte wie beispielsweise Binnenverkehr abgebildet. Allerdings ist die Möglichkeit, Ergebnisse zu reproduzieren aufgrund mangelnder Präzision von Begriffsdefinitionen (z.B. Supermarkt versus Verbrauchermarkt) begrenzt.
- VerKos enthält ausschliesslich Kennwerte für Deutschland, die allenfalls per Analogieschluss auf die Schweiz übertragbar sind. Das Verfahren ist gut dokumentiert und nachvollziehbar, jedoch ist kein Zugriff auf die Rohdaten möglich. Auch die Reproduzierbarkeit ist wie bei VerBau schwierig. VerKos ist kostengünstig, gibt aber keine Schwankungsbreiten und somit keine Unsicherheitsbereiche bei den Daten an. Auch ist die Bedienung teilweise umständlich.
- TRICS ist äusserst transparent, da die Erhebungen, aus denen Kennwerte berechnet werden, individuell inklusive Beschreibungen, Angaben zu den Erhebungsdaten und Fotos etc. eingesehen werden können. Nachvollziehbarkeit und Reproduzierbarkeit sind aufgrund der hohen Transparenz gewährleistet. TRICS grösster Vorteil ist die Möglichkeit, auf konkrete Bedürfnisse abgestimmte Auswertungen zu machen. Allerdings sind die Daten der britischen Umfragen unter anderem aufgrund geographischer und kultureller Unterschiede nur bedingt für die Schweiz anwendbar. Das Verfahren TRICS an sich ist auf die Schweiz anwendbar, müsste jedoch mit Daten aus der Schweiz gespeist werden. Das Erstellen einer Schweizer Datenbank mit einem Auswertungsverfahren analog zu TRICS würde die Berechnung von Kennwerten ermöglichen, die auf spezifische Anforderungen des Anwenders zugeschnitten sind.

Wie die Analyse der Verfahren gezeigt hat, sind weniger die Verfahren als vielmehr die Qualität der Kennwerte problematisch.

Ermittlung neuer Kennwerte für den Modal-Split

Ziel der Forschungsarbeit war die Verbesserung der elektronischen Datensammlung durch die Bereitstellung neuer oder verbesserter Kennwerte.

Anhand der zur Verfügung stehenden Daten und Informationen zu den Kennwerten zum Verkehrsaufkommen lassen sich nur bedingt Aussagen ableiten, mittels derer eine weitere Eingrenzung der Toleranzbereiche der Kennwerte möglich wäre. Zudem standen für die analysierten Quellen keine Rohdaten zur Verfügung, die evtl. weitere zu berücksichtigende Einflussgrößen enthalten. Eine Verbesserung bestehender Kennwerte erwies sich somit als nicht zielführend bzw. kaum machbar.

Die Recherche und Beurteilung der bestehenden Kennwerte hat auch gezeigt, dass bezüglich der Kennwerte zum Modal-Split Handlungsbedarf besteht. Mit dieser Forschungsarbeit werden neue Kennwerte für den Modal-Split durch eine Auswertung des Mikrozensus Mobilität und Verkehr (MZMV) zur Verfügung gestellt. Die Befragungsergebnisse des Mikrozensus liegen als Rohdaten vor, beruhen auf einheitlichen Definitionen, umfassen den gesamten Raum der Schweiz und die Daten sind gut mit weiteren Daten verknüpfbar.

Als Ergebnis der Forschungsarbeit steht ein Tool zur Abschätzung des Modal-Split zur Verfügung.³ Damit können für eine geplante Nutzung aus den ergänzten MZMV-Daten mittels Filterfunktionen jene Datensätze selektiert werden, bei denen folgende Attribute auf das geplante Objekt zutreffen:

- Wegezweck, ergibt sich aus der geplanten Nutzungsart je Nutzergruppe und weiteren Attributen (z.B. Art der Einkäufe);
- ÖV-Gütekategorie;
- Bevölkerungsdichte (Spanne von ... bis ...);
- Beschäftigtendichte (Spanne von ... bis ...);
- Sprachraum.

Im Ergebnis des gefilterten Datensatzes werden die Anteile von zehn Verkehrsmittel, getrennt für den Quell- und für den Zielverkehr ausgewiesen. Dazu gehören auch Verkehrsmittelkombinationen wie „Kiss and Ride“, „Bike and Ride“ und „Park and Ride“. Um die Aussagekraft des gefilterten Ergebnisses abschätzen zu können, wird zudem die Anzahl der zugrundeliegenden Wege für Quell- und Zielverkehr angegeben.

Verfahrensanleitung zur Ermittlung Verkehrsaufkommen je Verkehrsmittel

Der Bericht beinhaltet eine Verfahrensanleitung wie mit neuen oder geänderten Arealnutzungen das Verkehrsaufkommen je Verkehrsmittel für unterschiedliche Fragestellungen ermittelt werden kann. Dabei wird die Integration der elektronischen Datensammlung und des Modal-Split-Tools im Prozessablauf der SN 640 283 dargestellt. Hinweise zur Abschätzung von Verbund- und Mitnahmeeffekten werden gegeben. Wohnnutzungen können entsprechend der VSS Forschungsarbeit [0] ermittelt und berücksichtigt werden.

Weiterer Forschungsbedarf: Zeitreihen und Verbesserung der Kennwerte zum Verkehrsaufkommen

Mit der hier aufgezeigten Verknüpfung der Mikrozensus Daten mit weiteren geografischen Daten bestehen dahingehend Forschungsmöglichkeiten, dass durch die Erstellung des Modal-Split-Tools auch für weitere Befragungszeitpunkte des MZMV wie z.B. 2005 und 2015 auch Zeitreihenanalysen zu Verhaltensänderungen mit Umfeldbedingungen durchgeführt werden können. Damit kann allenfalls die Wirksamkeit verkehrspolitischer Massnahmen untersucht werden.

³ Das Modal-Split-Tool kann unter <http://www.mobilityplatform.ch/> heruntergeladen werden.

Die Datenlage bezüglich der Kennwerte zur Verkehrserzeugung konnte im Rahmen dieser Forschungsarbeit zwar aufbereitet, aber nicht verbessert werden. Bestehende Kennwerte sind aufgrund fehlender Informationen nicht sinnvoll verbesserbar oder gar korrigierbar gewesen. Es ergibt sich eine geringe Qualität der verfügbaren Kennwerte. Hier besteht weiterhin Handlungsbedarf. Die Forschungsstelle empfiehlt den Aufbau und Unterhalt einer Datenbank wie sie mit TRICS in England besteht. Private oder unternehmerische Lösungen sind dazu nicht bekannt und dürften aufgrund des hohen Initialaufwands und späterer Akzeptanzfragen seitens Auftraggebern und Gerichten auch nicht zustande kommen. Deshalb bestehen folgende Ansätze zum Aufbau und zum Unterhalt einer Datenbank:

- Branchenverbände VSS und/oder SVI: In [1] wurde im Rahmen eines VSS-Forschungsprojekts eine Datenbank für Verkehrsaufkommensraten aufgebaut und auch Vorschläge für die weitere Finanzierung des Unterhalts, Betriebs und Weiterentwicklung dieser Datenbank gemacht. Branchenverbände prüften die Machbarkeit des Betriebes einer solchen Datenbank (Online-Abgabe und -Bezug von Daten, Pflege und Aufbereitung der Daten usw.). Die Machbarkeit ist gegeben, allerdings wurden zum damaligen Zeitpunkt die Kosten als zu hoch eingeschätzt. VSS und/oder SVI sollten hier nochmals einen Anlauf nehmen.
- Kantone oder Bund: TRICS wurde 1989 von 6 County Councils (ähnlich Kantone oder Bezirke in der Schweiz) als Konsortium gegründet und ist immer noch deren Eigentum. Interessierte Nutzer zahlen eine Lizenzgebühr. Mit den Gebühren werden Erhebungen, Unterhalt der Datenbank, laufende Aktualisierungen und Weiterentwicklungen finanziert. Kantone als zuständige für Baubewilligungen oder der Bund sollten prüfen, ob sie eine solche Aufgabe übernehmen wollen. Eine solches staatliches Engagement wird in analoger Weise mit der Entwicklung und Bereitstellung von Verkehrsmodellen bereits von Bund und Kantonen wahrgenommen.

In erster Linie sollten Branchenvertreter und Vertreter des Bundes (z.B. ARE, BFS) die Möglichkeiten für die Realisierung einer Datenbank prüfen. Sollte dieses nicht möglich sein, wären verbesserte Verkehrsaufkommensraten auf Basis statistischer Daten zu ermitteln. Entsprechende Arbeiten könnten durch den SVI beantragt werden.

Résumé

Situation initiale et tâches à accomplir

Les planificateurs en aménagement du territoire et des transports doivent fréquemment évaluer l'impact de mesures (prises à une petite échelle) concernant la génération du trafic et le choix des moyens de transport. Reposant sur Excel, le procédé de calcul VerBau⁴ est ainsi utilisable à cette fin. En outre, de multiples méthodes se sont développées dans les bureaux d'ingénieurs privés et dans les administrations publiques. Celles-ci consistent souvent en des valeurs empiriques présentant des marges de fluctuation considérables, en partie non documentées dans le public et donc non comparables les unes aux autres. Même les quelques procédés et outils commerciaux fournissent la plupart du temps des valeurs caractéristiques avec d'importants intervalles de variation et ils sont souvent inappropriés à des indications concrètes et bien étayées d'un plan. Dans ce contexte, le travail de recherche a poursuivi les objectifs suivants :

- Mise à disposition et appréciation de valeurs caractéristiques existantes.
- Évaluation de procédés existants au vu de cas d'application et de problématiques se traduisant concrètement sous des formes variées.
- Amélioration ou bien détermination de valeurs caractéristiques

Le travail de recherche traite des valeurs caractéristiques et des procédés servant à apprécier la variation de la demande de transport dans le cas d'une utilisation modifiée ou d'une réutilisation de zones à bâtir. Les affectations au logement ne sont pas considérées en l'occurrence en raison d'un travail de recherche correspondant de la VSS [0].

Mise à disposition et appréciation de valeurs caractéristiques relatives au volume et à la répartition modale du trafic

Au total, 457 valeurs caractéristiques ont été recherchées, appréciées et documentées dans un fichier électronique⁵ au cours de cette étude. Les valeurs caractéristiques constituent des valeurs de calcul, à l'aide desquelles il est possible d'évaluer le volume ou la répartition modale du trafic en multipliant par des valeurs de référence (comme la surface brute au plancher). En plus de la valeur caractéristique et de son unité, des données spécifiques sur l'utilisation du site, sur le domaine d'application temporel et spatial ainsi que sur la méthode d'enquête sont saisies dans le fichier électronique. Les utilisateurs peuvent ainsi vérifier la transmissibilité et l'applicabilité à leur problématique au cas par cas.

S'agissant du volume du trafic, les valeurs caractéristiques présentent en partie d'amples marges de fluctuation. La multiplication ou la division des valeurs caractéristiques par diverses grandeurs d'entrée (p.ex. unités de surface) aboutissent à de grandes différences entre les débits de trafic minimaux et maximaux. La question connexe se pose de savoir où se situe exactement la valeur à sélectionner pour le cas d'application concret.

Les larges marges de fluctuation ont été également remarquées en ce qui concerne les valeurs caractéristiques relatives au choix des moyens de transport (répartition modale). En outre, seules les valeurs applicables au transport individuel motorisé (TIM) sont souvent présentées en l'occurrence. Les transports publics (TP), le trafic piétonnier et cycliste sont négligés la plupart du temps.

⁴ Estimation du volume du trafic (**Verkehrsaufkommen**) généré par des projets dans le cadre du plan directeur d'urbanisme (**Bauleitplanung**) = (VerBau)

⁵ Le fichier électronique est téléchargeable sur le site <http://www.mobilityplatform.ch/>.

Les études analysées n'abordent qu'isolément la répartition modale et la structure du milieu bâti sous la forme du type d'emplacement (centrale vs périphérique) sur les lieux de recensement. Des indications détaillées en rapport avec d'autres facteurs influençant la répartition modale telles que la classe de qualité de la desserte par les TP ou la densité de construction ne font pas l'objet d'une prise en considération directement influençable par l'utilisateur.

Chaque valeur caractéristique recueillie a été appréciée. L'utilisateur du fichier électronique reçoit ainsi une estimation de chaque valeur caractéristique. Le bilan de l'évaluation a révélé qu'aucune valeur caractéristique ne parvient à une qualité « bonne ». Cela tient principalement au fait qu'il existe des lacunes en matière d'information. De nombreuses sources examinées ne publient pas toutes les informations considérées comme pertinentes. La qualité de 19% des valeurs caractéristiques est classée comme étant mauvaise ou bien non évaluable. De plus, les valeurs caractéristiques se présentant sans aucune marge de fluctuation sous une forme individuelle sont également jugées mauvaises. Le manque d'information se fait aussi sentir notamment à propos de l'univers de base. Vu que les valeurs caractéristiques reposent surtout sur des données empiriques, leur application est sujette à de grandes incertitudes du fait de ces lacunes dans les connaissances. Des indications correspondantes doivent être documentées lors de recensements p.ex. selon la norme SN 640 015 [14]. Une comparaison croisée entre des sources distinctes peut également informer de la qualité d'une valeur caractéristique en plus de la taille de l'univers de base d'une enquête. Si diverses sources tendent à indiquer des valeurs similaires pour une certaine valeur caractéristique, même en présence d'un échantillon de petite taille, cela dénote une meilleure qualité. L'utilisateur peut en tenir compte au moment d'utiliser le fichier.

Procédés

Les procédés servent à calculer le trafic généré à partir des valeurs caractéristiques. Dans le cas le plus simple, un procédé peut être assimilé à la multiplication de plusieurs valeurs caractéristiques. Le nombre des déplacements en TIM découle du produit constitué du nombre de parcours par personne et de la part de TIM. Suivant la grandeur d'entrée, d'autres procédés sont requis par conséquent ou des calculs préparatoires sont nécessaires pour obtenir les grandeurs d'entrée correspondantes.

Les recherches bibliographiques ont montré que le nombre de procédés existants n'est pas indifféremment grand. En raison de la fréquence des applications et d'une éventuelle transmissibilité en Suisse, les deux procédés « Estimation du volume du trafic généré par des projets dans le cadre du plan directeur d'urbanisme (VerBau) » [5a] et « Incidences sur les coûts et la circulation de la planification du milieu bâti (VerKos) » [25] provenant d'Allemagne sont présentés plus en détail dans le rapport. En outre, il est question du procédé anglais TRICS [26] en raison de la vaste base de données et du traitement professionnel :

- Le procédé solidement documenté VerBau peut être bien transposé à la Suisse, étant donné que des valeurs caractéristiques et des courbes de variation applicables à la Suisse sont déjà disponibles dans l'outil. De plus, des aspects tels que le trafic interne y sont reproduits. Du fait du manque de précision dans la définition des termes (p.ex. supermarché versus hypermarché), la possibilité de reproduire les résultats est toutefois restreinte.
- Le procédé VerKos renferme exclusivement des valeurs caractéristiques de l'Allemagne, éventuellement transposables à la Suisse par un raisonnement analogique. Bien documenté et compréhensible, il n'autorise cependant aucun accès aux données brutes. La reproductibilité s'avère également difficile comme dans le cas du procédé VerBau. Peu onéreux, le procédé VerKos n'indique néanmoins aucune marge de fluctuation et par conséquent aucune plage d'incertitude en ce qui concerne les données. Même son utilisation est plus ou moins compliquée.
- Le procédé TRICS est extrêmement transparent, vu que les recensements, à partir desquels les valeurs caractéristiques sont calculées, peuvent être consultés individuellement, y compris les descriptions, les indications sur les données d'enquête et

les photographies etc. De par la transparence élevée, la traçabilité et la reproductibilité sont garanties. Le plus grand avantage du procédé TRICS réside dans la possibilité de réaliser des analyses adaptées à des besoins concrets. Les données des enquêtes britanniques ne sont toutefois exploitables dans le cas de la Suisse que sous certaines conditions notamment en raison des différences culturelles et géographiques. En lui-même le procédé TRICS est applicable à la Suisse, mais il devrait être alimenté en données issues de la Suisse. L'établissement d'une banque de données dotée d'un procédé d'évaluation semblable à TRICS permettrait de calculer des valeurs caractéristiques, adaptées aux exigences spécifiques de l'utilisateur.

Comme l'analyse des procédés l'a mis en évidence, ce sont non pas tant les procédés que la qualité des valeurs caractéristiques qui posent problème.

Détermination de nouvelles valeurs caractéristiques applicables à la répartition modale du trafic

Le but du travail de recherche a visé à améliorer le fichier électronique moyennant la mise à disposition de valeurs caractéristiques nouvelles ou perfectionnées.

Se fondant sur les données et les informations disponibles en rapport avec les valeurs caractéristiques sur le volume du trafic, il n'est possible de tirer des conclusions susceptibles de permettre une autre limitation des plages de tolérance que sous certaines conditions. En outre, les sources analysées n'ont fourni aucune donnée brute contenant éventuellement d'autres grandeurs d'influence à prendre en considération. L'amélioration des valeurs caractéristiques existantes s'est montrée ainsi inefficace ou guère réalisable.

La recherche et l'appréciation des valeurs caractéristiques existantes ont aussi mis en lumière que des mesures s'imposent en ce qui concerne les valeurs caractéristiques relatives à la répartition modale. Par l'analyse du « Microrecensement mobilité et transports (MRMT) », ce travail de recherche met à disposition de nouvelles valeurs caractéristiques applicables à la répartition modale. Les résultats de l'enquête menée dans le cadre du microrecensement existent sous forme de données brutes, ils reposent sur des définitions uniformes, ils recouvrent tout le territoire de la Suisse et les données peuvent être bien corrélées à d'autres données.

Le travail de recherche débouche sur un outil pour évaluer la répartition modale.⁶ À partir des données MRMT complétées, des fonctions de filtrage permettent de sélectionner, en vue d'un usage prévu, les jeux de données pour lesquels les attributs suivants s'appliquent à l'objet planifié :

- Finalité du trajet, découlant du mode d'exploitation envisagé par groupe d'utilisateurs et d'autres attributs (p.ex. type d'achats)
- Classe de qualité de la desserte par des transports publics
- Densité de la population (marge de ... à ...)
- Densité de l'emploi (marge de ... à ...)
- Region linguistique

Les parts de dix moyens de transport sont présentées séparément pour le trafic d'origine et le trafic de destination dans les résultats du jeu de données filtré. Des combinaisons de modes de transport en font aussi partie telles que « Kiss and Ride », « Bike and Ride » et « Park and Ride ». Pour évaluer la pertinence des résultats filtrés, le nombre des trajets servant de base au trafic d'origine et de destination est mentionné par ailleurs.

Instructions procédurales pour évaluer le volume du trafic par moyen de transport

Le rapport contient des instructions procédurales sur la manière de pouvoir déterminer le volume du trafic par moyen de transport applicable à différentes problématiques avec des

⁶ L'outil d'évaluation de la répartition modale est téléchargeable sur le site <http://www.mobilityplatform.ch/>.

utilisations de site nouvelles ou modifiées. L'intégration du fichier électronique et de l'outil de répartition modale dans le déroulement du processus de la norme SN 640 283 est exposée en l'occurrence. Des renseignements sont donnés pour évaluer les effets d'aubaine et de synergie. Les affectations au logement peuvent être établies et prises en considération conformément au travail de recherche de la VSS [0].

Autres besoins de recherche: séries chronologiques et amélioration des valeurs caractéristiques relatives au volume du trafic

La fusion présentée ici des données du microrecensement avec d'autres données géographiques offre des possibilités de recherche en ce sens que des analyses de séries chronologiques sur des changements comportementaux avec les conditions ambiantes peuvent être aussi exécutées moyennant l'élaboration de l'outil de répartition modale même à d'autres moments de l'enquête du MRMT comme 2005 et 2015. L'efficacité des mesures en matière de politique des transports peut être ainsi étudiée, le cas échéant.

La disponibilité des données concernant les valeurs caractéristiques relatives à la génération du trafic a pu certes être traitée dans le cadre de ce travail de recherche, mais elle n'a pu être améliorée. Du fait du manque d'informations, les valeurs caractéristiques existantes ne peuvent être améliorées utilement ou a fortiori corrigées. Il en résulte une qualité faible des valeurs caractéristiques disponibles. Des mesures s'imposent encore en l'occurrence. Le centre de recherche recommande de créer et d'entretenir une banque de données telle qu'elle existe en Angleterre à l'aide du procédé TRICS. Des solutions émanant d'entreprises ou du secteur privé ne sont pas connues à ce sujet et elles ne devraient pas non plus se réaliser en raison de la charge de travail initiale élevée et des questions d'acceptation ultérieures de la part des donneurs d'ordre et des tribunaux. Les approches suivantes sont donc en présence pour établir et gérer une banque de données:

- Organisations interprofessionnelles VSS et/ou SVI: lors de l'estimation [1], une banque de données dédiée aux débits de trafic a été créée dans le cadre d'un projet de recherche de la VSS et des propositions ont été faites en vue de financer ultérieurement l'entretien, l'exploitation et le perfectionnement de cette banque de données. Les organisations interprofessionnelles ont vérifié la faisabilité de l'exploitation d'une telle banque de données (acquisition et transmission de données en ligne, entretien et traitement des données etc.). Si la faisabilité est garantie, les coûts ont été toutefois estimés trop élevés à ce moment-là. La VSS et/ou la SVI devraient procéder à un nouvel examen en la circonstance.
- Cantons ou Confédération: le procédé TRICS a été fondé en 1989 par 6 County Councils (s'apparentant aux cantons ou aux districts en Suisse) sous la forme d'un consortium et il est resté en leur possession à ce jour. Les utilisateurs intéressés paient une redevance de licence. Ces redevances permettent de financer des enquêtes, l'entretien de la banque de données, des actualisations permanentes et des perfectionnements. Les cantons en leur qualité d'instances responsables des autorisations de construire ou la Confédération devraient s'interroger s'ils tiennent à assumer ce genre de tâche. Un tel engagement étatique est déjà rempli de manière analogue par la Confédération et les cantons moyennant le développement et la mise à disposition de modèles de transport.

Les représentants de la branche et les représentants de la Confédération (p.ex. Office du développement territorial ARE, Office fédéral de la statistique OFS) devraient tout d'abord examiner les possibilités de réaliser une banque de données. Si cela devait s'avérer impossible, des débits de circulation améliorés devraient être évalués à partir de données statistiques. Les travaux correspondants pourraient être sollicités par la SVI.

Summary

Initial Situation and Task

Spatial and traffic planners are often faced with the task of estimating the impact of (small-scale) measures with regard to traffic generation and selection of means of transport. The Excel-based computation process VerBau⁷ can be used to this end. In addition, a number of methods have been developed in private engineering firms and public-sector administrations. These are most often empirical values with considerable variations, which in some cases are not documented and thus are not comparable to each other. Even the few commercial processes and tools often provide parameters with considerable ranges and are often unsuitable for broad-based, concrete planning. Against this backdrop, the research had the following aims:

- Provision and assessment of existing parameters.
- Assessment of existing processes with regard to various concrete use cases and questions.
- Improvement and determination of parameters.

The research deals with parameters and procedures for estimating the change in transport demand in case of changed or new use of construction zones. Residential use data can be collected and considered according to the VSS research work [0].

Provision and assessment of parameters on traffic volume and modal split

In this study, approximately 457 parameters were researched, evaluated and documented in an electronic data pool⁸. Parameters are "calculation values" by means of which the traffic volume or modal split can be computed by multiplying by reference values (e.g. gross floor space). The electronic data pool includes, in addition to parameters and their units, specific details on area use, the temporal and spatial scope of use as well as the method of data collection. This allows users to verify transferability and applicability to their question on an individual basis.

With regard to traffic volume, the parameters in some cases have broad ranges. Significant differences between minimum and maximum traffic volume rates arise through multiplication or division of the parameters with various input variables (e.g. surface area units). The question that goes along with this is where exactly the value to be selected for the specific use case is found.

The wide ranges were also evident with regard to the parameters on the choice of means of transport (modal split). Moreover, often only values for private motorised transport are shown. Public, pedestrian and bicycle transport are often neglected.

In the studies evaluated, modal split and settlement structure in the form of location type (central v. peripheral) at the collection sites were only dealt with in an isolated manner. Detailed information on other factors influencing modal split such as public transport quality class or settlement density are not considered in a way that can be influenced by the user.

Every parameter determined was assessed. This provides the user of the electronic data pool with an estimate of the respective parameter. The assessment concluded that no parameter achieves the quality "good". This mainly has to do with the fact that there are information gaps. Thus, many of the sources observed do not public all of the information deemed pertinent. For 19% of the parameters, the quality is classified as poor or not evaluable. Furthermore, parameters that do not show a range, but rather only a single

⁷ Assessment of traffic volume generated by urban land use planning (Verbau).

⁸ The electronic data collection can be downloaded from <http://www.mobilityplatform.ch>

value, are also rated as poor. The information gaps also exist primarily with regard to the basic data population. Since the parameters are mainly based on empirical data, the use of the parameters is fraught with great uncertainty due to this lacking knowledge. Corresponding information in surveys should be documented, e.g. pursuant to SN 640 015 [14]. Besides the size of the overall population of a study, a cross-comparison between various sources can also serve as an indicator for the quality of a parameter. If various sources, even with a small sample size, tend to produce similar values for a given parameter, then this suggests better quality. This can be considered by users when using the data pool.

Processes

The processes are used to determine traffic generation from parameters. In the simplest case, a process refers to a multiplication of multiple parameters. Thus, the product of the number of personal routes and the percentage of private motorised transport yields the number of private motorised transport journeys. Depending on the input variable, other processes may be required or preparatory calculations may be necessary to obtain the appropriate input variables.

Research in the literature has shown that the number of existing processes is not arbitrary. Based on the frequency of uses and potential transferability to Switzerland, the report deals with the two processes from Germany "Estimation of Traffic Volume generated by Urban Land Use Planning (VerBau)" [5a] and "Traffic and Cost Consequences of Settlement Planning (VerKos)" [25]. Moreover, the English process TRICS [26] is also dealt with due to the extensive database and professional preparation:

- the well-documented process "VerBau" can be easily transferred to Switzerland since the tool already contains parameters and hydrographs for Switzerland. In addition, aspects such as inland transport for example are also illustrated in this process. However, the ability to reproduce results is limited due to lacking precision of term definitions (e.g. supermarket versus hypermarket).
- VerKos only contains parameters for Germany which if need be are transferable by analogy to Switzerland. The process is well documented and comprehensible; however, access to the raw data is not possible. Reproducibility is also difficult as with VerBau. VerKos is economical, but does not indicate variation ranges and thus does not provide uncertainty ranges for the data. It is also not user friendly in some cases.
- TRICS is extremely transparent since the surveys from which parameters are calculated can be individually consulted, including descriptions, details on the survey data and photographs, etc. This high degree of transparency ensures comprehensibility and reproducibility. TRICS' biggest advantage is the option to perform evaluations tailored to specific needs. However, the data from the British surveys have limited applicability to Switzerland due to geographical and cultural differences, among other things. The TRICS process per se can be applied to Switzerland, but it must be supplied with data from Switzerland. Creating a Swiss database with an evaluation process identical to TRICS would make it possible to compute parameters which are tailored to specific user requirements.

As the analysis of the process has shown, the process is much less problematic than the quality of the parameters.

Determination of new parameters for modal split

The aim of the research was to improve the electronic data pool by providing new or improved parameters.

Based on the available data and information on the parameters concerning traffic volume, it is only possible to a limited extent to derive statements with which a further narrowing of the tolerance ranges of the parameters would be possible. In addition, there were no raw data available for the analysed sources which might contain other input variables to be

taken into account. An improvement of existing parameters thus proved not to be expedient or not very feasible.

The research and assessment of the existing parameters also showed that there is room for improvement with regard to the modal split parameters. The aim of this research project is to provide new parameters for the modal split by evaluating the Mobility and Transport Microcensus (MZMV by its German initials). The survey results from the microcensus are available as raw data, are based on standardised definitions, encompass the entire Swiss territory and the data are well suited for linking with other data.

One result of this research is the availability of a tool for estimating modal split⁹. With this tool, data records can be selected from the supplemented MZMV data for planned use by means of filter functions for which the following attributes apply to the planned object:

- Route purpose, derived from the planned use type for each user group and other attributes (e.g. type of purchases)
- Public transport quality class
- Population density (range from ... to ...)
- Employee density (range from ... to ...)
- Language region

In the result of the filtered data record, the percentage shares of ten means of transport are shown, divided by origin and destination transport. These include transport modality combinations such as "Kiss and Ride", "Bike and Ride" and "Park and Ride". In addition, the number of underlying routes for origin and destination transport are indicated in order to bolster the validity of the filtered result.

Process instructions for determining traffic volume per means of transport

The report includes a process manual that shows how to determine the traffic volume per means of transport for various questions with new or modified area uses. The integration of the electronic data pool and modal split tool in the SN 640 283 process sequence is also presented. Notes on estimating synergy and windfall effects are provided. Residential use data can be collected and considered according to the VSS research work [0].

Need for additional research: time series and improvement of parameters on traffic volume

With the connection of the microcensus data with other geographical data presented herein, there are research opportunities to investigate how the creation of the modal split tool can be used for other survey periods for MZMV e.g. 2005 and 2015 and time series analyses on behavioural changes with environment changes can be conducted. If needed, this would allow the effectiveness of transport policy measures to be investigated.

While the data situation concerning parameters on traffic generation was dealt with as part of this research project, it was not improved. Existing parameters were not relevantly improvable or correctable because of missing information. The available parameters are of low quality. There is further need for action in this regard. The researching body recommends creating and maintaining a data base such as TRICS in England. Corresponding private or corporate solutions are unknown and unlikely to be developed due to the high initial expense and subsequent acceptance issues by clients and courts. Therefore, the following approaches for creating and maintaining a database exist:

- Industry associations (VSS and/or SVI): In [1], as part of a VSS research project, a database of traffic volume rates was established, and recommendations were made for further financing for maintenance, operation and further development of this database. Industry associations investigated the feasibility of running such a database (online

⁹The modal split tool can be downloaded from <http://www.mobilityplatform.ch/>

submission and referencing of data, maintenance and preparation of data, etc.) The project is feasible, however, at the time, the costs were considered to be too high. VSS and/or SVI should make another try here.

- Cantons or Federal Government: TRICS was formed by 6 County Councils (similar to cantons or districts in Switzerland) as a consortium and is still owned by them. Interested users are paying a licencing fee. The fees finance surveys, database maintenance, ongoing updates and further developments. Cantons, being responsible for construction permits, or the Federal government should check whether they want to take on such a task. A government commitment is already being made by the Federal Government and the cantons in a similar fashion with the development and provision of transport models.

First and foremost, industry and government representatives (e.g. Federal Office for Spatial Development, Federal Statistical Office) should look into the possibility of creating a database. If this is not possible, enhanced traffic volume rates based on statistical data should be collected. Appropriate work could be commissioned by the SVI.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage und Aufgabenstellung

Raum- und Verkehrsplaner haben häufig die Auswirkung (kleinräumiger) Massnahmen hinsichtlich der Verkehrserzeugung und der Verkehrsmittelwahl abzuschätzen. Generell haben zur Abschätzung der Verkehrsnachfrage Verkehrsmodelle eine erhebliche Bedeutung erlangt. Doch geraten sie bei einigen typischen, im Planungsalltag benötigten Anwendungsfällen an ihre Grenzen oder sind nicht verfügbar. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn

- lokale Fragestellungen - wie z.B. neue Nutzungen für einzelne Parzellen - mit der groben Auflösung von Verkehrsbezirken in der Regel auf Gemeindeebene kollidiert,
- die Nachfrage im Binnenverkehr von Verkehrsbezirken abzuschätzen ist,
- der kontinuierliche Pflegeaufwand oder die benötigten Softwareprodukte die verfügbaren finanziellen Mittel übersteigen oder wenn
- zuverlässige Aussagen für den Fuss- und Veloverkehr getroffen werden sollen, für den zumeist auch bei multimodalen Modellen aufgrund nicht verfügbarer Zählraten keine Kalibration erfolgt.

In diesen Fällen besteht das Bedürfnis nach Verfahren zur einfachen Abschätzung der Verkehrserzeugung und der Verkehrsmittelwahl. Dazu kann z.B. das excelbasierte Berechnungsverfahren VerBau¹⁰ angewendet werden. Zudem haben sich in privaten Ingenieurbüros und öffentlichen Verwaltungen eine Vielzahl an Verfahrensweisen entwickelt. Diese sind oftmals Erfahrungswerte mit erheblichen Schwankungsbreiten, die zum Teil nicht öffentlich dokumentiert und daher nicht miteinander vergleichbar sind. Auch die wenigen kommerziellen Verfahren und Tools liefern häufig Kennwerte mit erheblichen Spannweiten und sind für breit abgestützte, konkrete Planaussagen häufig ungeeignet. Vor diesem Hintergrund stellen sich folgende Forschungsfragen:

- Welche verschiedenen Ansätze zur vereinfachten Abschätzung der Verkehrsnachfrage bestehen in der Schweiz und im benachbarten europäischen Ausland? Was sind die spezifischen Stärken und Schwächen dieser Ansätze? Für welche verkehrsplanerischen Fragestellungen eignen sich vielversprechende Verfahren?
- Welche Verfahren und Kennwerte sind bereits heute für die Schweiz verfügbar oder lassen sich aus dem Ausland auf die Schweiz übertragen? Was ist deren Qualität und worin besteht besonderer Weiterentwicklungsbedarf?
- Lassen sich aus den Erkenntnissen Empfehlungen ableiten, um Nachfrageabschätzungen für Verkehrsplanungen in der Schweiz für unterschiedliche Anwendungsfälle zu standardisieren?

Die Aufgabenstellung der Forschungsarbeit lässt sich somit wie folgt zusammenfassen:

- Bereitstellung und Beurteilung von bestehenden Kennwerten;
- Beurteilung bestehender Verfahren im Hinblick auf verschiedene konkrete Anwendungsfälle und Fragestellungen;
- Verbesserung bzw. Ermittlung von Kennwerten.

Die Ergebnisse werden in einer elektronischen Datensammlung von Kennwerten, einem neu entwickelten Modal-Split-Tool und mit diesem Schlussbericht, der auch die Verwendungen der Datensammlung und des Tools anwenderorientiert darstellt, dokumentiert.

¹⁰ Abschätzung des Verkehrsaufkommens durch Vorhaben der Bauleitplanung (VerBau)

1.2 Übersicht zum Vorgehen

Die folgende *Abb. 1* zeigt die Übersicht zu den einzelnen Arbeitsschritten (AS).

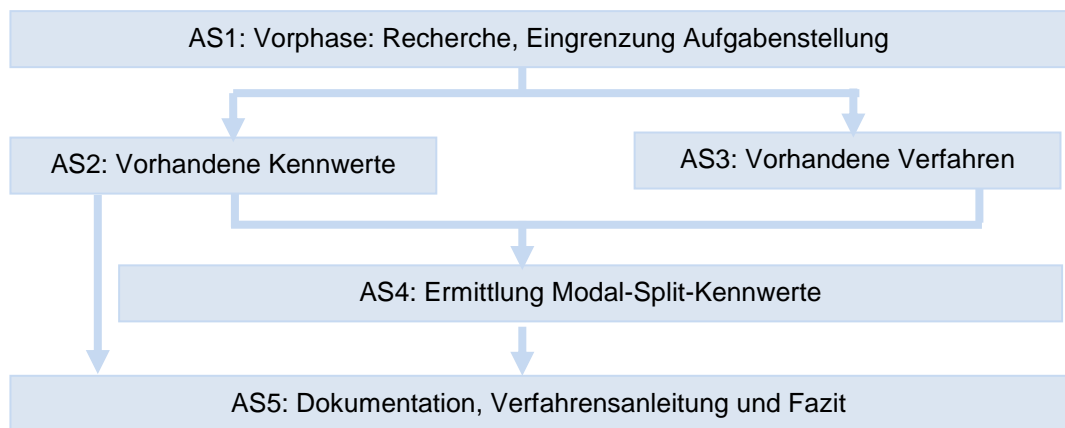


Abb. 1 Übersicht zum Vorgehen

Die einzelnen Arbeitsschritte stellen sich wie folgt dar:

- Vorphase (AS1): Auf Basis einer ersten fokussierten Analyse vorhandener Kennwerte und zugänglicher Verfahren wurde eine Eingrenzung der Aufgabenstellung vorgenommen. Ergebnis war, dass im Weiteren der Schwerpunkt auf die Verkehrsabschätzung bei neuen oder geänderten Arealnutzungen liegt.
- Vorhandene Kennwerte (AS2): Im Folgenden wurden Kennwerte zur Berechnung des Verkehrsaufkommens und des Modal-Splits im Zusammenhang mit Arealnutzungen recherchiert. Die Kennwerte werden grob beurteilt und in einer elektronischen Datensammlung zur Verfügung gestellt. Das Kapitel 2 dokumentiert die recherchierten Kennwerte und endet mit der Darstellung des Handlungsbedarfs zur Verbesserung der Kennwerte.
- Vorhandene Verfahren (AS3): Im Kapitel 3 werden die recherchierten Verfahren vorgestellt und beurteilt. Ihre Anwendung wird mittels eines Fallbeispiels dargestellt.
- Verbesserung/Ermittlung Kennwerte (AS4): Ziel der Forschungsarbeit ist auch die Bereitstellung neuer oder die Verbesserung der Qualität bestehender Kennwerte. Hier ist es gelungen, neue Kennwerte zur Abschätzung des Modal-Splits bei neuen oder geänderten Arealnutzungen zu ermitteln. Das entwickelte Modal-Split-Tool war dabei vom Verfahren TRICS inspiriert.
- Verfahrensanleitung und Schlussbericht (AS5): In Kapitel 5 wird mittels fiktiver Fallbeispiele die Anwendung der elektronischen Datensammlung und des Modal-Split-Tools erläutert.

Der Bericht endet mit einem Fazit insbesondere zum weiteren Forschungsbedarf.

1.3 Abgrenzungen

In dieser Forschungsarbeit werden die Begriffe «Verfahren» und «Kennwerte» wie folgt unterschieden:

- Kennwerte = «Rechenwerte», mittels denen das Verkehrsaufkommen durch Multiplikation mit Bezugswerten (wie z.B. Bruttogeschossfläche) oder der Modal-Split berechnet werden können
- Verfahren = Vorgehensweisen, um aus den Kennwerten (Kapitel 2) die Verkehrserzeugung zu ermitteln. Ein Verfahren kann im einfachsten Fall aus der Multiplikation mehrerer Kennwerte bestehen.

Die Forschungsarbeit behandelt Kennwerte und Verfahren zur Abschätzung der Veränderung der Verkehrsnachfrage bei einer geänderten oder neuen Nutzung von Bauzonen. Im Vordergrund standen zu Beginn der Arbeiten für Recherchen die folgenden Anwendungsfälle:

- Bildung (Universität, Berufsschule);
- Dienstleistungen;
- Dienstleistungen (Büroräumlichkeiten);
- Einzelhandel/Lebensmittel, Food/Non-Food;
- Fachmarkt;
- Hotel/Konferenzräume/Feriendorf;
- Industrie/Gewerbe/Produktion/Handwerk;
- Kultur/Freizeit/Sport;
- Mischformen Food/Non-Food, Fachmarkt;
- Multiplexkino;
- Restaurants/Gastronomie;
- Spital;
- Transport/Umschlag/Logistik.

Im Rahmen der Recherchen konnten nicht für alle Anwendungsfälle Kennwerte ermittelt werden. Es werden alle Anwendungsfälle/Nutzungen erfasst, zu denen Kennziffern recherchiert werden konnten (vgl. Kapitel 2). Kennwerte für den Nutzungstyp «Wohnen» werden im VSS-Forschungsprojekts «VSS2013/103 Verkehrsaufkommen von Wohnnutzungen» behandelt [0]. Sie sind nicht Gegenstand dieser Forschungsarbeit.

Verwendete Begrifflichkeiten entsprechen der Definition der angegebenen Quellen. Aufgrund schon ungenauer Abgrenzungen in den Primärquellen konnte diese hier nicht vereinheitlicht werden.

2 Kennwerte: Grundlagen und Aufbereitung

2.1 Grundlagen

Mit dem Ziel, eine elektronische Datensammlung zu erstellen, wurde zahlreiche Literatur gesichtet. Dazu gehört auch das VSS-Forschungsprojekt 2005/203 «Datenbank für Verkehrsaufkommensraten» in deren Rahmen eine Online-Datenbank erstellt und getestet wurde [1]. Da diese Online-Datenbank aber nicht mehr in Betrieb ist und auch die Ersteller der Datenbank diese nicht zur Verfügung stellen konnten, konnte diese Quelle hier nicht weiter berücksichtigt werden. Darüber hinaus wurden zwölf Quellen gefunden, die über Kennwerte verfügen, welche entweder direkt eine Abschätzung verkehrlicher Wirkungen angeben oder zur Berechnung dieser hinzugezogen werden können. Im Folgenden werden die Quellen kurz vorgestellt. Weitere in der Datensammlung nicht berücksichtigte Quellen sind im Anhang I.1.1.1I vorgestellt. Die im Anhang aufgeführten Quellen enthalten relevante Information, sind jedoch aus diversen Gründen nicht in die Kennwerttabelle eingeflossen (Begründung siehe Anhang I.1.1.1I).

Bundesamt für Strassen ASTRA (2009). Verkehrserzeugung durch Parkieranlagen [2]

In dieser Studie wurden Kennwerte erarbeitet, die von der Parkplatzzahl auf das (motorisierte) Verkehrsaufkommen einer Nutzung schliessen lassen. Die Autoren tätigten hierfür eine breite Sichtung schweizerischer, deutscher und österreichischer Literatur. Darüber hinaus wurden 25 konkrete Beispielfälle in der Deutsch- und Westschweiz ausgewertet und teilweise mit zusätzlichen Erhebungen vervollständigt. Aus diesen beiden Analyseansätzen wurden die Verkehrskennwerte für verschiedene Anwendungsfälle abgeleitet. Diese sind als Bandbreite unter Ausschluss von Extremwerten berechnet worden. Bei der Anwendung ist zu berücksichtigen, dass hinter den Werten nur geringe Fallzahlen stehen und diese folglich im Sinn von Richtwerten und Hinweisen zu verstehen und mit Unsicherheiten behaftet sind.

Tab. 1 Kennwerte der Quelle Bundesamt für Strassen ASTRA (2009) [2]

Vertretene Kategorien der Anwendungsfälle ¹¹	Kennwerteinheiten
Industrie/Gewerbe	%-MIV-Anteil
Dienstleistung	%-ÖV-Anteil
Einzelhandel	%-Fuss/Fahrradverkehr-Anteil
Bildung	PW-Fahrten / 100m ² BGF und Tag
	PW-Fahrten / Parkplatz und Tag
	PW-Fahrten / Parkfeld und Std
	PW-Fahrten / Parkfeld und Tag
	Personenwege / 100m ² VF / Tag
	Personenwege / 100m ² BGF und Tag

Willi E., Kim E., Akar D., Christe P., Tubandt N., Schweizer T. (2005). Publikumsintensive Einrichtungen PE: Planungsgrundlagen und Gesetzmässigkeiten [3]

Die Studie leistet einen Beitrag zur Verbesserung der Prognostizierbarkeit der verkehrlichen Auswirkungen von publikumsintensiven Einrichtungen (PE) und des Wissens über deren Bestimmungsgründe. Zur Definition des Begriffs PE wurde eine Literaturrecherche schweizerischer, deutscher, französischer, österreichischer und belgischer Literatur vorgenommen. Zusätzlich wurde die Literatur systematisch auf relevante Kennwerte gesichtet. Des Weiteren wurden 15 Beispielfälle verteilt auf die West- und die Deutschschweiz für die Berechnung der Kennwerte hinzugezogen. Neben bereits vorhandenen Unterlagen wurden an allen Orten der Beispielfälle Erhebungen, d.h. Befragungen und Zählungen, durchgeführt.

¹¹ Für Erläuterungen zu Kategorie und Kennwerteinheit siehe Kapitel 2.2.1

Tab. 2 Kennwerte der Quelle Willi et al. (2005) [3]

Vertretene Kategorien der Anwendungsfälle	Kennwerteinheiten
Industrie/Gewerbe/Produktion/Handwerk	Personenwege / 100m ² VF / Tag
Dienstleistung	PW-Fahrten / 100m ² VF / Tag
Einzelhandel	PP / 100m ² VF
Bildung	%-MIV-Anteil
Kultur/Freizeit/Sport	Personenwege / Tag
Wohngebiet	PW-Fahrten / Tag
Hotel/Konferenzräume/Feriendorf	PP / 100 Sitzplätze
Restaurants/Gastronomie	Personenwege / 100m ² VF und Tag
Transport/Umschlag/Logistik	

Schulz B., Schilter R. (2003). Publikumsintensive Einrichtungen Konsum und Freizeit [4]

Die Studie zeigt die Entwicklung der PE für Konsum (Einkaufszentren, Fachmärkte, große Verbrauchermärkte u.ä.) und Freizeit für die Zeitspanne von 1973 bis 2003 bezüglich Art der Anlagen, Standorte und Flächenbeanspruchung und die wichtigsten Bestimmungsfaktoren dieser Entwicklung auf. Literatur und statistische Grundlagen als Basis für die Studie waren nur begrenzt verfügbar. So wurde im Rahmen der landesweiten Betriebszählungen die Verkaufsfläche lediglich im Jahr 1995 geocodiert erhoben. Es lagen deshalb keine vergleichbaren Zahlen mit denen die Entwicklung des Detailhandels in den betrachteten 30 Jahren genauer hätte analysiert werden können. Nichtsdestotrotz gaben die Autoren eine Einschätzung über Verkehrsaufkommen der oben beschriebenen PE ab.

Tab. 3 Kennwerte der Quelle Schulz und Schilter (2003) [4]

Vertretene Kategorie der Anwendungsfälle	Kennwerteinheiten
Kultur/Freizeit/Sport	Personen in 1000 / Tag und ha

Bosserhoff D. (2005). Hessisches Landesamt für Strassen- und Verkehrswesen, Abschätzung des Verkehrsaufkommens aus Vorhaben der Bauleitplanung [5]

Die Arbeit besteht aus zwei inhaltlich aufeinander aufbauenden Teilen. In Teil 1 werden grundsätzliche Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen Verkehrsplanung und räumlicher Planung beschrieben. Teil 2 enthält eine detaillierte Darstellung des Vorgehens für die Abschätzung des Verkehrsaufkommens von Wohnnutzungen, gewerblich genutzten Flächen, Einzelhandel- und Freizeiteinrichtungen, Dienstleistungen und sonstigen verkehrsintensiven Einrichtungen inklusive der erforderlichen Kennwerte. Zur Fortschreibung der Veröffentlichung [5], die wegen veralteter Kennwerte von Herausgeber zurückgezogen wurde, gibt es das Excel-Programm Ver_Bau [5a], das gemäße Herausgeber jährlich aktualisiert und ergänzt wird. Die enthaltenen Praxisbeispiele veranschaulichen die Vorgehensweise für den Anwender.

Tab. 4 Kennwerte der Quelle Dietmar Bosserhoff (2005) [5]

Vertretene Kategorien der Anwendungsfälle	Kennwerteinheiten
Transport/Umschlag/Logistik	PW-Fahrten/ 100m ² BGF
Industrie/Gewerbe/Produktion/Handwerk	
Dienstleistung	
Hotel/Konferenzräume/Feriendorf	
Restaurants/Gastronomie	
Einzelhandel	
Bildung	

FGSV (2006). Hinweise zur Schätzung des Verkehrsaufkommens von Gebietstypen, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Verkehrsplanung, 2006 [6]

Die «Hinweise zur Schätzung des Verkehrsaufkommens von Gebietstypen» wurden mit der Zielsetzung erarbeitet, ein überschlüssiges und einfach anzuwendendes Verfahren anzubieten, mit dem das Verkehrsaufkommen für unterschiedliche Nutzungstypen mit ausreichender Genauigkeit ermittelt werden kann. Die Arbeit beschreibt die konkrete Vorgehensweise und enthält die erforderlichen Kennwerte zur Berechnung des Verkehrsaufkommens. Mehrere Fallbeispiele dienen der Veranschaulichung der Vorgehensweise bei der Abschätzung.

Tab. 5 Kennwerte der Quelle FGSV (2006) [6]

Vertretene Kategorien der Anwendungsfälle	Kennwerteinheiten
Industrie/Gewerbe/Produktion/Handwerk	PW-Fahrten/ 100m2 BGF
Dienstleistung	PW-Fahrten/ 100m2 GFL (GFL: betrieblich genutzte Grundfläche (mit Frei-/Erschliessungsflächen inkl. Parkplätze))
Hotel/Konferenzräume/Feriedorf	
Restaurants/Gastronomie	
Einzelhandel	PW-Fahrten/ 100m2 GRL (GRL: Gebäudegrundfläche (= BGF bei eingeschossigen Gebäuden))
Bildung	
Kultur/Freizeit/Sport	PW-Fahrten/ 100m2 GGF (GGF: betrieblich genutzte Grundfläche (mit Grün-/Pflanzflächen, ohne Parkplätze))
Transport/Umschlag/Logistik	%-LW Anteil

Baudirektion Kanton Zürich, Bildungsdirektion Kanton Zürich und Volksschulamt (2012). Empfehlung für Schulhausanlagen [7]

Mit der Revision des Finanzausgleichs per 1. Januar 2012 erhielten die Schulbaurichtlinien eine andere Bedeutung und Verbindlichkeit. Die Gemeinden erhalten seit der Revision für ihre Schulhausanlagen keine Staatsbeiträge mehr, weshalb gemäss § 3a Abs. 3 Volksschulverordnung, ebenfalls in Kraft seit dem 1. Januar 2012, die Bildungsdirektion und die Baudirektion nur noch gemeinsame Empfehlungen über Mindestanforderungen, Richtraumflächen und weitere Erfordernisse an Schulhausanlagen erlassen.

Tab. 6 Kennwerte der Quelle Baudirektion Kanton Zürich, Bildungsdirektion Kanton Zürich und Volksschulamt (2012) [7]

Vertretene Kategorien der Anwendungsfälle	Kennwerteinheiten
Bildung	Flächenmasse für Klassenzimmer

Regierungsrat des Kantons Basel-Stadt (2013). Parkplatzverordnung 730.310 [8]

Die kantonale Parkplatzverordnung regelt die Anzahl zulässiger Parkplätze bei Bauten und Anlagen auf Privatgrund. Die zulässige Anzahl Parkplätze bemisst sich anhand der Nutzungsart (z.B. Wohnen, Gewerbe oder Lager) sowie der Erschliessungsqualität durch den öffentlichen Verkehr am jeweiligen Standort. Die kantonale Parkplatzverordnung leistet einen Beitrag dazu, das Verkehrsaufkommen auf einem stadt- und umweltverträglichen Niveau zu halten, indem sie eine maximal zulässige Parkplatzzahl festlegt.

Tab. 7 Kennwerte der Quelle Regierungsrat des Kantons Basel-Stadt (2013) [8]

Vertretene Kategorien der Anwendungsfälle	Kennwerteinheiten
Dienstleistung	Fahrten /PP/Tag
Einzelhandel	PP/Angestellte
Hotel/Konferenzräume/Feriedorf	PP/m2 0-500 BGF für Ladengeschäfte
Kultur/Freizeit/Sport	PP/m2 1000-2000 BGF für Ladengeschäfte
Restaurants/Gastronomie	PP/m2 2000-3000 BGF für Ladengeschäfte
Wohngebiet	PP/m2 3000-4000 BGF für Ladengeschäfte
	PP/m2 4000-5000 BGF für Ladengeschäfte
	PP/m2 5000-10000 BGF für Ladengeschäfte
	PP/m2 500-1000 BGF für Ladengeschäfte
	PP/Wohnung resp. Haus + (ggf. falls Wohnung >= 140m2 oder 5 Zimmer)

Kanton Basel-Landschaft (2008). Richtlinie Büroausstattung Basel Landschaft [9]

Die Richtlinie Büroausstattung beschreibt Regeln und Systematik nach welchen das Hochbauamt BL den Aufbau und die Aufstellung von Büroarbeitsplätzen plant bzw. vorgibt. Sie dient als Grundlage für Einrichtungsentscheidungen und Flächenberechnungen in Büroräumlichkeiten. Spezialarbeitsplätze wie beispielsweise Laborarbeitsplätze sind nicht Bestandteil dieser Richtlinie.

Tab. 8 Kennwerte der Quelle Kanton Basel-Landschaft (2008) [9]

Vertretene Kategorien der Anwendungsfälle	Kennwerteinheiten
Dienstleistung (Büroräumlichkeiten)	Minimal Arbeitsplatzvolumen in m ³

Bundesministerium für Verkehr (BMV) (1995). Verkehrliche Mindestanforderungen an die Regional- und Landesplanung in den neuen Bundesländern [10]

Diese Quelle ist leider vergriffen und aktuell nur noch in Deutschen Bibliotheken verfügbar. Die Kennwerte wurden von einer Internetseite am 18.08.2016 abgerufen.

Tab. 9 Kennwerte der Quelle BMV (1995) [10]

Vertretene Kategorien der Anwendungsfälle	Kennwerteinheiten
Wohngebiet	Personenwege/ha
Kultur/Freizeit/Sport	PW-Fahrten / Tag
Hotel/Konferenzräume/Feriendorf	PW-Fahrten / Stunde

Essex County Council (2009). Parking Standards – Design and Good Practice [11]

Der Leitfaden für Parkplätze in Essex ist ein Resultat von Befragungen und Ortsanalysen. Die Richtlinien sind in erster Linie für Planungsbehörden interessant. Es werden Empfehlungen zur Parkplatzbereitstellung für Wohn-, Geschäftszonen sowie freizeithlich genutzte Areale abgegeben.

Tab. 10 Kennwerte der Quelle Essex County Council (2009). [11]

Vertretene Kategorien der Anwendungsfälle	Kennwerteinheiten
Einzelhandel	PP/100m ² BGF
Dienstleistung	PP/100m ² BGF für Angestellte und PP/100m ² BGF für Kunden
Restaurants/Gastronomie	Motorrad-PP und Motorrad-PP/100 PW-PP für die ersten 100 PW-PP (dann Motorrad-PP/100 PW-PP)
Kultur/Freizeit/Sport	Platz /100m ² BGF
Industrie/Gewerbe/Produktion/Handwerk	PP/100m ² BGF für Angestellte + PP/100m ² BGF für Kunden
Transport/Umschlag/Logistik	PP/100m ² BGF für Angestellte + PP/100m ² BGF für Kunden od. Besucher
Hotel/Konferenzräume/Feriendorf	PP/Zimmer
Wohngebiet	PP/Angestellte und PP/Zimmer
	PP/FTE für Angestellte + PP/Betten für Besucher
	PP/Angestellte
	PP/Wohnung resp. Haus

Department for Communities and Local Government (2006). Planning Policy Guidance 13 Transport [12]

Die Ziele der «Planing Policy Guidance 13» sind die Verkehrsplanung auf einem nationalen, regionalen, strategischen und lokalen Level zu verankern sowie den nachhaltigen Verkehr sowohl für den Personen- als auch den Güterverkehr zu fördern. Hierfür haben die britischen Behörden verbindliche Grundsätze erarbeitet, die den motorisierten Individualverkehr reduzieren sollen.

Tab. 11 Kennwerte der Quelle Department for Communities and Local Government (2006) [12]

Vertretene Kategorien der Anwendungsfälle	Kennwerteinheiten
Einzelhandel	PP/100m ² BGF
Kultur/Freizeit/Sport	PP/Sitze
Kultur/Freizeit/Sport	PP/100m ² BGF
Dienstleistung	PP/100m ² BGF
Bildung	PP/Angestellte + PP/Student PP/Sitz

VSS (2013). SN 640 283 Parkieren – Verkehrsaufkommen von Parkierungsanlagen von Nicht-Wohnnutzungen [13]

Die Norm enthält Richtwerte für die Abschätzung des Verkehrsaufkommens von Parkierungsanlagen, des Modal-Splits und des Fahrzeug-Besetzungsgrades für verschiedene Nutzungstypen.

Tab. 12 Kennwerte der Quelle VSS (2013) [13]

Vertretene Kategorien der Anwendungsfälle	Kennwerteinheiten
Industrie	PW-Fahrten / 100m ² BGF und Tag
Dienstleistungen	PW-Fahrten / 100m ² BGF und Tag
Bildung (Universität, Berufsschule)	PW-Fahrten / 100m ² BGF und Tag
Spital	PW-Fahrten / 100m ² BGF und Tag
Multiplexkino	PW-Fahrten / 100 Sitzplätze und Tag
Einzelhandel Lebensmittel	PW-Fahrten / 100m ² BGF und Tag
Food/Non-Food	PW-Fahrten / 100m ² VF und Tag
Fachmarkt	PW-Fahrten / 100m ² VF und Tag
Mischformen Food/Non-Food, Fachmarkt	PW-Fahrten / 100m ² VF und Tag

2.2 Datensammlung

Die vorgängig vorgestellten Studien wurden systematisch ausgewertet. Für jeden Kennwert und dessen Einheit wurden weitere Variablen, die für die Anwendung relevante Informationen enthalten, in der Datensammlung erfasst. In Kapitel 2.2.1 wird dargestellt hinsichtlich welcher Informationen die Studien ausgewertet wurden. Für einzelne Informationen werden Anzahl oder Umfang der gefundenen Angaben ausgewiesen.

Des Weiteren enthält die Datensammlung eine Einschätzung der Qualität der Kennwerte. In Kapitel 2.2.2 sind die Methodik und die Resultate der Qualitätsbeurteilung dargelegt.

In Kapitel 2.2.3 wird die Struktur der Datensammlung bestehend aus Informationen zum Kennwert, zu denen Angaben vorlagen, und der Beurteilung der Kennwerte zusammenfassend dargestellt.

2.2.1 Kennwerte

Kennwerte sind «Rechenwerte», mittels denen das Verkehrsaufkommen durch Multiplikation mit Bezugswerten (wie z.B. Bruttogeschossfläche) oder der Modal-Split berechnet werden können. Kennwerte können nur dann sinnvoll angewendet werden, wenn nicht nur deren Wert, sondern auch möglichst viel über deren Geltungsbereich bekannt ist. Um ein möglichst detailliertes Bild des jeweiligen Geltungsbereichs zu geben, wurden zusätzlich zum Namen, dem Kennwert und dessen Einheit weitere kennwertspezifische Informationen in der Datensammlung festgehalten. Im Folgenden werden die in der Datensammlung festgehaltenen Informationen vorgestellt.

Kennwertbezeichnung

Kennwerttyp

In der im Rahmen der Studie erstellten Datensammlung wurden insgesamt 457 Kennwerte festgehalten. Um einen Überblick über die Art der gefundenen Kennwerte zu vermitteln, wurden diese in acht Typen eingeteilt. *Abb. 2* zeigt die Anzahl Kennwerte pro Kennwerttyp. Die Grafik verdeutlicht, dass heutige Erhebungen von Kennwerten in der Regel stark MIV-orientiert sind. 47% aller Kennwerte der Tabelle dienen zur Berechnung von PW-Fahrten und 25% zur Ermittlung des Schwerverkehrs-Anteils (SV-Anteils).

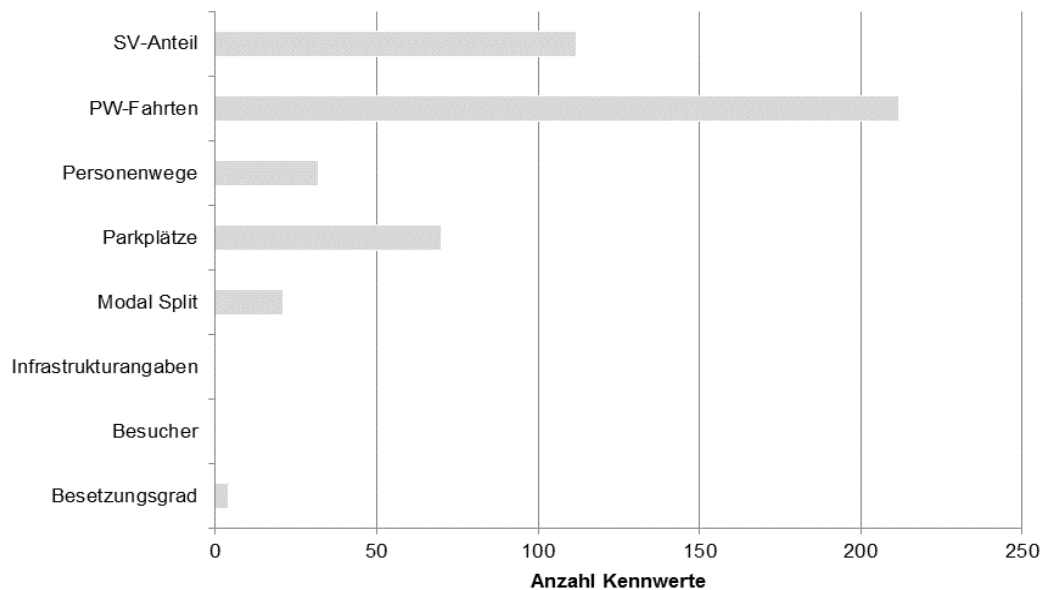


Abb. 2 Anzahl Kennwerte pro Kennwerttyp

Name

Der Name ist die präzise Bezeichnung des Kennwerts und enthält Informationen zur Einheit sowie, falls vorhanden, Zeitangaben (z.B. Verkehrsaufkommensrate pro Tag Spitzenstunde Einzelhandel Zentral).

Kennwert

Kennwert

Der Kennwert ist der charakteristische Zahlenwert, der zur Berechnung des Verkehrsaufkommens in einem spezifischen Fall herbeigezogen oder direkt verwendet werden kann. Kennwerte liegen in Form von Einzelwerten oder bei Angaben von Spannweiten als Minimal- und Maximalwert vor. **Unter den in Kapitel 2.1 genannten Quellen sind zwei Publikationen, deren Kennwerte in der Datensammlung nicht ausgewiesen werden dürfen, da die Daten lizenzpflichtig sind.¹² Die Kennwerte sind in der Datensammlung ohne Angabe des Zahlenwertes erfasst. Die Zahlenwerte müssen in der Originalpublikation gegen Zahlung der Lizenzgebühren eingesehen werden.**

Einheit

Insgesamt sind 40 verschiedene Kennwerteinheiten (z.B. PW-Fahrten / Parkfeld und Tag) in der Kennwerttabelle vertreten.

¹² Bosserhoff D. (2001, mit jährlichen Aktualisierungen) und VSS (2013)

Zeitangaben

Tageszeit

Beschreibt, für welche Tageszeit(en) der Kennwert gilt. Hier wurden Kennwerte gefunden, die für eine Spitzenstunde, eine durchschnittliche Stunde oder den Tageswert gültig sind. Die Tageszeitverteilung ist insofern von Interesse, da das Verkehrsaufkommen oft starken tageszeitlichen Schwankungen unterliegt.

Für alle bis auf zwei Kennwerte ist die tageszeitliche Verteilung spezifiziert. Bei den beiden nicht spezifizierten Werten handelt es sich um zeitunabhängige Kennwerte¹³.

Wochentag

Beschreibt an welchen (Wochen-)Tagen der jeweilige Kennwert gültig ist. Die Wochentage geben Aufschluss, ob es sich um Werk- oder Wochenendtage und im Fall von Einzelhandel um Öffnungszeiten handelt. Die meisten Kennwerte sind für Werktagen vorliegend (Mo-Fr, 38%). Für 34% der Kennwerte wurde nicht spezifiziert, an welchen Wochentagen der Kennwert gültig ist.

Arealspezifische Informationen

Anwendungsfall – Kategorie

Die recherchierten Kennwerte wurden neun Kategorien zugeordnet, die sich anhand der vorgesehenen Verwendung des betrachteten Areals abgrenzen. *Abb. 3* listet die neun Kategorien mit ihrer Häufigkeit in der Kennwerttabelle auf. Ein Drittel der erfassten Kennwerte weisen Werte für Verkehrserzeugung durch Einzelhandel aus. Darauf folgen mit je annähernd 20% der Kennwerte, die Verkehrsaufkommensabschätzungen für die Anwendungsfälle Dienstleistung und Kultur/Freizeit/Sport.

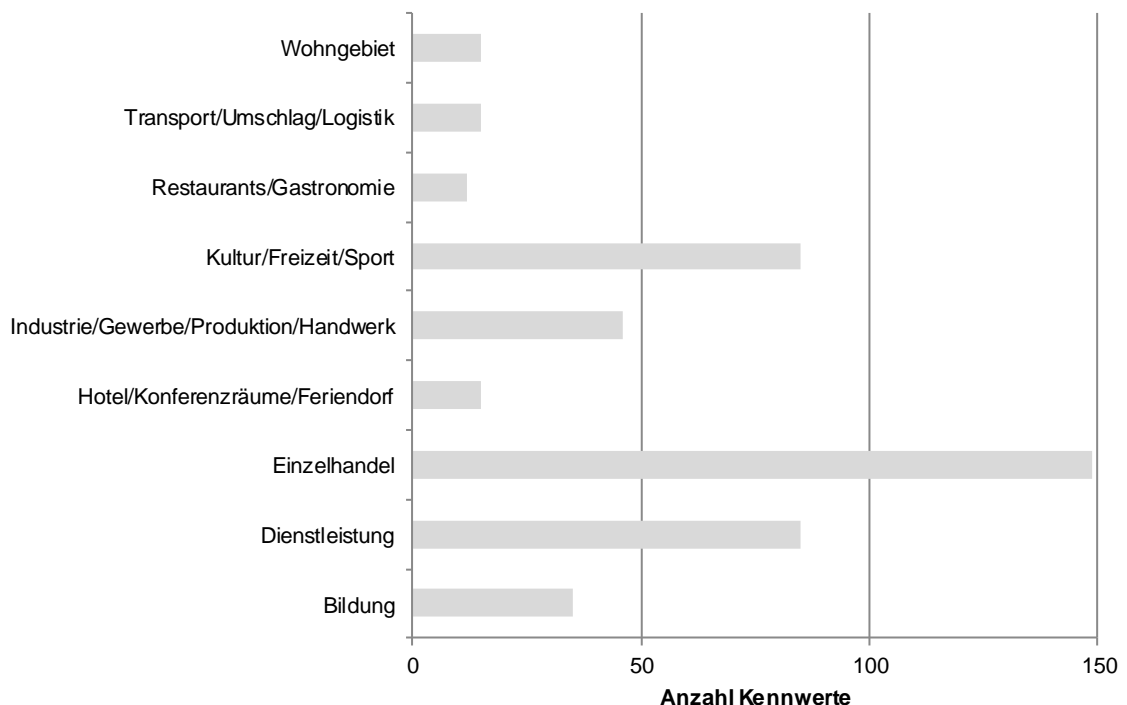


Abb. 3 Anzahl Kennwerte pro Nutzungskategorie

¹³ Es sind die für «Flächenmasse für Klassenzimmer»

Anwendungsfall - Spezifische Nutzung

Ähnlich wie die «Kategorie» beschäftigt sich die «spezifische Nutzung» mit dem Nutzungszweck des betrachteten Areals. Die Nutzung ist die spezifische Information über die Arealverwendung. Beispielsweise kann ein Kennwert der Kategorie «Kultur/Freizeit/Sport» bei der Nutzung «Zoo», «Kino», etc. ausweisen. Insgesamt flossen Kennwerte für 100 verschiedene Nutzungen in die Datensammlung ein.

Im Folgenden werden die Nutzungen der Anwendungsfallkategorie Einzelhandel¹⁴ genauer betrachtet.

Obschon Einzelhandel ein sehr breit gefasster Begriff ist und zu erwarten ist, dass das Verkehrsaufkommen je nach angebotenen Produkten stark variiert, wurde in zahlreichen Fällen darauf verzichtet eine weitere Spezifizierung vorzunehmen (siehe Abb. 4 «k.A.»). Inwiefern Kennwerte ohne spezifizierte Nutzung verwendbar sind, wird in Kapitel 2.2.2 diskutiert.

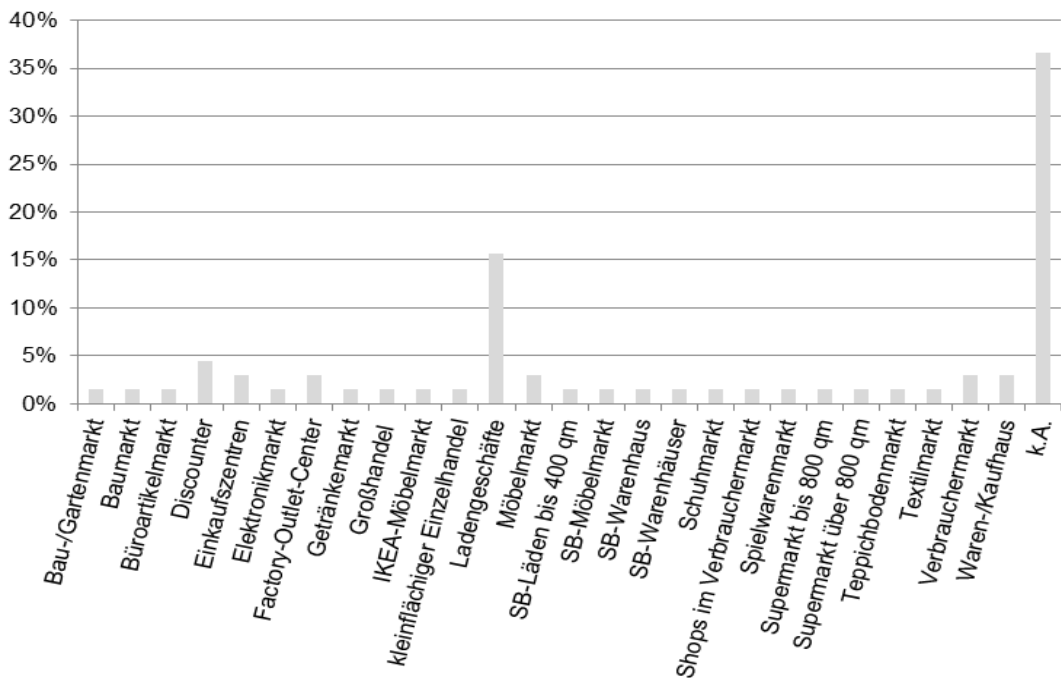


Abb. 4 Prozentualer Anteil der Nutzung an der Kategorie Einzelhandel

Lagetyp

Der Lagetyp beschäftigt sich mit der räumlichen Lage des betrachteten Areals. Die Lage eines betrachteten Areals ist insofern wichtig, als dass beispielsweise ein peripherer Einzelhandel ganz andere Verkehrsaufkommen sowohl in der Menge als auch im Modal-Split generieren wird als derselbe Einzelhandel an zentraler Lage.

Fast 60% der Kennwerte sind gemäss ihren Quellen für alle Lagen gültig (vgl. Abbildung 5). Ein Teil der Kennwerte mit Lagetyp «alle Lagen» wurde aus den zusammengezogenen Daten der peripheren und zentralen Erhebungsorte berechnet. Da diese jedoch nicht zwingend in der Anzahl Erhebungen übereinstimmen, über eine allfällige Gewichtung der peripheren und zentralen Daten keine Angabe gemacht wird und vor allem die Stichproben tendenziell klein gehalten wurden, sei dahingestellt wie vertrauenswürdig die Information tatsächlich ist (siehe Kapitel 2.2.2). Mit keiner weiteren Angabe (k.A.) zur Lage haben 34% der Kennwerte noch weniger Informationen für eine adäquate Anwendung dieser. Lediglich 12% aller Kennwerte verfügen über eine Differenzierung ihres räumlichen Geltungsbereichs.

¹⁴ Es wurde die Kategorie Einzelhandel ausgewählt, da diese mit 33% aller Kennwerte die grösste Kategorie ist.

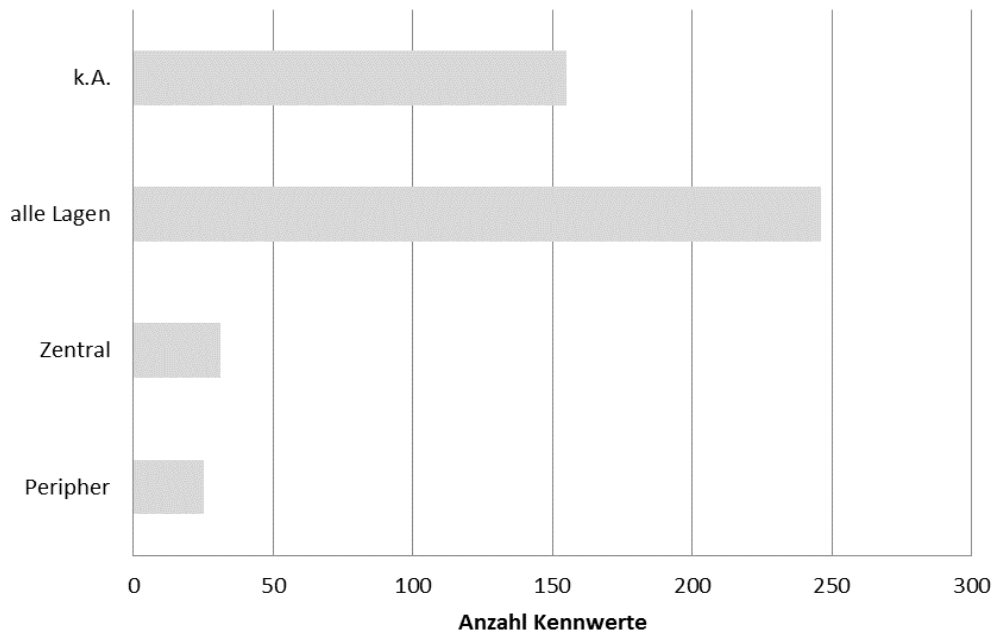


Abb. 5 Anzahl Kennwerte pro Lagetyp

Parkplatzverfügbarkeit

Da die Verfügbarkeit von Parkplätzen auf einem Areal wesentlich den Modal-Split und das Verkehrsaufkommen beeinflusst, sind Angaben diesbezüglich wichtig. Bei der Auswertung der recherchierten Kennwerte wurde geprüft, ob die Information vorliegt. Diese Information wurde aber in keiner der betrachteten Studien publiziert. Deshalb enthält die Kennwertdatei auch keine diesbezüglichen Angaben.

Siedlungsdichte

Die Siedlungsdichte ist definiert als die Anzahl Einwohner pro Quadratkilometer Siedlungsfläche (einschliesslich der Verkehrsflächen). Kennwerte zum Verkehrsaufkommen in Relation mit der Siedlungsdichte sind aufgrund der Diskussionen um Nutzungsmischungen und Verdichtung von grossem Interesse. Bei der Auswertung der recherchierten Kennwerte wurde geprüft, ob die Information vorliegt. Diese Information wurde aber in keiner der betrachteten Studien publiziert. Deshalb enthält die Kennwertdatei auch keine diesbezüglichen Angaben.

Verkehrsmittel

Das «Verkehrsmittel» weist den/resp. die Verkehrsmittel aus, für den der Kennwert gültig ist. Insgesamt wurden für sieben verschiedene Verkehrsmittel/ Verkehrsmittelgruppen Werte zusammengetragen. Wie bereits vorgängig angedeutet sind Verkehrskennwerte heute stark MIV-orientiert. Wie *Abb. 6* zeigt, geben 82% der Kennwerte Auskunft für die Verkehrsmittel MIV, PW, PW+LW.

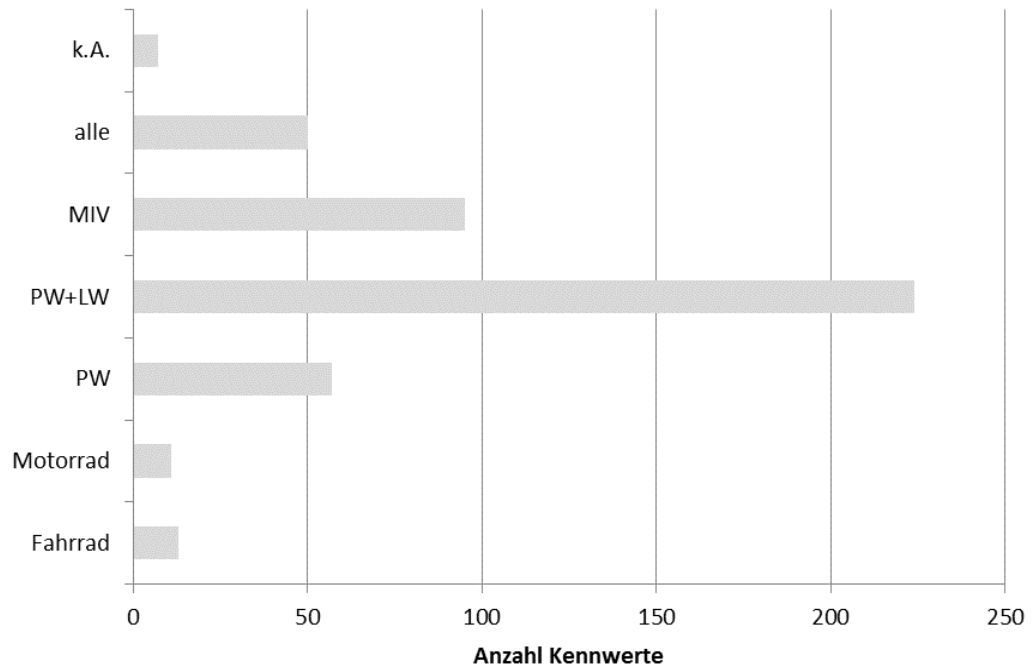


Abb. 6 Anzahl Kennwerte pro Verkehrsmittel

Land

Da Kennwerte für Verkehrsaufkommensraten unter anderem stark von der lokalen Kultur, den Quell-Ziel-Distanzen und anderen länderspezifischen Merkmalen abhängig sind, wurde das Land der Datenerhebung aufgeführt. Es wurden Kennwerte für die Schweiz (33% aller Kennwerte), Deutschland (58% aller Kennwerte) und Grossbritannien (9% aller Kennwerte) festgehalten.

Erhebungsmethode

Art der Erhebung

Die Art der Erhebung beschreibt, wie die Daten erfasst wurden, auf deren Basis die Kennwerte beruhen. Die Datenerhebung kann entweder *manuell* (durch Zählpersonal) oder *automatisch* (durch entsprechende Instrumente) getätigt werden. Unter manueller Datenerhebung wird die Datenerfassung durch Personal, welches diese an dem Erhebungsort durch Zählen erhebt, verstanden. Dieses Verfahren ist personal- sowie zeitaufwändig und entsprechend teuer. Eine Alternative zur manuellen Datenerfassung ist die automatische, bei der mit Hilfe von Sensoren Zählungen durchgeführt werden.

Datum

Genauere Daten des Erhebungszeitraums sind insofern von Interesse, als dass sie über mögliche saisonale Verkehrsschwankungen oder Einflüsse bedingt durch Grossanlässe Aufschluss geben können. Beispielsweise ist anzunehmen, dass eine Outdoor-Tennisanlage in Sommer mehr Verkehr erzeugt als in Wintermonaten.

Erhebungsstandort

Der/die Erhebungsstandort/e geben Aufschluss über regionale Spezifika, die möglicherweise einen Kennwert beeinflussen.

Anzahl Erhebungsobjekte

Die Stichprobengrösse im engeren Sinn bezeichnet die Anzahl der erhobenen Personen im Rahmen einer Erhebung. Eine Zählung am selben Objekt während 15 Minuten weist eine geringere Stichprobengrösse (weniger erfasste Personen) auf als eine ganztägige Erhebung (mehr erfasste Personen). Für keinen der gefundenen Kennwerte wurde diese Information publiziert. Deshalb enthält die Kennwertdatei auch keine diesbezüglichen Angaben.

Weitere Erhebungsinhalte

Enthält weitere Informationen über die Erhebung der Rohdaten, die für Kennwert-Anwender von Interesse sein könnten.

Ergänzungen

Kommentare

Enthält weitere Informationen, die für Kennwert-Anwender von Interesse sein könnten. Dies können Angaben zu den Quellen sein, oder Hinweise auf starke Abweichungen eines Kennwerts gegenüber einem vergleichbaren Kennwert aus einer anderen Quelle.

2.2.2 Qualitätsbeurteilung

Ziel der Beurteilung der Kennwertqualität ist es, dem Anwender der im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Datensammlung eine Einschätzung des Forschungsteams zur Qualität des jeweiligen Kennwertes an die Hand zu geben. Jeder Kennwert ist hinsichtlich seiner Qualität beurteilt und die in einer von vier Kategorien zugeordnet:

- Gute Qualität (Grün);
- Mittlere bis gute Qualität (Gelb);
- Mittlere Qualität (Orange);
- Schlechte resp. nicht bewertbare Qualität (Rot).

Eine fundierte Qualitätsbeurteilung ist aufgrund von fehlenden Grundlagen (beispielsweise die Anzahl erfasster Wege in einer Erhebung oder das effektive Erhebungsjahr) nicht möglich. Die Beurteilung erfolgt daher aufgrund der vorhandenen Daten. Rot eingestufte Kennwerte können verwendet werden, sind aber entsprechend mit grösserer Vorsicht einzusetzen als Kennwerte der grünen Kategorie.

Die Beurteilung der Qualität der Kenngrössen erfolgt auf Basis der folgenden Attribute:

- Streubreite;
- Spezifität (d.h. wie exakt ist der Kennwert definiert);
- Anzahl Erhebungen;
- Aktualität.

Die vier genannten Attribute stehen in einer gewissen Abhängigkeit zueinander. So ist z.B. zu erwarten, dass mit abnehmender Spezifität (d.h. nicht genau spezifiziertes Attribut wie z.B. der Lagetyp «alle Lagen» statt konkreter Angaben wie «zentrale Lage» oder «periphere Lage») die Streubreite des Kennwerts zunimmt. Ebenso ist die Streubreite von der Anzahl Erhebungen abhängig.

In einem ersten Schritt werden für jeden Kennwert die vier Attribute auf einer Skala von 0 bis 3 bewertet, wobei 3 die beste Note darstellt. In einem zweiten Schritt wird aus den vier Einzelbewertungen eine Gesamtbeurteilung für den jeweiligen Kennwert abgeleitet. Die vier Kriterien werden dabei gleich gewichtet. Anhand dieser Gesamtbeurteilung wird der Kennwert in eine der vier Kategorien «grün», «gelb», «orange» und «rot» eingeteilt:

Im Folgenden wird beschrieben, wie die Beurteilung der vier Attribute vorgenommen und wie anschliessend die Gesamtbeurteilung hergeleitet wurde.

Streubreite

Für die Kennwerte sind entweder Einzelwerte im Sinne eines mittleren Wertes oder Spannbreiten (Minimum und Maximum) angegeben. Die eigentliche Streuung (Standardabweichung) kann aus den verfügbaren Grundlagen nicht bestimmt werden. Das Minimum und Maximum geben zwar Hinweise, in welchem Bereich die Werte streuen, aus den Eckwerten wird aber nicht ersichtlich, ob es sich um seltene Extremwerte oder häufiger vorkommende Werte handelt. Als Mass für die Streubreite wird daher eine normierte maximale Abweichung vom Mittelwert des Minimal- und Maximalwertes definiert:

$$\text{Streumass} = (\text{Max} - (\text{Max} + \text{Min}) / 2) / ((\text{Max} + \text{Min}) / 2)$$

Werte mit kleiner Streuung weisen ein Streumass nahe bei 0 auf. Werte mit grosser Streuung weisen Streumasse nahe bei 1 auf. Für die Beurteilung wird die Spannweite des Streumasses in vier gleichmässige Bereiche unterteilt und bepunktet:

- $\text{Streumass} \leq 0.25 \rightarrow 3$ Punkte;
- $0.25 < \text{Streumass} \leq 0.50 \rightarrow 2$ Punkte;
- $0.50 < \text{Streumass} \leq 0.75 \rightarrow 1$ Punkt;
- $0.75 < \text{Streumass} \rightarrow 0$ Punkte;
- Einzelwert $\rightarrow 0$ Punkte.

Das untenstehende Histogramm der Kennwertstrebereiten verdeutlicht, dass die meisten Kennwerte eine grosse Streubreite aufweisen, so haben 25% aller Kennwerte, für die eine Streubreite berechnet werden konnte, ein Streumass über 0.75. 23% der Kennwerte verfügen über ein kleines Streumass.

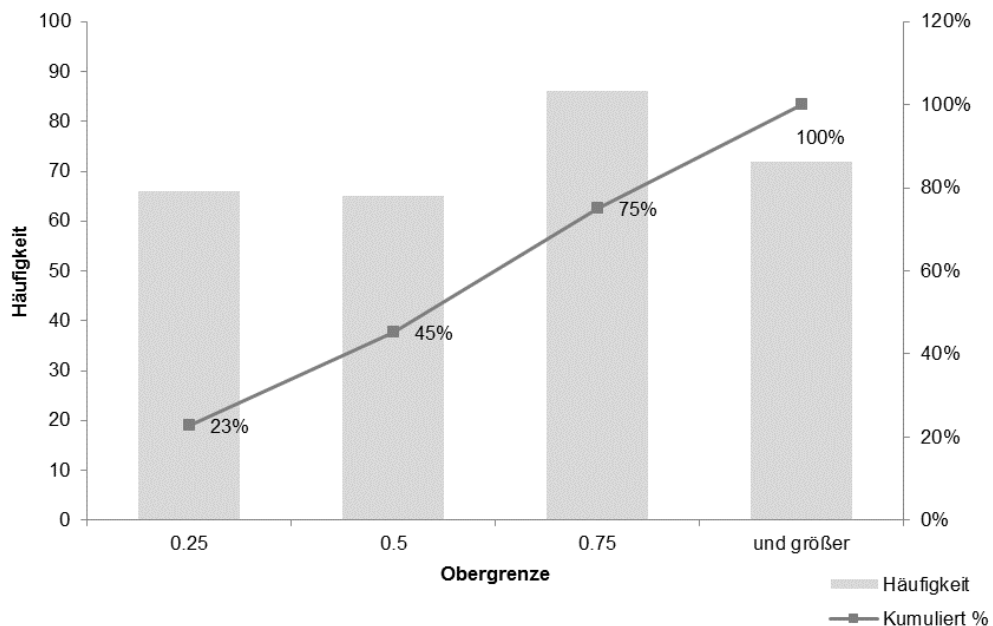


Abb. 7 Histogramm der Kennwertstrebereiten

In der Grafik nicht berücksichtigt ist etwa ein Drittel der über 400 gefundenen Kennwerte, für die keine Angaben zur Streubreite vorliegen. Für diese Kennwerte liegen nur Einzelwerte vor.

Spezifität

Die Kennwerte in der Datensammlung sind unterschiedlich spezifisch. Einige Kennwerte sind präzise bezeichnet mit detaillierter Nutzungsangabe (z.B. Krankenhaus), der Angabe zum Wochentag (z.B. werktags) und konkreten Angaben zum Lagetyp (z.B. zentrale Lage). Andere Kennwerte hingegen sind wenig spezifisch: Die Angaben zur Nutzung sind sehr breit gefasst (z.B. Einzelhandel ohne weitere Angaben) und es fehlen ebenso Hinweise zum Wochentag wie zur konkreten Lage (z.B. alle Lagen). Für die Anwendung sind spezifischere Kennwerte natürlich deutlich wertvoller.

Für die Beurteilung der Spezifität werden die folgenden Attribute betrachtet, einzeln beurteilt und dann aufsummiert und normiert, sodass die maximale Punktzahl für die Spezifität 3 beträgt.

- **Anwendungsfall**
Ein Anwendungsfall ist unterteilt in eine Kategorie (Bildung, Dienstleistung, Einzelhandel etc.) und in eine Nutzung (Hochschule, Finanz- und Dienstleistungssektor, Elektronikmarkt etc.). Bei einigen Kennwerten fehlt eine nähere Angabe zur Nutzung («k.A.»). Fehlt die Nutzungsangabe nicht, gibt es 1.5 Punkte.
- **Wochentag**
Beim Wochentag wird differenziert nach Werktagen, Wochenenden etc. Bei einigen Kennwerten fehlt eine entsprechende Angabe («k.A.»). Fehlt die Angabe des Wochentags nicht, gibt es 0.75 Punkte.
- **Lagetyp**
Beim Lagetyp wird unterschieden zwischen «alle Lagen», «zentrale Lage» und «periphere Lage». Bei einigen Kennwerten fehlt eine entsprechende Angabe («k.A.»). Für «keine Angabe» gibt es 0 Punkte, für «alle Lagen» gibt es 0.2 Punkte und für die übrigen Fälle gibt es 0.75 Punkte.

Die Punktevergabe von Anwendungsfall, Wochentag und Lagetyp ist unterschiedlich, da die einzelnen Aspekte als unterschiedlich wichtig erachtet werden. Die Nutzung wird als wichtigstes Kriterium erachtet, da bei fehlender Information der Anwendungsfall nur sehr ungenau definiert werden kann (z.B. Einzelhandel ohne nähere Angaben).

Tab. 13 Gewichtung der Faktoren Anwendungsfall, Wochentag, Lagetyp zur Berechnung der Spezifität

Einflussende Variable	Gewicht
Nutzung	2
Wochentag	1
Lagetyp	1

Anzahl Erhebungen

Grundsätzlich gilt, dass die Güte eines Kennwerts mit zunehmender Stichprobengröße zunimmt. Als Stichprobengröße können im Zusammenhang mit der Kennwertdatensammlung zwei Attribute verstanden werden:

- Die Stichprobengröße im engeren Sinn bezeichnet die Anzahl der erhobenen Personen im Rahmen einer Erhebung. Eine Zählung während 15 Minuten weist eine geringere Stichprobengröße (weniger erfasste Personen) auf als eine ganztägige Erhebung (mehr erfasste Personen). Diese Information ist über keinen Kennwert bekannt und kann daher für die Beurteilung der Kennwerte nicht herangezogen werden.
- Die Anzahl Erhebungen für einen Kennwert kann auch als Stichprobengröße bezüglich der Anzahl der erfassten Objekte bzw. Areale verstanden werden. Indirekt nimmt damit natürlich die Anzahl der erfassten Personen zu. Für die Beurteilung der Kennwerte wird diese Größe verwendet.

Die Spannweite der Anzahl Erhebungen für die Kennwerte reicht von einer bis rund 40. Für einige sind keine Angaben bekannt («k.A.»). Für die Beurteilung wird die Spannweite in vier gleichmässige Bereiche unterteilt und bepunktet:

- Anzahl Erhebungen > 30 → 3 Punkte;
- $20 < \text{Anzahl Erhebungen} \leq 30$ → 2 Punkte;
- $10 < \text{Anzahl Erhebungen} \leq 20$ → 1 Punkt;
- Anzahl Erhebungen < 10 oder keine Angabe → 0 Punkte.

Aktualität

Aktuelle Erhebungen werden besser beurteilt als alte. Für die Beurteilung wird die Spannweite in vier gleichmässige Bereiche unterteilt und bepunktet:

- Erhebungsjahr > 2010 → 3 Punkte;
- $2005 < \text{Erhebungsjahr} \leq 2010$ → 2 Punkte;
- $2000 < \text{Erhebungsjahr} \leq 2005$ → 1 Punkt;
- Erhebungsjahr < 2000 oder keine Angabe → 0 Punkte.

Liegt das Publikationsjahr eines Kennwerts auf einer Grenze (z.B. 2005), so wird das Erhebungsjahr in die vorangehende Kategorie gesetzt (im Beispiel 1 Punkt).

Gesamtbeurteilung

Für die Gesamtbeurteilung der Kennwerte werden die vier Einzelbeurteilungen Streubreite, Spezifität, Anzahl Erhebungen und Aktualität aufsummiert. Maximal sind 12 Punkte möglich. Die Skala für die vier Kategorien «grün», «gelb», «orange» und «rot» werden wie folgt festgelegt:

Grün	9 < Punkte	✓
Gelb	6 < Punkte ≤ 9	●
Orange	3 < Punkte ≤ 6	!
Rot	< 3 Punkte	✗

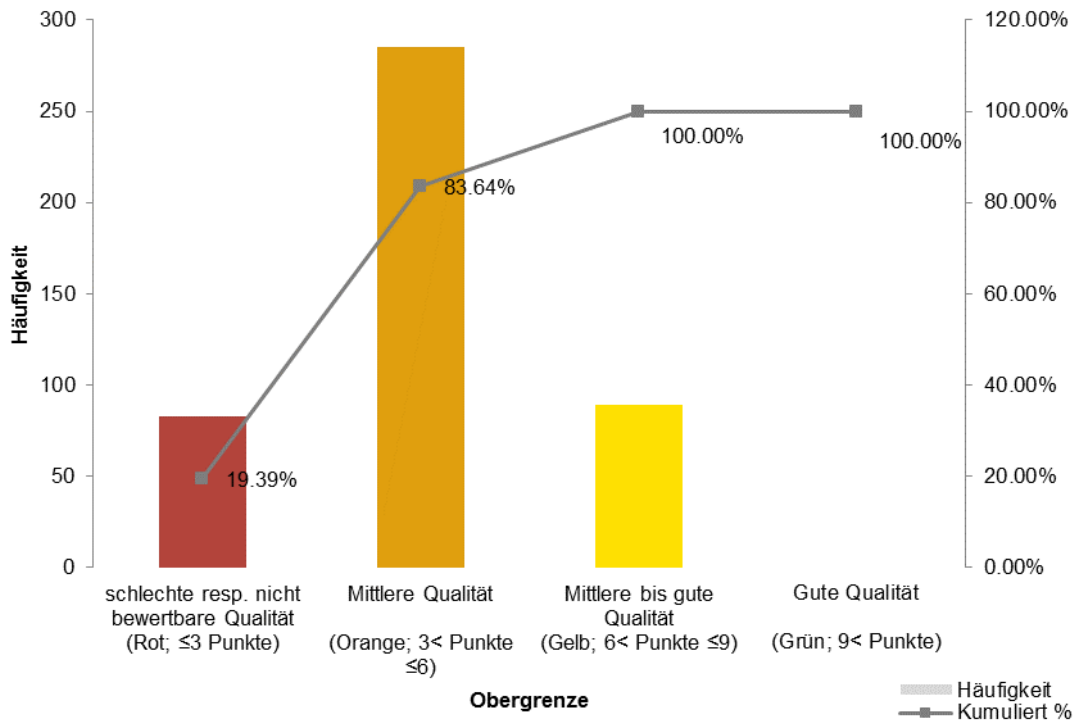


Abb. 8 Histogramm der Qualitätsbeurteilung der Kennwerte

Das Histogramm der Qualitätsbeurteilung zeigt, dass mit der vorgängig beschriebenen Methode keiner der Kennwerte die Qualität «gut» erzielt. Dies liegt hauptsächlich daran, dass Informationslücken der in die Qualitätsbewertung einflussenden Faktoren streng bestraft werden. Weiter erhalten Kennwerte, die keine Bandbreite, sondern einen Einzelwert ausweisen, ebenfalls null Punkte. Zahlreiche der betrachteten Quellen publizieren nicht sämtliche als relevant erachteten Informationen, daher wird für 19% der Kennwerte die Qualität als schlecht respektive nicht beurteilbar eingestuft.

2.2.3 Struktur

Die Datensammlung besteht aus den recherchierten Kennwerten mit den Informationen, zu denen Angaben vorlagen, und der Beurteilung der Kennwerte. Die *Tab. 14* zeigt zusammenfassend die Strukturübersicht der elektronischen Datensammlung, die auf www.mobilityplatform.ch heruntergeladen werden kann.

Tab. 14 Struktur der Kennwerttabelle

Überkategorie	Variable
Kennwertbezeichnung	Kennwerttyp Name
Kennwert	Kennwert Einheit
Zeitangaben	Tageszeitverteilung Wochentag
Arealspezifische Information	Anwendungsfall (Kategorie und Nutzung) Lagetyp Parkplatzverfügbarkeit (PP-Verfügbarkeit) Siedlungsdichte
Verkehrsmittel	
Land	
Erhebungsmethode	Art der Erhebung (Manuell und automatisch) Datum Erhebungsstandort Anzahl Erhebungsobjekte Weitere Erhebungsinhalte
Kennwertqualität	Streubreite Spezifität Anzahl Erhebungen Aktualität (Erhebungsjahr)
	Qualitätsbeurteilung
Informationsquelle	Quelle
Ergänzungen	Kommentar

2.3 Konsequenzen für das weitere Vorgehen

Erarbeitete Datenbasis – Insbesondere Kennwerte zum Modal-Split fehlend und Differenzierungen nach Siedlungsdichten fehlend

In dieser Studie wurden insgesamt 457 Kennwerte recherchiert, beurteilt und in einer elektronischen Datensammlung dokumentiert. Kennwerte sind «Rechenwerte», mittels denen das Verkehrsaufkommen oder der Modal-Split durch Multiplikation mit Bezugswerten (wie z.B. Bruttogeschossfläche) berechnet werden können. In der elektronischen Datensammlung sind zusätzlich zum Kennwert und dessen Einheit spezifische Angaben zur Arealnutzung, des zeitlichen und räumlichen Anwendungsbereichs sowie zur Erhebungsmethode erfasst. Damit können Anwender im Einzelfall die Übertragbarkeit und Anwendbarkeit für ihre Fragestellung prüfen.

Bezüglich des Verkehrsaufkommens weisen die Kennwerte teilweise grosse Bandbreiten auf. Durch die Multiplikation oder Division der Kennwerte mit unterschiedlichen Eingangsgrossen (z.B. Flächeneinheiten) ergeben sich grosse Unterschiede zwischen minimalen und maximalen Verkehrsaufkommensraten. Damit verbunden ist die Frage, wo genau der zu wählende Wert für den konkreten Anwendungsfall liegt.

Auch hinsichtlich der Kennwerte zur Verkehrsmittelwahl (Modal-Split) fielen die grossen Bandbreiten auf. Hierbei sind zudem oft nur Werte für den MIV ausgewiesen. Der ÖV, Fuss- und Veloverkehr werden meist vernachlässigt.

In den ausgewerteten Studien wird lediglich vereinzelt auf den Modal-Split und die Siedlungsstruktur in Form von Lagetyp (zentral vs. peripher) an den Erhebungsorten einge-

gangen. Detaillierte Angaben zu weiteren den Modal-Split beeinflussenden Faktoren wie sie beispielsweise von Bubenhöfer [27] und Wittwer [28] untersucht wurden finden keine direkt vom Anwender zu beeinflussende Berücksichtigung.

Geringe Qualität verfügbarer Kennwerte aufgrund von Informationslücken

Jeder ermittelte Kennwert wurde beurteilt. Damit wird dem Anwender der elektronischen Datensammlung eine Einschätzung des jeweiligen Kennwertes an die Hand zu geben. Fazit der Bewertung war, dass kein Kennwert die Qualität «gut» erzielt. Dies liegt hauptsächlich daran, dass Informationslücken bestehen. So publizieren zahlreiche der betrachteten Quellen nicht sämtliche als relevant erachteten Informationen. Für 19% der Kennwerte wird die Qualität als schlecht respektive nicht beurteilbar eingestuft. Weiter werden Kennwerte, die keine Bandbreite, sondern einen Einzelwert ausweisen, ebenfalls als schlecht beurteilt. Informationslücken bestehen vor allem auch hinsichtlich der Grundgesamtheit der Daten. Da die Kennwerte vorwiegend auf empirischen Daten basieren ist durch diese fehlenden Kenntnisse die Anwendung der Kennwerte mit grossen Unsicherheiten behaftet. Entsprechende Angaben bei Erhebungen sind – z.B. entsprechend der SN 640 015 [14] – zu dokumentieren. Hinweis auf die Güte eines Kennwerts kann neben der Grösse der Grundgesamtheit einer Untersuchung auch ein Quervergleich unter verschiedenen Quellen geben. Geben verschiedene Quellen – auch bei kleiner Stichprobengrösse – tendenziell ähnliche Werte für einen bestimmten Kennwert an, so deutet dies auf eine bessere Qualität hin. Bei der Anwendung der Datensammlung kann dies durch den Anwender berücksichtigt werden (vgl. Kapitel 5).

3.2 Abschätzung des Verkehrsaufkommens durch Vorhaben der Bauleitplanung (VerBau)

3.2.1 Beschreibung Verfahren

Die folgende Tabelle beschreibt das Verfahren und zeigt wesentliche Merkmale auf.

Tab. 15 Tabellarische Beschreibung des Verfahrens «Abschätzung des Verkehrsaufkommens durch Vorhaben der Bauleitplanung (VerBau)» [5a]

Name Verfahren	Abschätzung des Verkehrsaufkommens durch Vorhaben der Bauleitplanung (VerBau) [5a]
Beschreibung	
Verfahren entwickelt in	D
Verfahren anwendbar in	CH, D, A, NL
Funktionsweise des Verfahrens	<p>Überschlägiges Verfahren zur schnellen Abschätzung des Verkehrsaufkommens. Integrierte Vorgehensweise, d.h. Berücksichtigung aller Verkehrsmittel. Ergebnis sind entweder Einzelwerte oder Bandbreiten (Minimum/Maximum) für einen durchschnittlichen Werktag. Für Freizeit- und Einkaufsverkehr auch Wochenende möglich.</p> <p>Die Berechnung des Verkehrsaufkommens erfolgt durch Multiplikation mehrerer Kennwerte, wie z.B. Anzahl Personen x Anzahl Wege x MIV-Anteil x PW-Besetzungsgrad für die im Handbuch Richtwerte angegeben sind.</p> <p>Berücksichtigung des Quell-, Ziel- und Binnenverkehrs, jedoch ohne Transitverkehr. Die Veränderung der Zielwahl wird nicht berücksichtigt.</p> <p>Es bestehen zwei Vorgehensweisen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – HSVV-Vorgehen (Hessische Strassen- und Verkehrsverwaltung); – FGSV-Vorgehen (Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen). <p>Unterschiede vom FGSV-Vorgehen zum HSVV-Vorgehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Zielgrößen: Bei FGSV Unterscheidung zwischen PW (ohne Wirtschaftsverkehr) und Fahrten im Wirtschaftsverkehr (also inkl. PW); Bei HSSV Unterscheidung zwischen PW und LW, unabhängig davon, ob es sich beim PW um Wirtschaftsverkehr handelt oder nicht; – Bei FGSV wird Wirtschaftsverkehr anhand Expertenschätzungen zu den Anteilen (d.h. nicht auf Erhebungen basierend) bestimmt. – Geschäftsverkehr zählt im FGSV Verfahren als Wirtschaftsverkehr, im HSSV-Vorgehen als Beschäftigtenverkehr. – Grundsätzlich weniger Erfahrungs-/Richtwerte im FGSV-Vorgehen als im HSVV-Vorgehen. <p>Das FGSV-Vorgehen wird als Plausibilitätsprüfung bei der Anwendung des HSSV-Vorgehens empfohlen.</p> <p>Berechnung der LW-Fahrten aufgrund von spezifischen Häufigkeiten pro Einwohner oder Beschäftigter oder Fläche.</p> <p>Nutzung des Know-Hows der Anwender durch direkte Eingabe benutzerdefinierter Kennwerte möglich.</p>
Berücksichtigte Schritte der Verkehrsmodellierung	<input checked="" type="checkbox"/> Verkehrserzeugung <input checked="" type="checkbox"/> Verkehrsaufteilung <input type="checkbox"/> Verkehrsverteilung

	<input type="checkbox"/> Verkehrsumlegung
Differenzierungen	<p>Verkehrsmittel</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>Verkehrsmittel (einzeln ausgewiesen)</p> <p><input type="checkbox"/>Verkehrsmittelanteile am Gesamtverkehr</p> <p>Verkehrsart</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>Binnenverkehr¹⁵</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>Mitnahmeeffekt¹⁶⁾</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>Verbundeffekt¹⁷</p> <p>Raum und Verkehrsstruktur</p> <p><input type="checkbox"/>Ortsgrößenklasse/ Einwohnerzahl</p> <p><input type="checkbox"/>Lage, bezogen auf Stadtzentrum</p> <p><input type="checkbox"/>Topographie</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>Raumtypen/Gebietstypen</p> <p><input type="checkbox"/>Siedlungsdichte</p> <p><input type="checkbox"/>Neubau/Verdichtung</p> <p><input type="checkbox"/>ÖV-Erschließungsqualität</p> <p><input type="checkbox"/>Parkplatzverfügbarkeit</p> <p>Zeit</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>Tagesverkehr</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>Stundenverkehr</p>
Anwendungsfälle / Nutzungstypen	<p><input checked="" type="checkbox"/>Wohnen</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>Gewerbe</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>Einzelhandelseinrichtungen</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>Gemeinbedarfseinrichtungen</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>Dienstleistung</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>Kultur-, Sport- und Freizeiteinrichtungen</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>Verkehrsintensive Einrichtungen</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>Mischnutzung</p>
Eingabeparameter	<p>Aus Projekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Nutzungsart: Wohnen, Gewerbe, Einzelhandel, Freizeitnutzung, Sonstige Nutzung, Mischnutzung; – Flächenanteile je Nutzung; – Nutzungsintensität: Nettobaufläche, Bruttogeschossfläche, Verkaufsfläche etc.; <p>→ Einwohner, Beschäftigte, Kunden/Besucher.</p> <p>Richtwerte aus Ver_Bau:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Einwohner oder Beschäftigte/ha, BGF/Einwohner oder Beschäftigte, Kunden/BGF oder Kunden/VKF; – Wege/Einwohner oder Beschäftigte oder Kunden; – MIV-Anteil; – PW-Besetzungsgrad; – LW-Fahrtenhäufigkeit und LW-Anteil oder Aufkommen im Wirtschaftsverkehr und Anteil Schwerverkehr.

¹⁵ Vgl. auch Anhang III.

¹⁶ Vgl. auch Anhang III

¹⁷ Vgl. auch Anhang III

	Bei grossflächigen Einzelhandels- und Freizeiteinrichtungen: Verbund- und Mitnahmeeffekt.
Lizenzgebühren	Ab 1055 CHF ¹⁸ (einmalig), Updates der Kennwerte bei jährlichem Bezug ab 275 CHF ¹⁹ (einmalig pro Update) (Angaben Herausgeber)
Plattform	Excel-Tool, ergänzende Informationen wie Erläuterungen und Richtwerte in verknüpften Word-Files
Grundlage Kennwerte	
Datengrundlagen	Sehr viele unterschiedliche Quellen mit sehr unterschiedlichen Stichprobengrössen: Mikrozensus Schweiz, Mobilität in Deutschland, diverse VSS-Forschungsberichte, PP-Wegleitung Basel, Vorträge von Universitäten, Studien von privaten Ingenieurbüros etc.
Aktualität der Grundlagen	Tool wird jährlich aktualisiert bzw. ergänzt, z.B. durch neue Ganglinien oder Kennwerte (neue Erhebungen oder Studien). Es findet jedoch keine systematische, vollständige Aktualisierung aller Kennwerte statt.
Umgang mit Unsicherheiten	<input checked="" type="checkbox"/> Bandbreiten <input type="checkbox"/> Vereinfachte Verfahren Angabe von Bandbreiten (Minimal- und Maximalwerte) sowie Anwendung verschiedener Ansätze (z.B. Berechnung Beschäftigtenzahl anhand Bruttogeschossfläche und Nettogeschossfläche). Unsicherheiten werden mit sich multiplizierenden Bandbreiten berücksichtigt, dadurch ergeben sich am Schluss sehr grosse Bandbreiten für die Verkehrserzeugen (z.B. 400 bis 3'000 Fz/Tag). Vereinfachte Verfahren (z.B. ohne Berücksichtigung des Kundenverkehrs)

3.2.2 Anwendung Fallbeispiel

Die Anwendung des Verfahrens wird anhand des in Kapitel 3.1 beschriebenen Fallbeispiels erläutert. In Verbau startet man die Ermittlung des Verkehrsaufkommens für Einzelhandel in der Schweiz in der folgenden Excel-Tabelle:

Lage	Nutzung	Kommentar	VKF in qm	Wege/qm Fläche Mo-Fr		Wege/Werktag Mo-Fr		MIV-Anteil Mo-Fr		Pkw-Besetzung Pers./Pkw	Wegekopplung Faktor Hüpfen	Pkw-Fahrten Mo-Fr	
				Min	Max	Min	Max	Min	Max			Min	Max
zentral													
peripher													
Summe													

Abb. 10 Eingabe Fallbeispiel in VerBau: Einzelhandel für Wochentage

Alle graue Felder müssen durch den Anwender mit jeweils minimalen und maximalen Werten ausgefüllt werden. Um die Inhalte einzufüllen, müssen zuerst Links im Tabellenkopf «Lage» und «Nutzung» angeklickt werden, um thematisch aufgebaute Infoblätter mit Kennwertetabellen aufzurufen. Hier werden jeweils Minimal- und Maximalwerte dargestellt (siehe Abb. 11).

¹⁸ D.h. EUR 960 (Wechselkurs 01.09.2016 1EUR=1.0982CHF)

¹⁹ D.h. EUR 250 (Wechselkurs 01.09.2016 1EUR=1.0982CHF)

Großflächiger Einzelhandel:	Zentrale Lage	Periphere Lage
- Food/Non-Food	0,80-1,90 ¹	0,70-1,80
- Fachmarkt	0,30-2,00 ²	0,30-1,00
- Mischform	0,60-1,20	0,50-1,10

Abb. 11 Auszug aus der Anzahl Wege/Fläche in VerBau für Einzelhandel

Für das Fallbeispiel können nun die Kennwerte «Wege/qm Fläche» für «Periphere Lage» und «Mischform» händisch in das Tabellenblatt entsprechend Abb. 10 eingetragen werden. Als Ergebnis liefert VerBau eine Bandbreite von Wegen je Werktag. Entsprechend dem Kennwert «Wege/qm Fläche» sind auch der MIV-Anteil, der Pkw-Besetzungsgrad und die Wegekopplung zu erfassen. Die Wegekopplung ist ein Korrekturfaktor (Faktor «Hüpfen») für Binnenverkehr. Werden auf einen Weg mehrere Geschäfte besucht, ist dies in der Wegekopplung zu erfassen. Werden im Durchschnitt 2.5 Geschäfte im betrachteten Perimeter pro Fahrt besucht, ist der Faktor $1 / 2.5 = 0.4$ zu verwenden.

Als Resultat ergeben sich die Pw-Fahrten je Tag zwischen Montag und Freitag, in diesem Beispiel min. 4'857 max. 12'689. Die ausgefüllte Tabelle mit dem Resultat ist in Abb. 12 ersichtlich.

Lage	Nutzung	Kommentar	VKF in qm	Wege/qm Fläche Mo-Fr		Wege/Werktag Mo-Fr		MIV-Anteil Mo-Fr		Pkw-Besetzungsgrad Pers./Pkw	Wegekopplung Faktor Hüpfen	Pkw-Fahrten Mo-Fr	
				Min	Max	Min	Max	Min	Max			Min	Max
zentral													
peripher													
peripher	mischformen		17000	0.50	1.10	8'500	18'700	80	95	1.4	1.00	4'857	12'689
Summe			17000			8'500	18'700					4'857	12'689

Abb. 12 Einzelhandel in VerBau für Wochentage, ausgefüllt für das Rechenbeispiel.

3.2.3 Beurteilung des Verfahrens

Die folgende Tabelle zeigt die Beurteilung des Verfahrens.

Tab. 16 Beurteilung des Verfahrens «Abschätzung des Verkehrsaufkommens durch Vorhaben der Bauleitplanung (VerBau)» [5a]

Beurteilung	
Übertragbarkeit Schweiz	Das Verfahren lässt sich gut für Fragestellungen in der Schweiz anwenden, da im Tool bereits Kennwerte und Ganglinien für die Schweiz vorhanden sind. Aspekte wie Binnenverkehr und Mitnahmeeffekt werden abgebildet.
Nachvollziehbarkeit/ Reproduzierbarkeit²⁰	Das Vorgehen ist im Excel gut dokumentiert und dadurch gut nachvollziehbar. Jede Annahme kann so gezielt überprüft/plausibilisiert werden. Allerdings wird die Anwendung für ein Projekt mit mehreren Nutzungen aufgrund der vielen Dokumente und Tabellen schnell unübersichtlich. Die Reproduzierbarkeit kann aufgrund der z.T. ungenauen Definitionen (z.B. Supermarkt vs. Verbrauchermarkt) schwierig sein.
Gesamtbeurteilung / Empfehlung	<p>+ Einfach verständliches Verfahren, jeder Zwischenschritt kann plausibilisiert werden.</p> <p>- Sehr grosse Bandbreite der Resultate aufgrund Kennwerte.</p>

²⁰ Unter Reproduzierbarkeit wird hier verstanden, dass zwei Anwender für die gleiche Fragestellung identische Resultate produzieren.

3.3 Verkehrsfolgekostenschätzer BMVBS

3.3.1 Beschreibung Verfahren

Die folgende Tabelle beschreibt das Verfahren und zeigt wesentliche Merkmale auf.

Tab. 17 Tabellarische Beschreibung des Verfahrens «Verkehrs- und Kostenfolgen der Siedlungsplanung (VerKos) [25]»

Name Verfahren	Verkehrs- und Kostenfolgen der Siedlungsplanung (VerKos) [25]
Beschreibung	
Verfahren entwickelt in	D
Verfahren anwendbar in	D
Funktionsweise des Verfahrens	<p>Überschlägiges Verfahren zur schnellen Abschätzung des Verkehrsaufkommens. Integrierte Vorgehensweise, d.h. Berücksichtigung aller Verkehrsmittel. Ergebnis sind Einzelwerte für einen durchschnittlichen Werktag. Die Ermittlung des einwohnerbezogenen Verkehrs erfolgt auf Basis der Auswertung von MID-Daten. Die Berechnung für Dienstleistungs-, Gewerbe-, Einzelhandelsnutzungen und Einrichtungen des Gemeinbedarfs basiert auf dem FGSV-Verfahren [6]. Berücksichtigung des Quell-, Ziel- und Binnenverkehrs, jedoch ohne Transitverkehr. Für Binnenverkehr wird ein Abschlag ermittelt.</p> <p>Mehrverkehr und die Veränderung der Zielwahl werden nicht berücksichtigt.</p> <p>Wirtschaftsverkehr wird getrennt nach Fahrzeugklassen ausgewiesen (PW, leichte LW, schwere LW).</p> <p>Verkehrsmittelwahl wird entsprechend der angegebenen Rahmenbedingungen ermittelt.</p> <p>Mitnahme- und Verbundeffekte können über einen vom Nutzer gewählten Abschlag berücksichtigt werden.</p> <p>Nutzung des Know-Hows der Anwender durch Eingabe benutzerdefinierter Daten möglich.</p>
Berücksichtigte Schritte der Verkehrsmodellierung	<input checked="" type="checkbox"/> Verkehrserzeugung <input checked="" type="checkbox"/> Verkehrsaufteilung <input type="checkbox"/> Verkehrsverteilung <input type="checkbox"/> Verkehrsumlegung
Differenzierungen	<p>Verkehrsmittel</p> <input checked="" type="checkbox"/> Verkehrsmittel (einzeln ausgewiesen) <input type="checkbox"/> Verkehrsmittelanteile am Gesamtverkehr
	<p>Verkehrsart</p> <input checked="" type="checkbox"/> Binnenverkehr <input checked="" type="checkbox"/> Mitnahmeeffekt <input checked="" type="checkbox"/> Verbundeffekt
	<p>Raum</p> <input checked="" type="checkbox"/> Ortsgrößenklasse/ Einwohnerzahl <input checked="" type="checkbox"/> Lage, bezogen auf Stadtzentrum <input checked="" type="checkbox"/> Topographie <input checked="" type="checkbox"/> Raumtypen/Gebietstypen <input checked="" type="checkbox"/> Neubau/Verdichtung <input type="checkbox"/> Siedlungsdichte <input checked="" type="checkbox"/> ÖV-Erschliessungsqualität

	<input checked="" type="checkbox"/> Parkplatzverfügbarkeit Zeit <input type="checkbox"/> Tagesverkehr DTV <input checked="" type="checkbox"/> Tagesverkehr DWV <input type="checkbox"/> Stundenverkehr
Anwendungsfälle / Nutzungstypen	<input checked="" type="checkbox"/> Wohnen <input checked="" type="checkbox"/> Gewerbe <input checked="" type="checkbox"/> Einzelhandelseinrichtungen <input checked="" type="checkbox"/> Gemeinbedarfseinrichtungen <input checked="" type="checkbox"/> Dienstleistung <input type="checkbox"/> Kultur-, Sport- und Freizeiteinrichtungen <input type="checkbox"/> Verkehrsentensive Einrichtungen <input checked="" type="checkbox"/> Mischnutzung
Eingabeparameter	<ul style="list-style-type: none"> - Gemeindegchlüssel: autom. Wahl gemeindegspez. Kennwerte (Basis Modal-Split, Einwohnerzahl etc., durchschn. Entfernung zum nächsten Zentrum, weiterführende Schule, Versorgungseinrichtung); - Art der Nutzungen (Wohnen, Dienstleistung/ Gewerbe, Handel, Gemeinbedarf); - Nutzungsintensität: Nettobaufläche, Bruttogeschossfläche, Verkaufsfläche etc.; - Bebauungsart (offen, geschlossen, EFH, DH, MFH etc.); - Altersstruktur Bevölkerung (5 Klassen) Für Korrekturzu-/ abschlüge im Modal-Split; - Lage (Innenstadtlage, Innenstadtrand, Stadtrandlage, Ortsteil); - Topographie (eben, bewegt, sehr bewegt); - Nahversorgung (fussläufig komplett/ teilweise/ nicht erreichbar); - ÖV-Angebot (Qualität hoch/ durchschnittlich/ minimal); - Parkdruck (hoch/ mittel/ kein); <p>Anmerkung: sofern keine eigenen Parameter eingegeben werden, werden vom Programm Vorschlagswerte auf Grund Gemeinde etc. gewählt.</p>
Lizenzgebühren	kostenfrei
Plattform	Excel
Grundlage Kennwerte	
Datengrundlagen	Mobilität in Deutschland (MID 2008): Stichprobengrösse 25.000 Haushalte/ 60.000 Personen (Haushaltsbefragung) FGSV 2006
Aktualität der Grundlagen	MID-Daten von 2008 FGSV-Daten 2006 und älter Bisher keine Aktualisierung
Umgang mit Unsicherheiten	<input type="checkbox"/> Bandbreiten <input checked="" type="checkbox"/> Vereinfachte Verfahren <p>Ausgegeben werden eindeutige Werte für Verkehrserzeugungsraten. Vereinfacht werden Einzelhandelsnutzungen in 2 Kategorien eingeteilt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Discountmärkte (verkehrsentensiv); - sonstiger Einzelhandel.

Beschäftigte			Verkehrsaufkommen durch Beschäftigte					
Gewerbetyp	Einrichtungsart	s- fläche [m²]	Split MIV- Anteil	Split ÖV- Anteil	Wege pro Tag je Einrichtung		Gesamtanzahl Wege pro Tag	
					MIV	ÖV	MIV	ÖV
Handel	Einzelhandel	17'000 m²	50.0%	10.0%	877	175	877	175
keine Auswahl								
keine Auswahl								
keine Auswahl								
keine Auswahl								

Kunden/Besucher			Verkehrsaufkommen durch Kunden/Besucher					
Gewerbetyp	Einrichtungsart	Modal Split MIV- Anteil	Modal Split ÖV- Anteil	Abschlag aufgrund Mehrfach- nutzung	Wege pro Tag je Einrichtung		Gesamtanzahl Wege pro Tag	
					MIV	ÖV	MIV	ÖV
Handel	Einzelhandel	50%	15.0%	40.0%	14'280	4'284	14'280	4'284
keine Auswahl								
keine Auswahl								
keine Auswahl								
keine Auswahl								

Abb. 14 Eingaben für die Verkehrserzeugung in VerKos

Die Ergebnisse (Summen) der Verkehrserzeugung werden in einer Tabelle abgebildet:

Erzeugte Wege aus Gewerbenutzung		21'234	Wege/Tag
davon im MIV		16'073	Wege/Tag
davon im ÖV		4'459	Wege/Tag
Einzelhandel	MIV	11'913	Wege/Tag
	ÖV	4'459	Wege/Tag
Discountmärkte	MIV	0	Wege/Tag
	ÖV	0	Wege/Tag
Handwerksbetriebe	MIV	0	Wege/Tag
	ÖV	0	Wege/Tag
0	MIV	0	Wege/Tag
	ÖV	0	Wege/Tag
0	MIV	0	Wege/Tag
	ÖV	0	Wege/Tag
Erzeugte Pkw-Fahrten aus Gewerbenutzung (mit Binnenverkehrsabschlag)		10'997	Pkw/Tag
Erzeugte ÖV-Fahrten aus Gewerbenutzung (mit Binnenverkehrsabschlag)		5'957	Pkw/Tag
Erzeugte ÖV-Fahrten aus Gewerbenutzung (mit Binnenverkehrsabschlag)		4'459	Wege/Tag
Erzeugte ÖV-Fahrten aus Gewerbenutzung (mit Binnenverkehrsabschlag)		2'230	Wege/Tag

Abb. 15 Ergebnisse der Verkehrserzeugungsfunktion von VerKos

3.3.3 Beurteilung des Verfahrens

Die folgende Tabelle zeigt die Beurteilung des Verfahrens.

Tab. 18 Beurteilung des Verfahrens «Verkehrs- und Kostenfolgen der Siedlungsplanung (VerKos) [25]»

Beurteilung	
Übertragbarkeit Schweiz	Werte nur für Deutschland, Übertragbarkeit allenfalls per Analogieschluss möglich (bei vergleichbaren Randbedingungen),
Nachvollziehbarkeit/Reproduzierbarkeit²¹	Vorgehen ist innerhalb von Excel sowie im Handbuch gut dokumentiert, Kein direkter Zugriff auf die Rohdaten möglich (MID, FGSV). Vorschläge für Modal-Split und andere Parameter sind sehr weich formuliert. Probleme hinsichtlich der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse ergeben sich aufgrund der folgenden Punkte: <ul style="list-style-type: none"> • keine eindeutige Unterscheidung von Nutzungen (insbesondere beim Thema Einkaufen), • sehr viele weiche Formulierung "kann bis zu".
Gesamtbeurteilung / Empfehlung	<ul style="list-style-type: none"> + Kostengünstiges Tool - Keine Schwankungsbreiten der Resultate, Bandbreiten können nur erfasst werden, wenn das Tool zweimal angewendet wird. - Bedienung teilweise umständlich (Verlinkung in den Excel-Dateien auf externe Word-Dateien, manuelle Übertragung von einer Tabelle in die nächste usw.).

²¹ Unter Reproduzierbarkeit wird hier verstanden, dass zwei Anwender für die gleiche Fragestellung identische Resultate produzieren.

3.4 TRICS

3.4.1 Beschreibung Verfahren

Die folgende Tabelle beschreibt das Verfahren und zeigt wesentliche Merkmale auf.

Tab. 19 Tabellarische Beschreibung des Verfahrens «TRICS [26]»

Name Verfahren	
Beschreibung	
Verfahren entwickelt in	UK & IRL
Verfahren anwendbar in	UK & IRL
Funktionsweise des Verfahrens	<p>Verfahren zur Abschätzung des Verkehrsaufkommens auf Basis von hinterlegten Verkehrserhebungen. Es kann das Verkehrsaufkommen für alle Modi oder nur für die Kategorie «Fahrzeuge» (MIV, LKW aber auch Velo und Motorräder) berechnet werden. Es sind insgesamt ca. 7'150 Erhebungen vorhanden, die mehrheitlich (ca. 75%) nur das Verkehrsaufkommen der Gruppe «Fahrzeuge» enthalten.</p> <p>Das Verfahren filtert und bereitet die Daten aus den Erhebungen anhand einer Menge auswählbarer Eigenschaften auf. Nach Auswahl der Haupt- und Sub-Arealbenutzung kann ausgewählt werden, aus welcher Gruppe die Daten benutzt werden sollen («Fahrzeuge» oder «Alle Modi»). Anschliessend kann optional weiter nach Wochentag, Datum der Erhebung, räumlichen Parametern, Grösse des Areals usw. gefiltert werden. Bei jeder Filterung werden immer Angaben über die Anzahl verfügbarer Erhebungen angezeigt, um zu verhindern, dass bei zu detaillierten Angaben die Anzahl der verfügbaren Daten zu gering wird.</p>
Berücksichtigte Schritte der Verkehrsmodellierung	<input checked="" type="checkbox"/> Verkehrserzeugung <input checked="" type="checkbox"/> Verkehrsaufteilung <input type="checkbox"/> Verkehrsverteilung <input type="checkbox"/> Verkehrsumlegung
Differenzierungen	<p>Verkehrsmittel</p> <input checked="" type="checkbox"/> Verkehrsmittel (einzeln ausgewiesen) <input checked="" type="checkbox"/> Verkehrsmittelanteile am Gesamtverkehr
	<p>Verkehrsart</p> <input type="checkbox"/> Binnenverkehr <input type="checkbox"/> Mitnahmeeffekt <input type="checkbox"/> Verbundeffekt
	<p>Raum</p> <input checked="" type="checkbox"/> Ortsgrössenklasse/ Einwohnerzahl <input checked="" type="checkbox"/> Lage, bezogen auf Stadtzentrum <input type="checkbox"/> Topographie <input checked="" type="checkbox"/> Raumtypen/Gebietstypen <input checked="" type="checkbox"/> Siedlungsdichte <input type="checkbox"/> Neubau/Verdichtung <input type="checkbox"/> ÖV-Erschliessungsqualität <input checked="" type="checkbox"/> Parkplatzverfügbarkeit
	<p>Zeit</p> <input checked="" type="checkbox"/> Tagesverkehr <input checked="" type="checkbox"/> Stundenverkehr

Anwendungsfälle / Nutzungstypen	<input checked="" type="checkbox"/> Wohnen <input checked="" type="checkbox"/> Gewerbe <input checked="" type="checkbox"/> Einzelhandelseinrichtungen <input checked="" type="checkbox"/> Gemeinbedarfseinrichtungen <input checked="" type="checkbox"/> Dienstleistung <input checked="" type="checkbox"/> Kultur-, Sport- und Freizeiteinrichtungen <input checked="" type="checkbox"/> Verkehrsintensive Einrichtungen <input checked="" type="checkbox"/> Mischnutzung
Eingabeparameter	<p>Hauptnutzungsart:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verkauf - Arbeit - Wohnen - Unterricht - Gesundheit - Hotel/Essen/Trinken - Freizeit - Jachthafen - Golf - touristische Attraktion - Flohmarkt - Recyclinghof - Tankstelle - Auto Verkauf - Auto Service - Mischnutzung <p>Je Kategorie kann die Nutzung noch weiter spezifiziert werden. Je Nutzungsart ist anzugeben, wie das Aufkommen bestimmt werden soll. Typischerweise ist dies die Geschossfläche, die Anzahl der Mitarbeitenden oder die Anzahl Parkplätze. Es ist zu bestimmen, ob nach allen Verkehrsmodi oder nur nach «Fahrzeugen» gefiltert werden soll Weitere optionale Inputs sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wochentag - Raumtyp - Einwohner im Umkreis (sowohl innerhalb von 1 Meile als auch innerhalb von 5 Meilen) - Autobesitz im Umkreis innerhalb von 5 Meilen - Wetterbedingungen pro Tageszeit <p>Schliesslich können bestimmte Erhebungen optional ein- und ausgeblendet oder gefiltert werden.</p>
Lizenzgebühren	4055 CHF ²² Einmalig (1 Person), oder 4735 CH ²³ Einmalig (1 Firmenstandort)
Plattform	Online-Tool (web-basiert), auch als offline-Programm verfügbar

²²3'105 £ (Wechselkurs 01.09.2016 1£=1.3061CHF)

²³3'625 £ (Wechselkurs 01.09.2016 1£=1.3061CHF)

Grundlage Kennwerte	
Datengrundlagen	Über 7'150 Verkehrserhebungen aus UK & IRL
Aktualität der Grundlagen	Datenbank mit Erhebungen wird alle 3 Monate ergänzt. Viele Erhebungen werden jährlich wiederholt
Umgang mit Unsicherheiten	<input checked="" type="checkbox"/> Bandbreiten <input checked="" type="checkbox"/> Vereinfachte Verfahren <p>Es kann ein vereinfachtes Verfahren angewandt werden im Sinne von weniger filtern und dadurch mit mehr verfügbaren Daten, aber auch mit höherer Varianz.</p> <p>Anhand der gefilterten Erhebungen werden Ganglinien und Tageswerte generiert. Es wird klar angegeben, was die Datengrundlage ist. Spezifiziert der Nutzer zu genau, kann es vorkommen, dass keine oder zu wenige Daten verfügbar sind. Bandbreiten werden angegeben, ebenso die Varianz.</p>

3.4.2 Anwendung Fallbeispiel

Die Anwendung des Verfahrens wird anhand des in Kapitel 3.1 beschriebenen Fallbeispiels erläutert. Das Tool ist momentan nur für die Benutzung für Projekte in Grossbritannien und Irland geeignet. Die Ergebnisse sind deshalb nicht auf die Schweiz übertragbar.

Wenn man online in TRICS eingeloggt ist, landet man auf der Startseite vom Tool entsprechend *Abb. 16*. Hier kann man via den Knopf 'Trip Rate' die Berechnung starten. Weiter gibt es Links zu Hilfsmitteln wie Foren, Handbücher und Help-Funktionen sowie die Möglichkeit, Einstellungen zu ändern. Interessant ist auch die Erhebungsliste, in welche Informationen zu den einzelnen Erhebungen verfügbar sind. Diese sind in TRICS sehr detailliert beschrieben und tragen erheblich zur Nachvollziehbarkeit der Verkehrserzeugungsdaten bei.

Abb. 16 TRICS Startfenster

Im ersten Auswahlfenster müssen die 3 Haupteingabeparameter ausgewählt werden: Nutzungsart, detailliertere Nutzungsart und die zu betrachteten Modi. Während des Ausfüllens werden direkt die Anzahl Erhebungen ausgewiesen. Im Beispiel sind für 'Retail: Mixed Shopping Malls' 31 Fahrzeugerhebungen verfügbar, wovon 7 multi-modale Gesamterhebungen (siehe nachfolgende Abbildung). Auch bereits im ersten Fenster besteht

die Möglichkeit sowohl einzelne Erhebungsregionen in Irland und Gross-Britannien als auch individuelle Erhebungen auszuwählen. Für das Beispiel wird keine räumliche Einschränkung gewählt. Zur Orientierung wird Links auf der Seite der Fortschritt im Kennwertermittlungsprozess angezeigt.

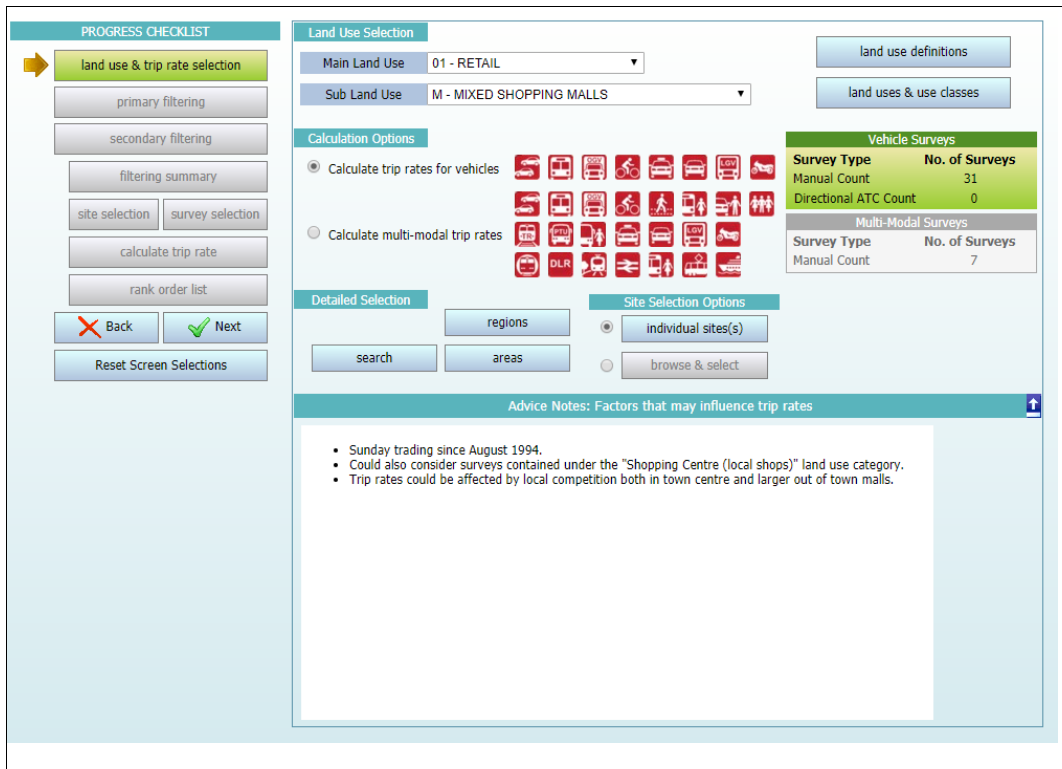


Abb. 17 Der erste Schritt im Kennwertermittlungsprozess von TRICS, bereits für das Beispiel ausgefüllt.

Im nächsten Schritt werden durch verschiedene Filterkriterien einzelne Erhebungen ausgeschlossen. Wie in Abb. 18 ersichtlich, werden bei manchen Kriterienkombinationen Warnungen für grosse Streuungen angezeigt. Zum Beispiel, wenn gleichzeitig Wochen- und Wochenendtage oder sowohl Stadtzentren als rurale Gebiete ausgewählt werden. Auch in diesem Fenster werden jeweils die Anzahl Erhebungen gezeigt, was die Abwägung zwischen Datenmenge und Streuung kontinuierlich beeinflusst. Für die weiteren Schritte auch von Bedeutung ist die Parameterauswahl, welche nachher als Basis für die Erzeugungsrate dient. Diese erlaubt auch das Filtern mittels dieser Parameter.

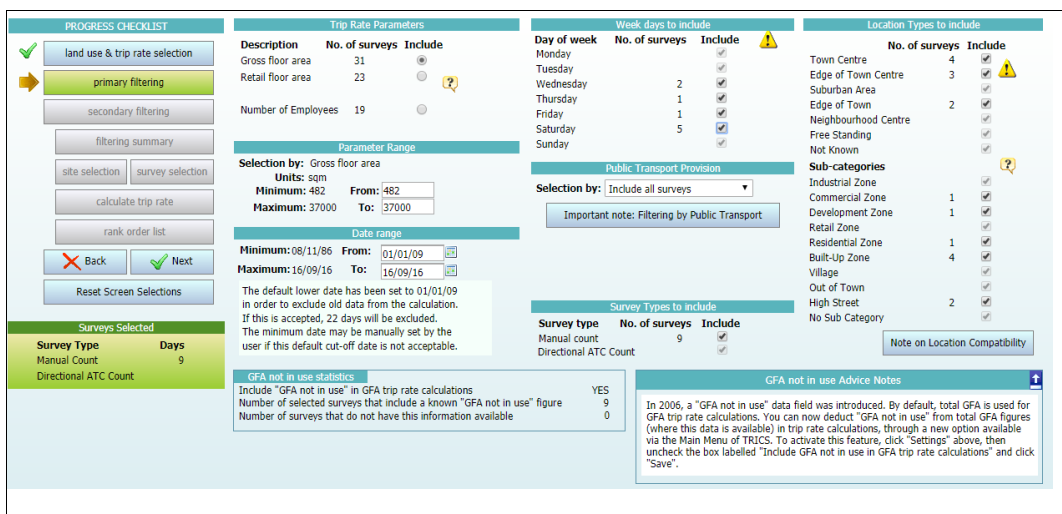


Abb. 18 Zweiter Schritt in TRICS mit Filtermöglichkeiten

Wir wählen nur 'Edge of Town' und verbleiben mit nur noch zwei Erhebungen für Mittwoch und Freitag.

Im dritten Fenster können weitere Filter gesetzt werden. Diese beziehen sich auf «Gebrauchsklassen», ob die Standorte auch eine Tankstelle enthalten dürfen, die Anzahl Einwohner innerhalb eines Kreises von einer Meile, die Anzahl Einwohner innerhalb eines Kreises von fünf Meilen und den Motorisierungsgrad innerhalb von 5 Meilen.

The screenshot shows the TRICS software interface with several filter sections:

- PROGRESS CHECKLIST:** Includes buttons for 'land use & trip rate selection', 'primary filtering', 'secondary filtering', 'filtering summary', 'site selection', 'survey selection', 'calculate trip rate', and 'rank order list'. It also has 'Back' and 'Next' buttons.
- Trip Rate Parameters:**
 - Description:** Gross floor area (31), Retail floor area (23), Number of Employees (19).
 - Parameter Range:** Selection by: Gross floor area. Units: sqm. Minimum: 482, From: 482, Maximum: 37000, To: 37000.
 - Date range:** Minimum: 08/11/86, From: 01/01/09, Maximum: 16/09/16, To: 16/09/16.
- Week days to include:**

Day of week	No. of surveys	Include
Monday		<input checked="" type="checkbox"/>
Tuesday		<input checked="" type="checkbox"/>
Wednesday	2	<input checked="" type="checkbox"/>
Thursday	1	<input checked="" type="checkbox"/>
Friday	1	<input checked="" type="checkbox"/>
Saturday	5	<input checked="" type="checkbox"/>
Sunday		<input checked="" type="checkbox"/>
- Location Types to include:**

Location Type	No. of surveys	Include
Town Centre	4	<input checked="" type="checkbox"/>
Edge of Town Centre	3	<input checked="" type="checkbox"/>
Suburban Area		<input checked="" type="checkbox"/>
Edge of Town	2	<input checked="" type="checkbox"/>
Neighbourhood Centre		<input checked="" type="checkbox"/>
Free Standing		<input checked="" type="checkbox"/>
Not Known		<input checked="" type="checkbox"/>
- Public Transport Provision:** Selection by: Include all surveys. Important note: Filtering by Public Transport.
- Sub-categories:**

Sub-category	No. of surveys	Include
Industrial Zone		<input checked="" type="checkbox"/>
Commercial Zone	1	<input checked="" type="checkbox"/>
Development Zone	1	<input checked="" type="checkbox"/>
Retail Zone		<input checked="" type="checkbox"/>
Residential Zone	1	<input checked="" type="checkbox"/>
Built-Up Zone	4	<input checked="" type="checkbox"/>
Village		<input checked="" type="checkbox"/>
Out of Town		<input checked="" type="checkbox"/>
High Street	2	<input checked="" type="checkbox"/>
No Sub Category		<input checked="" type="checkbox"/>
- Survey Types to include:**

Survey type	No. of surveys	Include
Manual count	9	<input checked="" type="checkbox"/>
Directional ATC Count		<input checked="" type="checkbox"/>
- GFA not in use statistics:**

Include "GFA not in use" in GFA trip rate calculations	YES
Number of selected surveys that include a known "GFA not in use" figure	9
Number of surveys that do not have this information available	0
- GFA not in use Advice Notes:** In 2006, a "GFA not in use" data field was introduced. By default, total GFA is used for GFA trip rate calculations. You can now deduct "GFA not in use" from total GFA figures (where this data is available) in trip rate calculations, through a new option available via the Main Menu of TRICS. To activate this feature, click "Settings" above, then uncheck the box labelled "Include GFA not in use in GFA trip rate calculations" and click "Save".

Abb. 19 Dritter Schritt in TRICS mit weiteren Filtermöglichkeiten

Zum Schluss können tabellarische oder grafisch dargestellte Erzeugungsraten gewählt werden. Diese beziehen sich jeweils auf den Grössenparameter und Zeiteinheit, zum Beispiel PW-Fahrten pro 100m² und Stunde. Bevor die Ergebnisse angezeigt werden, gibt es je nach Filterkriterien und hinterlegte Erhebungen Warnungen bezüglich Erhebungsmethoden oder andere statische Aspekte. Dies erlaubt es den Anwendern selber die Genauigkeit einzuschätzen, oder mindestens bewusst zu machen, was die berechneten Werte bedeuten.

Eine eingebaute Spitzenstundenanalyse zeigt die verkehrsreichsten Momente des Tages, welche für die Dimensionierung von Verkehrsanlagen hilfreich sein können. Die Ergebnisse von TRICS (ersichtlich in Abb. 20) lassen sich in Word oder Excel-Format exportieren.

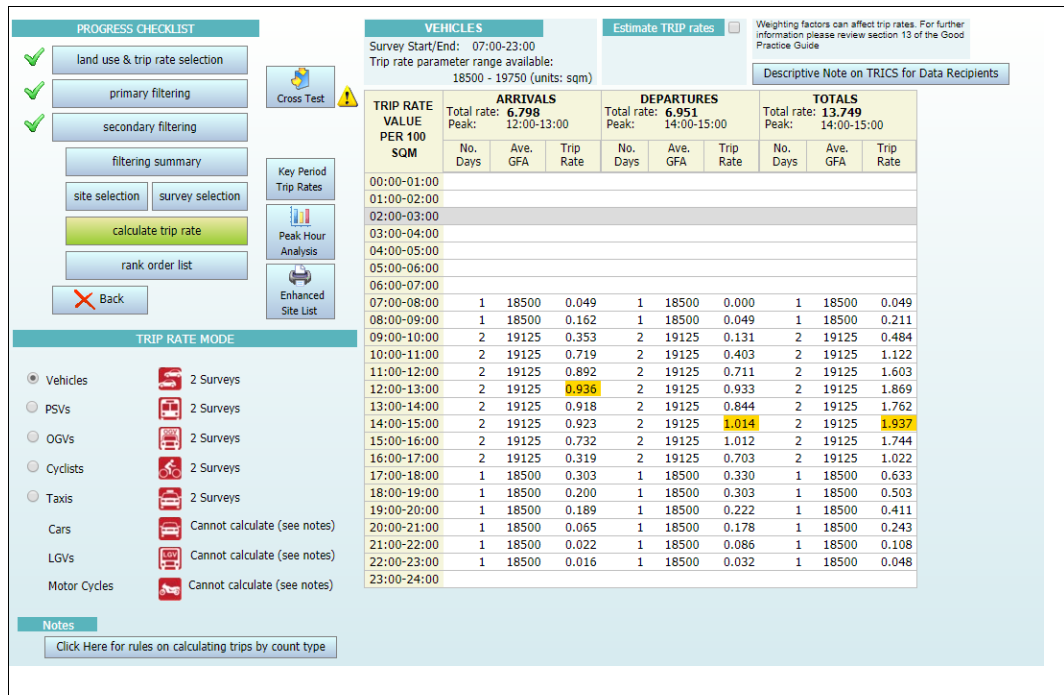


Abb. 20 Ergebnistabelle in TRICS

3.4.3 Beurteilung des Verfahrens

Die folgende Tabelle zeigt die Beurteilung des Verfahrens.

Tab. 20 Beurteilung des Verfahrens «TRICS [26]»

Beurteilung	
Übertragbarkeit Schweiz	Prinzipiell sehr gut denkbar. Es müssten jedoch Schweizer Verkehrserhebungen und Raumtypen eingespeist werden.
Nachvollziehbarkeit/ Reproduzierbarkeit ²⁴	Das Vorgehen lässt sich komplett steuern und ist deshalb sehr transparent. Die Erhebungen sind alle auch mit Beschreibungen, Angaben zu den Erhebungstagen, Fotos etc. ersichtlich. Dadurch sind die Nachvollziehbarkeit und die Reproduzierbarkeit gewährleistet.
Gesamtbeurteilung / Empfehlung	<ul style="list-style-type: none"> + Auf konkrete Bedürfnisse gut abgestützte Auswertungen möglich, da sehr feingliedrig gefiltert werden kann - sehr viele Erhebungsdaten notwendig, um statistisch gesicherte Auswertungen zu erhalten

²⁴ Unter Reproduzierbarkeit wird hier verstanden, dass zwei Anwender für die gleiche Fragestellung identische Resultate produzieren.

3.5 Fazit für die Verfahren

Die folgende Tabelle fasst die Beurteilung der drei Verfahren zusammen.

Tab. 21 Überblick Beurteilung der Verfahren

Verfahren	Übertragbarkeit Schweiz	Nachvollziehbarkeit / Reproduzierbarkeit ²⁵	Gesamtbeurteilung / Empfehlung
VerBau	<ul style="list-style-type: none"> + Gut anwendbar; Kennwerte und Ganglinien für die Schweiz bereits implementiert + Aspekte wie Binnenverkehr, Mitnahmeeffekt abgebildet 	<ul style="list-style-type: none"> + Vorgehen gut dokumentiert und nachvollziehbar + Annahmen überprüfbar - Berechnung schnell unübersichtlich. - Reproduzierbarkeit schwierig 	<ul style="list-style-type: none"> + Einfach verständliches Verfahren - Sehr grosse Bandbreite der Resultate aufgrund Kennwerte
VerKos	<ul style="list-style-type: none"> + - - Kennwerte nur für Deutschland; Übertragbarkeit allenfalls per Analogieschluss möglich 	<ul style="list-style-type: none"> + Vorgehen gut dokumentiert - Kein direkter Zugriff auf Rohdaten - Reproduzierbarkeit schwierig 	<ul style="list-style-type: none"> + Kostengünstiges Tool - Keine Schwankungsbreiten der Resultate - Bedienung teilweise umständlich
TRICS	<ul style="list-style-type: none"> + Sehr gut denkbar - Schweizer Verkehrserhebungen und Raumtypen müssen eingespeist werden 	<ul style="list-style-type: none"> + Vorgehen transparent + Nachvollziehbarkeit und Reproduzierbarkeit aufgrund detaillierter Beschreibung der Erhebungen möglich 	<ul style="list-style-type: none"> + Auf konkrete Bedürfnisse gut abgestützte Auswertungen möglich - sehr viele Erhebungsdaten notwendig

Das gut dokumentierte Verfahren VerBau lässt sich gut auf die Schweiz übertragen, da im Tool bereits Kennwerte und Ganglinien für die Schweiz vorhanden sind. Des Weiteren sind darin Aspekte wie beispielsweise Binnenverkehr abgebildet. Allerdings ist die Möglichkeit, Ergebnisse zu reproduzieren aufgrund mangelnder Präzision von Begriffsdefinitionen (z.B. Supermarkt versus Verbrauchermarkt) begrenzt.

VerKos enthält ausschliesslich Kennwerte für Deutschland, die allenfalls per Analogieschluss auf die Schweiz übertragbar sind. Das Verfahren ist gut dokumentiert und nachvollziehbar, jedoch ist kein Zugriff auf die Rohdaten möglich. Auch die Reproduzierbarkeit ist wie bei VerBau schwierig. VerKos ist kostengünstig, gibt aber keine Schwankungsbreiten und somit keine Unsicherheitsbereiche bei den Daten an. Auch ist die Bedienung teilweise umständlich.

TRICS ist äusserst transparent, da die Erhebungen, aus denen Kennwerte berechnet werden, individuell inklusive Beschreibungen, Angaben zu den Erhebungsdaten und Fotos etc. eingesehen werden können. Nachvollziehbarkeit und Reproduzierbarkeit sind aufgrund der hohen Transparenz gewährleistet. TRICS grösster Vorteil ist die Möglichkeit, auf konkrete Bedürfnisse abgestimmte Auswertungen zu machen. Allerdings sind die Daten der britischen Umfragen unter anderem aufgrund geographischer und kultureller Unterschiede nur bedingt für die Schweiz anwendbar. Das Verfahren TRICS an sich ist auf die Schweiz anwendbar, müsste jedoch mit Daten aus der Schweiz gespeist werden. Das Erstellen einer Schweizer Datenbank mit einem Auswertungsverfahren analog zu TRICS würde die Berechnung von Kennwerten ermöglichen, die auf spezifische Anforderungen des Anwenders zugeschnitten sind.

Wie die Analyse der Verfahren gezeigt hat, sind weniger die Verfahren als vielmehr die Qualität der Kennwerte problematisch.

²⁵ Unter Reproduzierbarkeit wird hier verstanden, dass zwei Anwender für die gleiche Fragestellung identische Resultate produzieren

4 Ermittlung Modal-Split Kennwerte

4.1 Ansätze und Methoden zur Verbesserung von Kennwerten

Ziel der Forschungsarbeit war die Verbesserung der elektronischen Datensammlung durch die Bereitstellung neuer oder verbesserter Kennwerte.

Anhand der zur Verfügung stehenden Daten und Informationen zu den Kennwerten zum Verkehrsaufkommen lassen sich nur bedingt Aussagen ableiten, mittels derer eine weitere Eingrenzung der Toleranzbereiche der Kennwerte möglich wäre. Zudem standen für die analysierten Quellen keine Rohdaten zur Verfügung, die evtl. weitere zu berücksichtigende Einflussgrößen enthalten. Eine Verbesserung bestehender Kennwerte erwies sich somit als nicht zielführend bzw. kaum machbar.

Ein wesentliches Potential des Vorhabens besteht aber in der Ermittlung von Modal-Split Anteilen der Verkehrsarten bei Arealentwicklungen. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auf den Fuss- und Veloverkehr gelegt, der in anderen Ansätzen häufig vernachlässigt wird. Die Anteile sollen nicht aufgrund der Nutzungsart, sondern differenziert nach weiteren den Modal-Split beeinflussenden Faktoren wie z.B. Siedlungsdichte oder Regionstyp ermittelt werden.

Für die Ermittlung neuer Kennwerte stehen prinzipiell die folgenden Möglichkeiten zur Verfügung:

1. Verkehrsmodelle: Für die Ergänzung und die Verbesserung von Kennwerten war ursprünglich geplant, Daten aus Verkehrsmodellen einzubinden und mittels Regressionsanalysen Ursache-Wirkungs-Beziehungen hieraus abzuleiten, die wiederum für die Kennwertermittlung eingesetzt werden.
2. Befragungen bzw. Zählungen: An bestehenden Standorten werden Erhebungen zum Fahrtenaufkommen und / oder zum Modal-Split durchgeführt und die Kennwerte daraus ermittelt. Im Rahmen dieses Forschungsgesuchs sind aber entsprechende Erhebungen nicht vorgesehen oder auch im Budgetrahmen nicht leistbar gewesen.
3. Auswertung bestehender Mobilitätsbefragungen /Erhebungen wie zum Beispiel dem Mikrozensus Mobilität und Verkehr.

Das Forschungsgesuch hatte ein Vorgehen mit Schwerpunkt auf den ersten Ansatz für festgelegte Anwendungsfälle vorgesehen. Die vertiefte Recherche im Rahmen der Projektbearbeitung hat ergeben, dass die Ermittlung neuer Kennwerte zum Modal-Split für die Auswirkungen von Arealentwicklungen mittels eines Modellansatzes an Grenzen stösst (vgl. auch Anhang Verkehrsmodelle im Anhang II):

- Die Verkehrsmodelle beinhalten in der Regel nur eine geringe Anzahl Aktivitätentypen respektive Fahrtzwecke, während die Aufkommensraten häufig sehr differenziert sind: So gibt es für die Aktivität „Freizeit“ in einem Verkehrsmodell eine Vielzahl unterschiedlicher Nutzungstypen. Dies gilt sowohl für die makroskopischen wie auch die agentenbasierten Verkehrsmodelle, die derzeit für die Schweiz verfügbar sind.
- Problematisch ist in makroskopischen Modellen auch die Aggregation verschiedener Verkehrserzeuger in einem Verkehrsbezirk, so dass der Rückschluss auf einzelne Nutzungen je nach Modell nur schwer oder überhaupt nicht möglich ist. Agentenbasierte Modelle haben dieses Problem nicht. Hier werden die Aktivitäten der Agenten einzeln verortet und können konkreten Nutzungen zugeordnet werden.
- Verkehrsmodelle beinhalten zwar häufig auch den Fuss- und Veloverkehr. In makroskopischen Verkehrsmodellen wird jedoch je nach Grösse der Verkehrsbezirke ein wesentlicher Teil des Fuss- und Veloverkehrs als Zellbinnenverkehr abgebildet, der im Bereich der Verkehrsmodellierung einen Sonderfall darstellt. In agenten-basierten Verkehrsmodellen werden hingegen der Fuss- und Velowege einzeln ausgewiesen. Für beide Modelltypen ist jedoch fraglich, welche Güte die Daten haben, da die Kalib-

ration der Modelle hinsichtlich Fuss- und Veloverkehr – falls überhaupt vorgenommen – häufig unzureichend ist. Dies liegt nicht zuletzt, daran dass es zu wenig Validierungsdaten, wie z.B. Verkehrszählungen, für den Fuss- und Veloverkehr gibt. Hier sind originäre Befragungsdaten vorzuziehen.

- Der Modellansatz müsste aus Aufwandsgründen auf bestimmte Anwendungsfälle fokussiert werden. Im Rahmen der ersten Begleitgruppensitzung konnten die Anwendungsfälle aber nicht weiter konkretisiert werden. Es soll deshalb eine Vielzahl von Nutzungstypen respektive Anwendungsfällen untersucht werden.

Ein Vergleich von synthetischen Daten (Verkehrsmodelle) und empirischen Daten (Mikrozensus, MZMV 2010) zeigt, dass die empirischen Daten insbesondere hinsichtlich der räumlichen und inhaltlichen Auflösung besser geeignet sind, um die objektscharfe Ermittlung der Verkehrsmittelwahlanteile im Vergleich zu den bisherigen Verfahren und Kennwerten zu verbessern (Siehe *Tab. 22*). Ein weiterer Vorteil ist der Raumbezug (Gesamtschweiz mit Möglichkeiten regionalspezifischer Auswertungen) und die Möglichkeit, diese hochaufgelösten Daten mit weiteren Daten zu veredeln.

Tab. 22 Vergleich von Verkehrsmodellen, Befragungen und Mikrozensus

	Verkehrsmodelle	Befragungen bzw. Zählungen	Mikrozensus
Räumliche Auflösung	Verkehrsbezirke	Einzelobjekte oder Gebiete	Einzelobjekte
Anzahl Aktivitäten	6 - 17	unterschiedliche	12
Einheitliche Definition Aktivitäten	nein	nein	ja
Räumlicher Bezug	unterschiedliche Teilgebiete	unterschiedliche Teilgebiete	Schweiz flächendeckend
Gebietstypen	ja	eingeschränkt	ja

Vor diesem Hintergrund und der positiven Einschätzung des Verfahrens TRICS erfolgt in der weiteren Bearbeitung eine starke Konzentration auf empirische Daten, insbesondere die des MZMV 2010.²⁶

4.2 Entscheidungskomponenten Verkehr und Verkehrsmittelwahl

Das individuelle Mobilitätsverhalten unterliegt einem komplexen Entstehungsprozess und ist von zahlreichen Einflussfaktoren und Wechselwirkungen (siehe Abbildung 21) geprägt. Die Verkehrsmittelwahl als eine Facette des Mobilitätsverhaltens steht im Rahmen dieses Projektes im Vordergrund. Der Begriff „Verkehrsmittelwahl“ ist allerdings etwas irreführend, gibt es doch häufig äussere (objektive) strukturelle Einschränkungen oder subjektive Gründe/Einstellungen und Ressourcen und Restriktionen, die eine echte Wahlsituation nicht entstehen lassen (vgl. [48] mit Verweis auf [49]). Aus der Verkehrsmittelwahl vieler Verkehrsteilnehmenden resultiert letztlich der Modal Split nach Wegen oder Verkehrsleistung bezogen auf eine Raumeinheit.

²⁶ Zum vertraglich gegebenen Bearbeitungszeitraum stand der Mikrozensus Verkehr 2015 nicht zur Verfügung.

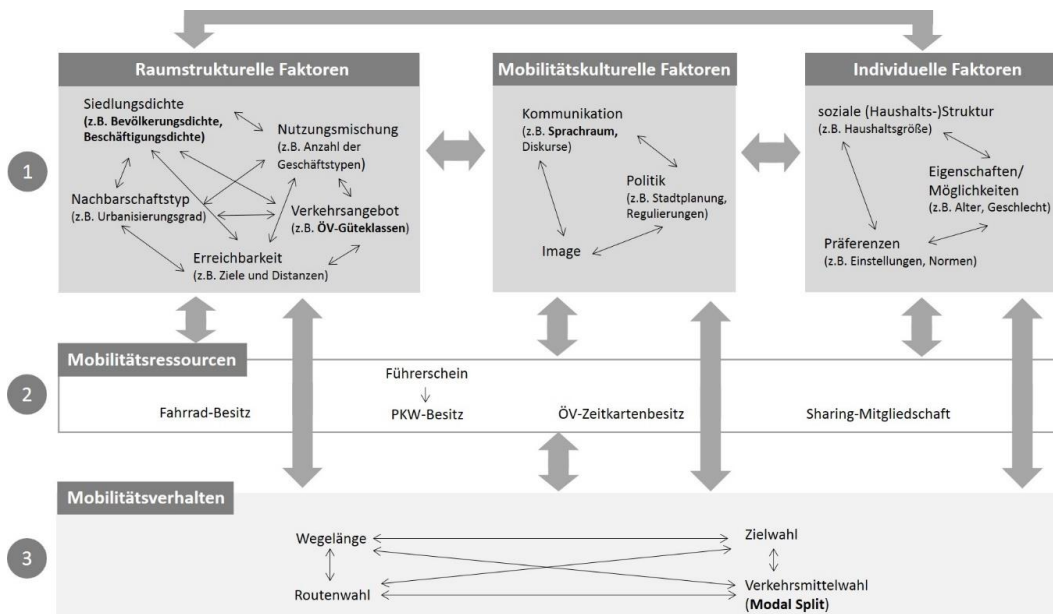


Abb. 21 Einflussfaktoren Mobilitätsverhalten, Eigene Darstellung in Anlehnung an [31], [32] und [33]

Die Abbildung 21 zeigt, dass die verschiedenen Einflussfaktoren (raumstrukturelle, mobilitätskulturelle und individuelle) (1) starken Wechselwirkungen unterliegen, die Einfluss auf die individuell verfügbaren Mobilitätsressourcen (2) haben, und direkt bzw. indirekt (über die Mobilitätsressourcen) auf das individuelle Mobilitätsverhalten (3) wirken. Umgekehrt hat das Verhalten natürlich auch Einfluss auf die strukturelle Ebene.

In Bezug auf die Erklärungskraft der einzelnen Faktoren (1) herrscht in der Literatur grosse Uneinigkeit. Während die Relevanz von sozialen und individuellen Faktoren empirisch bereits durch zahlreiche Studien belegt ist (vgl. z.B. [34]) und ihnen grosse Relevanz zugesprochen wird, ist die Erklärungskraft von raumstrukturellen Faktoren noch stark diskutiert (vgl. z.B. [35], [36], [34], [37], [38]). Dennoch gibt es Indizien, dass die Raumstruktur in wechselseitiger Beeinflussung mit dem Mobilitätsverhalten steht (vgl. z.B. [39], [40]). So zeigen Schwanen und Mokhtarian [41], dass räumliche Einflussfaktoren in bestimmten (räumlichen) Gegebenheiten sogar eine wichtigere Rolle für die Verkehrsmittelwahl spielen als individuelle Faktoren (z.B. Einstellungen).

Aus den zahlreichen Studien wird deutlich wird, dass die Siedlungsdichte, die Nutzungsmischung und das Verkehrsangebot als die drei wichtigsten raumstrukturellen Einflussfaktoren angesehen werden (vgl. [37]), wobei in den diversen Studien unterschiedliche Massstabebenen herangezogen werden, um den raumstrukturellen Einfluss zu betrachten. Gerade auf der Nachbarschaftsebene zeigen sich starke Zusammenhänge zwischen sozialer und räumlicher Struktur, die in der Verhaltensebene sichtbar werden. Entscheidend ist dabei stets das Reflektieren von Verknüpfungen zwischen den einzelnen Faktoren, die wechselseitig wirken (vgl. z.B. [42], [43]).

Aus forschungspragmatischen Gründen muss im gegenwärtigen Projekt eine Auswahl an Indikatoren getroffen werden, die als Variablen für die Ermittlung der Verkehrsmittelwahl (Modal Split) herangezogen werden. Im Rahmen dieses Projekts wird die Auswahl der Prädiktoren auf Basis der folgenden Überlegungen getroffen:

- Variablen (Prädiktoren), die einen statistisch signifikanten Einfluss auf den Modal-Split erwarten lassen haben und in der Praxis einfach verfügbar sind.
So zeigt der aktuelle Stand der Literatur, dass die gewählten Prädiktoren Erklärungskraft erwarten lassen (vgl. Tabelle 17). Badoe & Miller [44] führen zudem aus, dass oftmals neben Bevölkerungsdichte und Flächennutzung nicht das ÖV-Angebot als

Einflussfaktor in empirischen Studien berücksichtigt wird. Im Rahmen dieses Projekts wird daher auch der Indikator ÖV-Güteklasse als Prädiktor miteinbezogen.

Es wird im Vorfeld davon ausgegangen, dass nur eine geringe Korrelation zwischen Bevölkerungs- und Beschäftigtendichte und der ÖV-Güteklasse besteht. So ist an Standorten mit grosser Beschäftigtendichte wie Industriearalen oft nicht mit grossen Einwohnerzahlen zu rechnen. Weiterhin sind in der Regel bei grossen Beschäftigten- und Bevölkerungsdichten zwar überdurchschnittlich hohe ÖV-Güteklassen zu erwarten, niedrige Dichten führen aber nicht automatisch zu geringeren ÖV-Güteklassen.

Einfach verfügbar heisst in diesem Zusammenhang, dass die Variablen vom Planer mit möglichst geringem Aufwand bestimmt oder prognostiziert werden können. Nicht geeignet wären in diesem Zusammenhang z.B. die detaillierten sozioökonomischen Daten von Besuchern des Detailhandels (wie z.B. das Einkommen), auch wenn diese die Verkehrsmittelwahl massgeblich beeinflussen. [0]

- Datenverfügbarkeit und der Qualität der Daten. Mit dem Mikrozensus Verkehr werden die bestverfügbaren Daten verwendet. Mit der Verwendung der ÖV-Güteklassen aus Walkalytics, welches die tatsächlich vorhandenen Wege – und nicht nur eine Luftliniendistanz – beinhaltet, ist auch die örtliche Erreichbarkeit mit dem Fuss- und Veloverkehr implizit mitberücksichtigt. Weitere allenfalls relevante Prädiktoren, wie Verfügbarkeit von Parkplätzen und MIV-Erreichbarkeit konnten aus Gründen der Datenverfügbarkeit nicht berücksichtigt werden.

Im Folgenden wird auf die gewählten Prädiktoren und deren Wirkkraft und -richtung näher eingegangen.

Tab. 23 Prädiktoren und Wirkung auf das Mobilitätsverhalten

Prädiktor	Wirkung auf das Verkehrsverhalten
Bevölkerungsdichte	Die Bevölkerungsdichte ist ein häufig in empirischen Studien herangezogener Indikator mit statistisch nachweisbarer Wirkung auf das Mobilitätsverhalten, da die Bevölkerungsdichte eine notwendige Bedingung für viele weitere wichtige siedlungsstrukturelle Faktoren darstellt, die unmittelbar und sämtlich in ähnlicher Richtung auf die Verkehrsmittelwahl (Modal Split) wirken (vgl. [45]). Der Bevölkerungsdichte wird der relativ höchste Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl und individuelle Verkehrsleistung zugeschrieben (vgl. [34]). So sind kurze Wege durch gute Erreichbarkeiten und Nutzungsmischung nicht ohne eine hohe Bevölkerungsdichte möglich und ÖV-Anbindungen brauchen ein Mindestmass an Bevölkerungsdichte, um wirtschaftlich betrieben werden zu können. Dicht besiedelte, städtische Gebiete weisen somit durch ihren Dichtevorteil oftmals kürzere Wegstrecken und geringere Auto-Nutzung auf (vgl. [27], [28], [46], [41]).
Beschäftigungsdichte	Im Gegensatz zur Bevölkerungsdichte ist der Einfluss der Beschäftigungsdichte auf das Verkehrsverhalten noch nicht so deutlich nachgewiesen, allerdings kann eine höhere Konzentration an Arbeitsplätzen mit kürzeren Weglängen und einer höheren ÖV-Nutzung verbunden werden (v.a. auf Arbeitswegen) (vgl. [27], [28], [34]).
ÖV-Güteklassen	Das Verkehrsangebot, insbesondere die Qualität und Dichte des Angebots, spielt eine wichtige Rolle bei der Erklärung der Verkehrsmittelwahl (Modal Split). In der Schweiz werden ÖV-Güteklassen erstellt, indem das Kursintervall und die Art des Verkehrsmittels eine Haltestellenkategorie ergeben, die dann in Abhängigkeit von der Distanz zur Haltestelle die ÖV-Güteklasse definieren (vgl. [47]). Es ist empirisch belegt, dass eine höhere Dichte an ÖV-Haltestellen wesentlich zu einer höheren Nutzung des öffentlichen Verkehrs beiträgt (vgl. [50]) und dass, je besser der Zugang zum ÖV ist, desto geringer die Wahrscheinlichkeit der PKW-Nutzung ausfällt (vgl. [27], [28], [46]).
Sprachraum	Mobilitätskultur fungiert als integrierende Dimension zwischen objektiven Parameter (z.B. Siedlungsdichte) und individuellen Einflussfaktoren (z.B. Lebensstil). Kultur ist hier verstanden als allgemein geteiltes Wissen, das die Organisation des Alltags erleichtert, indem bestimmte Praktiken als gängig und realisierbar und andere als nicht eingeordnet werden (vgl. [51]). Im Mobilitätskultur-Konzept (vgl. [52]) ist auch der Faktor Kommunikation ein wichtiges Ausprägungsmerkmal von Kultur. Somit stellt der Sprachraum in der Schweiz einen guten Anhaltspunkt zur Miteinbeziehung der Mobilitätskultur in das Erklärungsmodell der Verkehrsmittelwahl (Modal Split) dar. In der Literatur finden sich bereits Debatten zum Thema Modal Split und Mobilitätskultur und deren Einfluss auf unterschiedliche lokale Ausprägungen (vgl. [27], [28], [53], [54], [55]).

Ein erster Schritt in dieser Richtung besteht in Form des «Mobilon»-Tools [30]. Das Mobilon Tool rechnet den Modal-Split auf Basis von drei Eingaben: Die mittlere Einwohnerdichte, die mittlere Anzahl Detailhandelsbeschäftigten und die ÖV-Güteklasse. Die Er-

gebnisse werden als Prozentzahlen für die Modi Fussverkehr, Veloverkehr, MIV, ÖV und Andere ausgegeben. Hier ist zu beachten, dass beim MIV nur Personenwege angezeigt werden. Die Anzahl PW-Fahrten wird durch Mobilon nicht geliefert. Weiterentwicklungsbedarf besteht wie folgt:

- Auswertung für unterschiedliche Wegezwecke;
- Auswertung auch für Quellverkehr (derzeit nur für Wegezweck am Ziel);
- Differenzierung der Ergebnisse nach Sprachregionen;
- Berücksichtigung der Beschäftigten- respektive Arbeitsplatzdichte und nicht nur der Detailhandelsbeschäftigten;
- Differenziertere Ausweisung der Verkehrsmittel und vor allem auch von Verkehrsmittelkombinationen;
- Ableitung von PW-Fahrten durch die Trennung von Mitfahrer und PW-Lenker. Hieraus lässt sich auch der PW-Besetzungsgrad ermitteln.

4.3 Ansatz für das Modal-Split-Tool

Grundidee ist eine Anreicherung der Wegedaten des MZMV um die Prädiktoren «Bevölkerungsdichte», «Beschäftigtendichte», «ÖV-Gütekategorie» und «Sprachraum». Dabei wurde der Sprachraum des Startortes bzw. Zielortes (nicht der der Person) als massgebend betrachtet wurde. Der Zusammenhang dieser raumbezogenen Erklärungsgrößen und dem Modal Split wird in den statistischen Tests im Kapitel 4.7.1 untersucht.

Bei den Wegedaten sind innerhalb des Projektes zunächst die Attribute Verkehrsmittel, der Wegezweck (am Zielort) und die Koordinaten am Start- und am Zielort relevant.

In einem ersten Schritt ist als zusätzliches Attribut der Zweck des Weges am Startort zu ermitteln (Abb. 22).

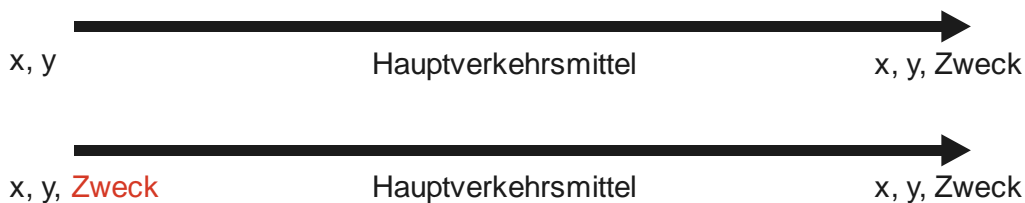


Abb. 22 Attribute eines Weges mit Projektbezug

Da das Hauptverkehrsmittel in den MZMV-Daten nur grob differenziert ist (z. B. keine Unterscheidung des Autoverkehrs in Auto-Selbstfahrer und Auto-Mitfahrer), ist zusätzlich eine Berücksichtigung des Verkehrsmittels der ersten und der letzten Etappe erforderlich, da die Etappenverkehrsmittel stärker ausdifferenziert sind. Aus der Kombinationen von Hauptverkehrsmittel des Weges und dem Verkehrsmittel der letzten Etappe ergibt sich das letztlich im Modal-Split-Tool ausgewiesene Verkehrsmittel des Zielverkehrs (Abb. 23). Analog wird so das Verkehrsmittel am Startort ermittelt.

Hierdurch ist auch die explizite Ausweisung multimodaler Wege möglich.

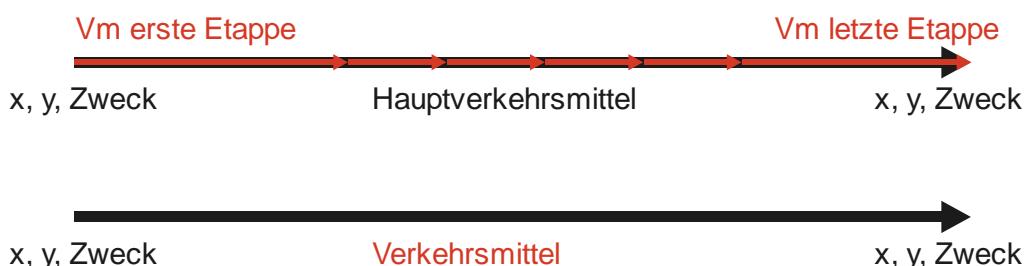


Abb. 23 Attribute eines Weges mit Projektbezug

Im dritten Schritt erfolgt für alle Wege die Ermittlung der Kenngrößen am Start- und am Zielort, die einen Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl haben. Neben der Berücksichtigung der Bevölkerungs- und Arbeitsplatzdichte sowie der ÖV-Güte ermöglicht die räumliche Zuordnung zu Sprachräumen weitergehende Differenzierungen (Abb. 24).

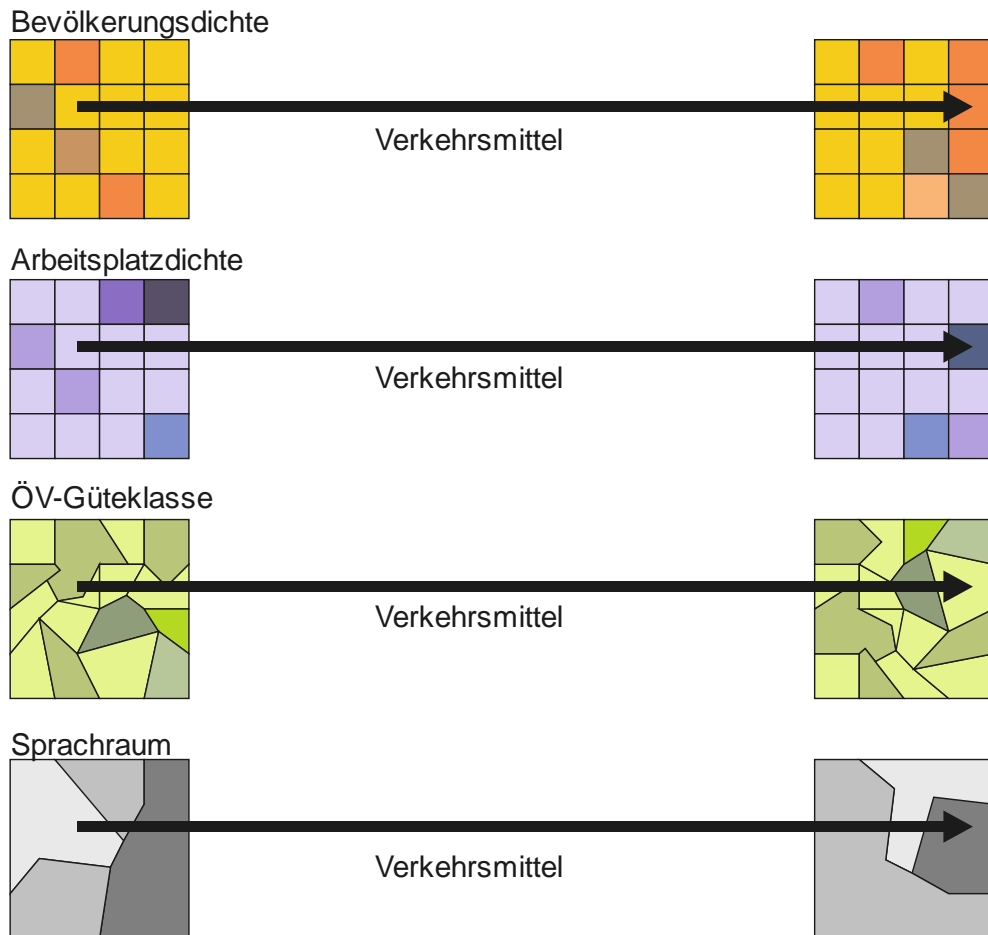


Abb. 24 Ermittlung von Kenngrößen am Start- und Zielort

Für die Bestimmung der Bevölkerungs- und Beschäftigtendichten wurde ein Rastermass von 500 x 500 m festgelegt. Mit dieser Rastergrösse sollte gewährleistet werden, dass der räumliche Charakter mit den typischen Nutzungsarten und Dichten ausreichend detailliert erfasst wird. Dabei sollte die Rasterweite nicht zu gross gewählt werden, um die Charakteristik des Gebiets möglichst detailliert und nicht zu pauschal wiederzugeben. Ebenso sollte auch eine zu kleine Rasterweite vermieden werden, um Extremwerte der Dichten auszuschliessen, z. B. aufgrund von Einzelobjekten wie mehrgeschossige Wohngebäude, die punktuell zu sehr grossen, für das Gesamtgebiet nicht repräsentativen Bevölkerungsdichten führen würden.

4.4 Vorgehen zum Aufbau des Modal-Split-Tools

Um die Ermittlung der Verkehrsmittelanteile für bestimmte Nutzungsarten vornehmen zu können, ist der Wegezweck entscheidend. In den 211'000 Wegedatensätzen des MZMV ist jedem Weg der Wegezweck am Ziel zugeordnet. Dies bedeutet, dass für einzelne Nutzungsarten ohne weitere Aufbereitung der Daten keine Auswertungen für den Wegezweck am Start möglich sind (z. B. Wege vom Arbeitsplatz).

Dies bedeutet, dass für einzelne Nutzungsarten ohne weitere Aufbereitung der Daten zunächst nur Modal-Split-Auswertungen für den Zielverkehr möglich sind. Da der Modal Split für Quell- und Zielverkehr jedoch nicht identisch sein muss, sollte auch dieser auch separat für den Quellverkehr - bezogen auf die betrachteten Objekte - ausgewiesen werden (z. B. Wege vom Arbeitsplatz). Differenzen im Modal Split zwischen Ziel- und Quellverkehr treten beispielsweise durch Hol- und Bringverkehr auf, wenn etwa eine Person eines Haushalts von einer anderen morgens mit dem Auto mitgenommen und z. B. am Arbeitsplatz abgesetzt wird, am Nachmittag aber selbstständig nach Hause fährt oder geht. Ähnliches gilt für den Hol- und Bringverkehr von Schulkindern.

Um den Modal Split auch für den Quellverkehr ermitteln zu können, wurde daher der nachfolgende Ansatz gewählt:

Die Wege im MZMV sind für jede Zielperson (Attribut ZIELPNR) chronologisch fortlaufend nummeriert (Attribut WEGNR), d.h. es ist ein Rückschluss auf den jeweils vorhergehenden Weg möglich. Zu einem Weg gehören immer zwei Aktivitäten, jeweils eine Start-Aktivität und eine Ziel-Aktivität. Diese bilden das Aktivitätenpaar jedes Weges. Die Ziel-Aktivität entspricht dem Wegezweck des jeweiligen Weges, welcher auch in den MZMV-Daten vorhanden ist. Die Start-Aktivität eines Weges n entspricht dem Wegezweck des vorhergehenden Weges $n-1$, siehe *Abb. 25*.²⁷ Der Start-Wegezweck des ersten Weges ist immer «Wohnen». Aus dieser Beziehung wurde für jeden Weg auch die Start-Aktivität abgeleitet und an den Wegedatensätzen ergänzt (Bildung von Aktivitätenpaaren). Somit ist es möglich, Auswertungen auch für den Quellverkehr der zu betrachtenden Objekte durchzuführen.

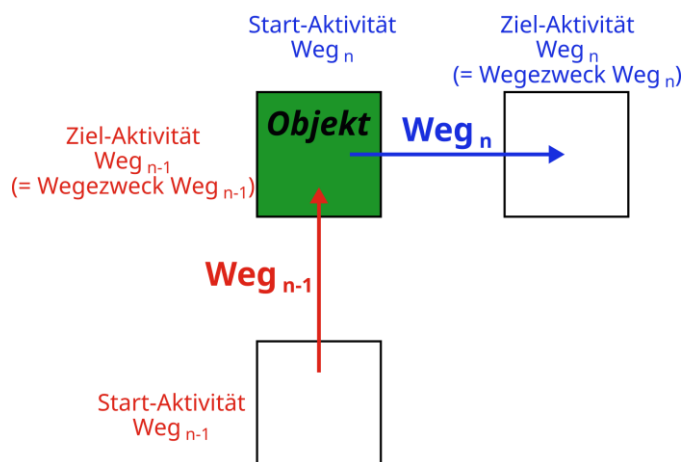


Abb. 25 Zusammenhang der Wegezwecke aufeinander folgender Wege

Um die lagespezifischen Einflüsse auf die Verkehrsmittelwahl entsprechend zu berücksichtigen, wurden die Datensätze des MZMV um weitere räumliche Daten erweitert. Mittels der in den Wegedaten enthaltenen Koordinatenangaben des Start- und Zielortes wurden diese als Punktobjekte in einem Geographischen Informationssystem verortet und über räumliche Verknüpfungen um weitere ortsbezogene Größen ergänzt (*Abb. 26*).

²⁷ Für Wege mit WEGNR = 1 existieren keine vorhergehenden Wege. Für diese wurde der Start-Wegezweck „Wohnen“ angesetzt, da in der Regel der erste Weg des Tages am Wohnstandort beginnt.

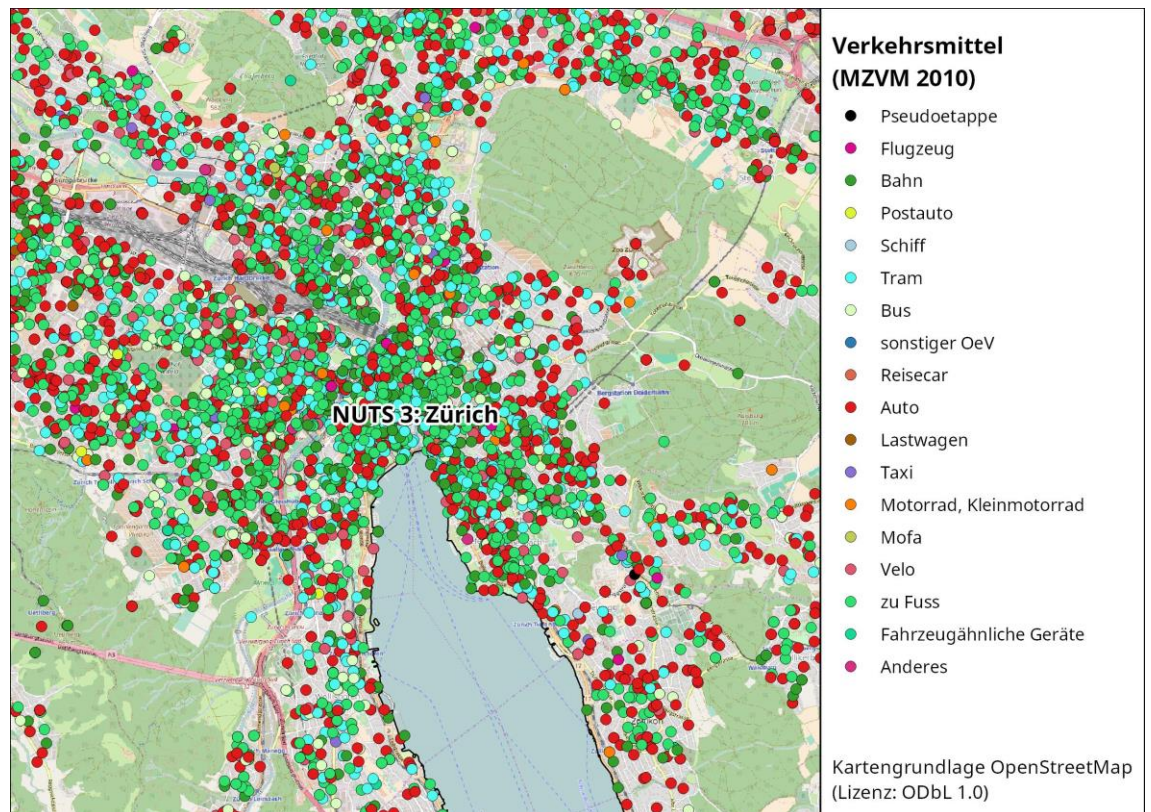


Abb. 26 Verkehrsmittelwahl, Zielkoordinaten der zurückgelegten Wege (Mikrozensus Verkehr und Mobilität 2010)

Die Bevölkerungs- und Beschäftigtendaten wurden in Form von vektorisierten Rasterpunkten im 100-m-Raster vom Bundesamt für Statistik (BFS) bezogen. Um hieraus die Bevölkerungs- und Beschäftigtendichte ermitteln zu können, wurde das Gebiet der Schweiz in ein Raster (Polygone von 500 m x 500 m) eingeteilt und die relativen Bevölkerungs- und Beschäftigtendaten (Werte pro ha) in den einzelnen Polygonen ermittelt (Abb. 27 und Abb. 28).

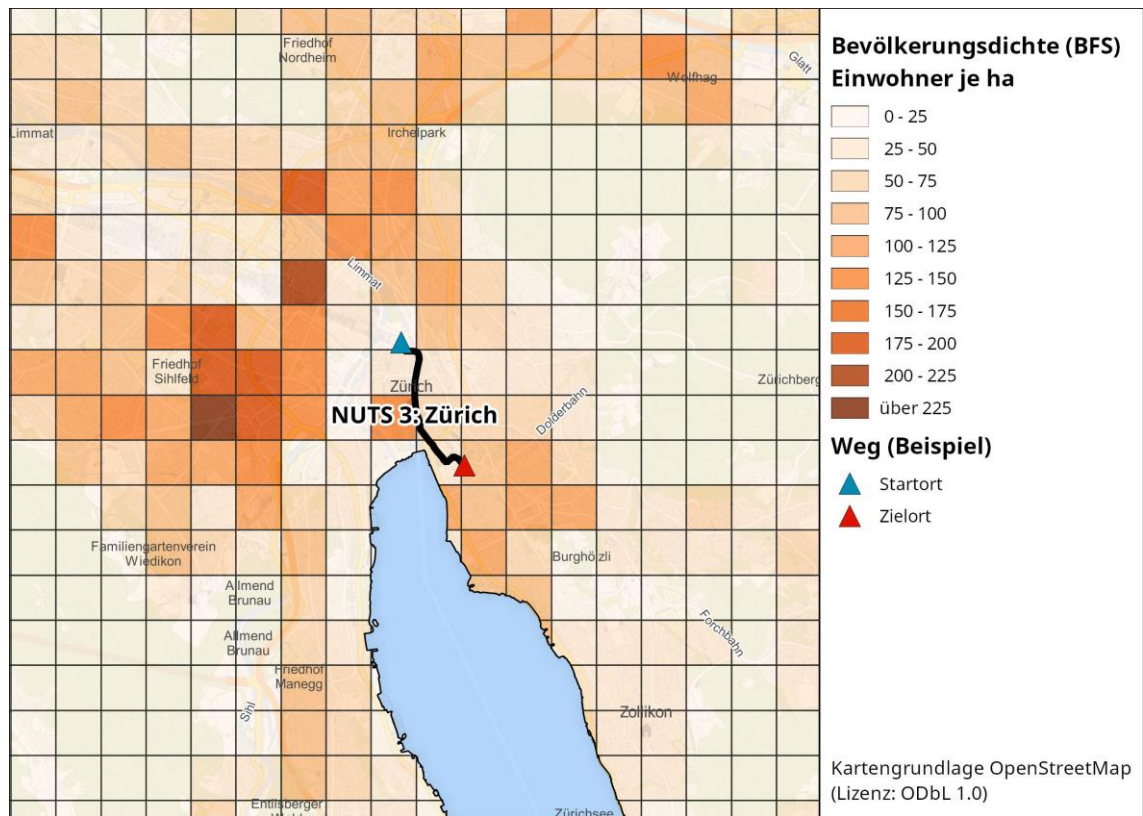


Abb. 27 Bevölkerungsdichte (abgeleitet aus Daten des Bundesamtes für Statistik)

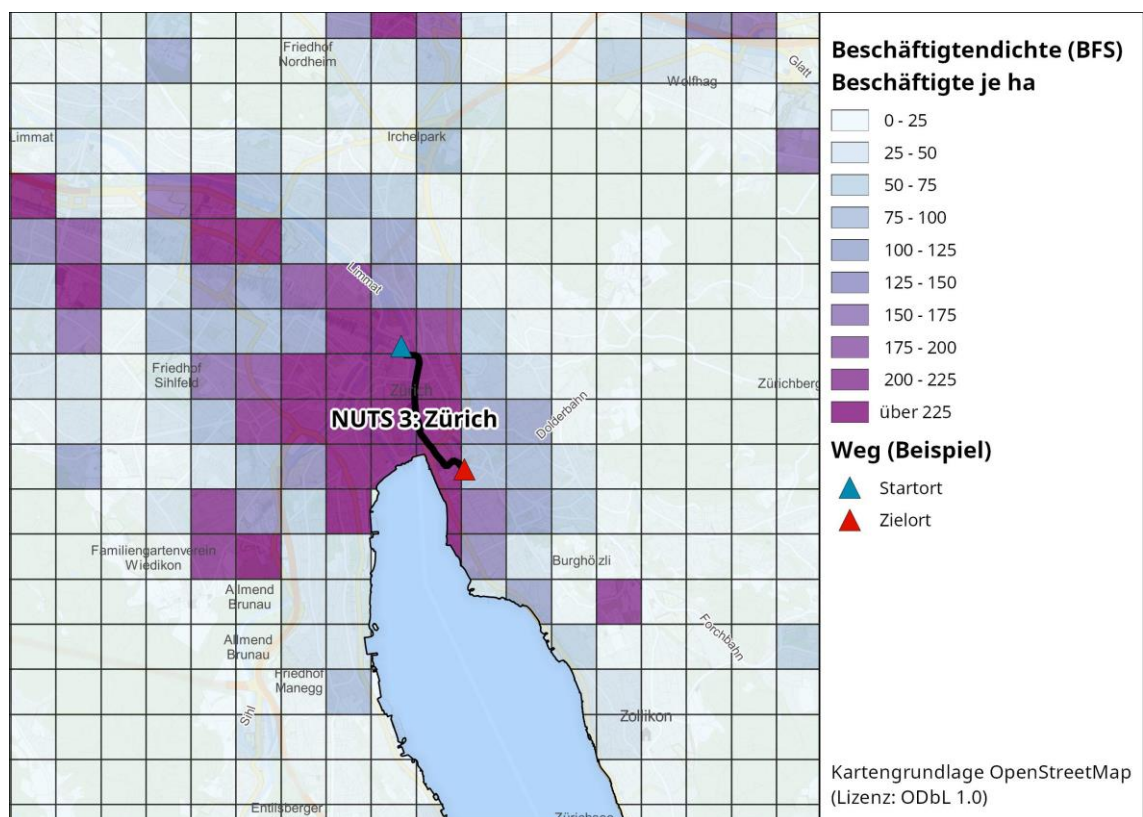


Abb. 28 Beschäftigtendichte (abgeleitet aus Daten des Bundesamtes für Statistik)

Für die ÖV-Güteklassen wurde in einem ersten Schritt der Datensatz des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE) zugrunde gelegt (Abb. 29). Um hierfür eine möglichst realitätsnahe Abbildung zu erhalten, wurde auf Basis der Definition der Klassen des ARE eine neue Ermittlung der ÖV-Güteklassen unter Ansatz der tatsächlichen Fusswege mit Hilfe des von EBP entwickelten Tools Walkalytics vorgenommen.

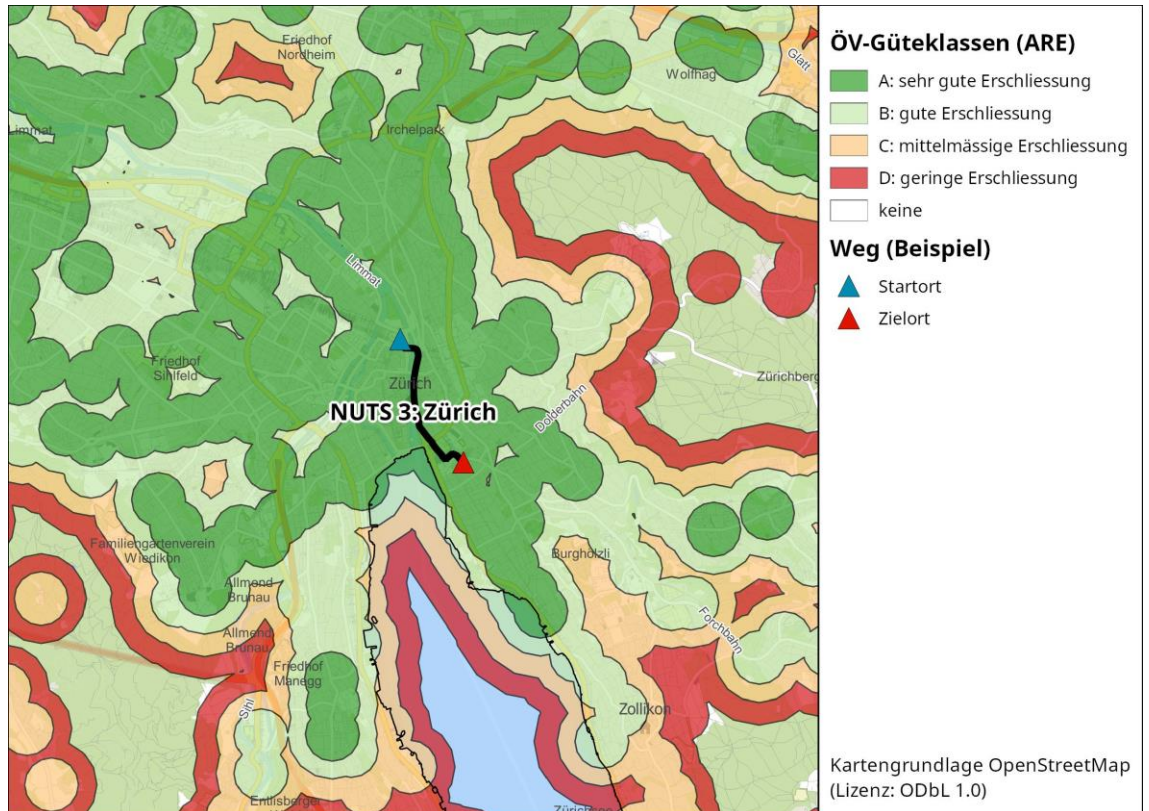


Abb. 29 ÖV-Güteklassen (Güteklassen entsprechend ARE; Berechnung mit EBP Tool Walkalytics)

Ausserdem wurde eine separate Auswertung nach unterschiedlichen Sprachräumen vorgesehen. Hierfür wurden nicht auf die in den Mikrozensusdaten bereits angelegten personenbezogenen Daten zurückgegriffen, sondern stattdessen der Sprachraum des Start- bzw. Zielortes der Wege ermittelt.

In den Wegedaten des MZMV sind die genutzten Hauptverkehrsmittel einerseits detailliert mit 17 ausgewiesenen Verkehrsmittelkategorien, andererseits als aggregierte Hauptverkehrsmittel (vier Kategorien) enthalten. In ersteren kommen Verkehrsmittel vor, die in der Regel sehr geringe Anteile aufweisen (z.B. Reiseкар, Schiff). Demgegenüber ist die aggregierte Angabe relativ grob (LV, MIV, OeV, andere). Aus letzterer ist beispielsweise keine Differenzierung von Fuss- und Veloverkehr möglich. In den Wegedaten sind keine Angaben über Mitfahrer-Anteile im Autoverkehr enthalten, welche für die Ermittlung des Verkehrsaufkommens wesentlich sind. Ausserdem lassen sich hieraus keine multimodalen Verkehrsmodi ableiten (Park and Ride, Kiss and Ride, Bike and Ride). Für das Forschungsvorhaben bedeutete dies, dass die in den Wegedaten enthaltene Einteilung der Verkehrsmittel nicht übernommen werden konnte.

Daher wurden zusätzlich die Etappendaten des MZMV 2010 herangezogen. In diesen ist beispielsweise die Trennung zwischen Auto als Fahrer und als Mitfahrer enthalten. Etappen sind Einzelabschnitte eines Weges. Mit jedem Verkehrsmittelwechsel beginnt eine neue Etappe. Aus den Etappendaten lassen sich weiterhin in Kombination mit den Wegedaten auch die Anteile von Park and Ride, Kiss and Ride and Bike and Ride ermitteln. Hierfür ist jeweils das Verkehrsmittel der Etappe am betreffenden Objekt (erste oder

letzte Etappe) in Verbindung mit dem Hauptverkehrsmittel des Weges von Bedeutung. Eine Prinzipdarstellung zu Wegen und den dazugehörigen Etappen enthält *Abb. 30*.

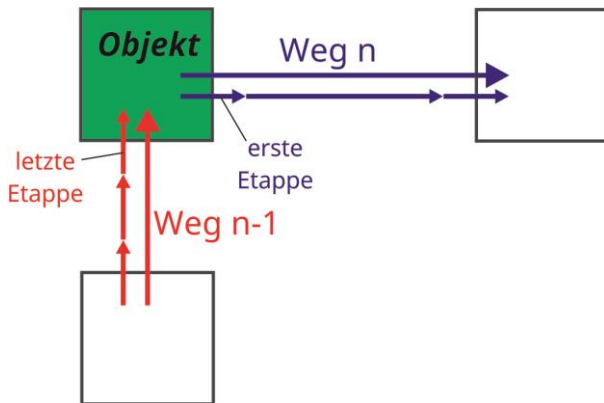
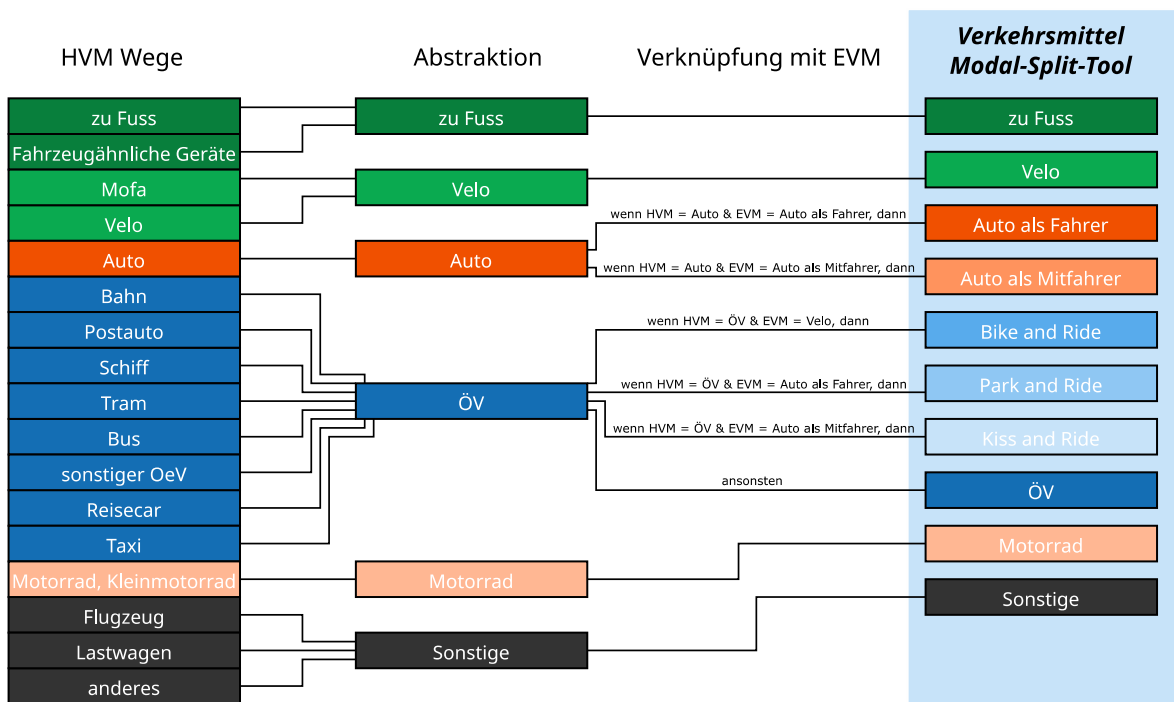


Abb. 30 Prinzipdarstellung Wege und Etappen

Für die Ausweisung im Modal-Split-Tool wurden schliesslich zehn Verkehrsmittelkategorien definiert, welche über Aggregation und Kombination der Wege- und Etappendaten ermittelt wurden (*Abb. 31*).



HVM - Hauptverkehrsmittel eines Weges
 EVM - Verkehrsmittel der ersten bzw. letzten Etappe eines Weges

Abb. 31 Ermittlung der massgebenden Verkehrsmittel für das Modal-Split-Tool

4.5 Datenstruktur und Optimierung der Datenmenge

Aus Gründen der Handhabbarkeit des Modal-Split-Tools war es erforderlich, die Dateigrösse und die Rechenzeit auf ein praktikables Mass zu begrenzen. Hierzu war es erforderlich, den Berechnungsalgorithmus aufzuteilen:

- GIS-Analyse zur räumlichen Verknüpfung von Daten;
- Accessbasierte Aggregation der Daten;
- Excelbasiertes Modal-Split-Tool zur Filterung der Ergebnisse.

Die einzelnen Schritte werden sukzessive durchlaufen.

In der GIS-Analyse erfolgt die Anreicherung der Wegedaten um weitere räumliche Informationen am Start- und Zielort.

Die ermittelten Daten werden an ein Access-Tool übergeben, in dem die Daten aggregiert werden. Hier erfolgt auch die Behandlung von Spezialfällen (z. B. Wege, die ausserhalb der Schweiz enden). Im Ergebnis des Berechnungsprozesses liegt für alle Kombinationen aus Merkmalsausprägungen die Anzahl der ermittelten Wege vor. Da dieser Teil der Berechnungen rechenzeitintensiv ist und grosse Datenmengen vorgehalten werden müssen, wurde er nicht in das Modal-Split-Tool für den Nutzer übertragen.

Das excelbasierte Modal-Split-Tool übernimmt die Ergebnisse und gibt dem Nutzer die Möglichkeit der Visualisierung der Ergebnisse unter den auswählbaren Filterkriterien.

Die Daten mussten unter der Zielstellung abstrahiert werden, so dass keine wesentlichen Beschränkungen der Aussageschärfe des Tools entstehen. Dies bedeutet, dass Abstraktionen nur dort vorgenommen wurden, wo die ohne die Abstraktionen bestehenden Differenzierungen keinen Mehrwert bieten. So wurden die bestehenden Bevölkerungs- und Arbeitsplatzdichten in Klassen zusammengefasst (z. B. 0 – 5 Einwohner/ ha, 5 – 10 Einwohner/ ha usw.).

Die bestehenden Klasseneinteilungen wurden mehrfach variiert und hinsichtlich der Datenmenge, Rechenzeit und Aussageschärfe getestet.

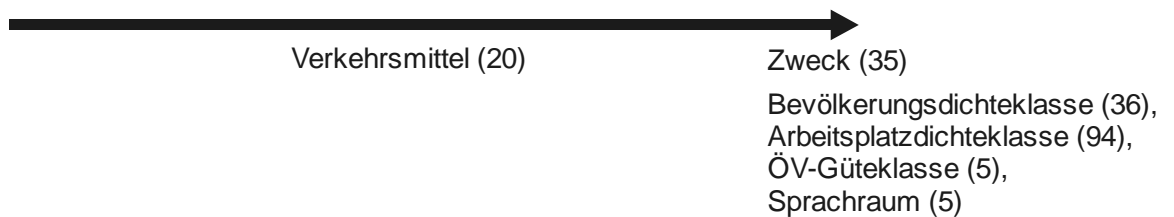


Abb. 32 Merkmalsausprägungen der einzelnen Attribute eines Weges (bezogen auf das Ziel)

Trotz dieser Abstraktion sind für jeden Weg (bezogen auf das Ziel) theoretisch insgesamt ca. 60 Millionen Kombinationen möglich. Da viele Kombinationen von Merkmalsausprägungen nicht vorkommen, verbleiben am Ende ca. 50'000 Datensätze, ein für die Implementierung in das excelbasierte Modal-Split-Tool akzeptables Mass.

Die Aussagen für den Quellverkehr gelten analog.

4.6 Beschreibung des Modal-Split-Tools

Das Modal-Split-Tool ermöglicht zur Abschätzung der Verkehrsmittelwahl für eine geplante Nutzung aus den ergänzten MZMV-Daten mittels Filterfunktionen jene Datensätze zu selektieren, bei denen folgende Attribute auf das geplante Objekt zutreffen:

- Wegezweck, ergibt sich aus der geplanten Nutzungsart je Nutzergruppe und weiteren Attributen (z.B. Art der Einkäufe);²⁸
- ÖV-Gütekategorie;
- Bevölkerungsdichte (Spanne von ... bis);
- Beschäftigtendichte (Spanne von ... bis);
- Sprachraum.

Der Aufbau der Eingabemaske ist in *Abb. 33* dargestellt.

Wegezweck	ÖEV-Klasse	Bevölkerungsdichte (Einwohner/ ha)	Arbeitsplatzdichte (Arbeitsplätze/ ha)	Sprache	Kritische Anzahl Datensätze
Einkauf - Lebensmittel	A	von 35 bis 85	0 915	Alle	100

Abb. 33 Modal-Split-Tool – Eingabemaske Modal-Split-Tool

Im Ergebnis des gefilterten Datensatzes werden die Anteile der einzelnen Verkehrsmittel, getrennt für den Quell- und für den Zielverkehr ausgewiesen. Um die Aussagefähigkeit des gefilterten Ergebnisses abschätzen zu können, wird zudem die Anzahl der zugrundeliegenden Wege für Quell- und Zielverkehr angegeben (siehe *Abb. 34*).

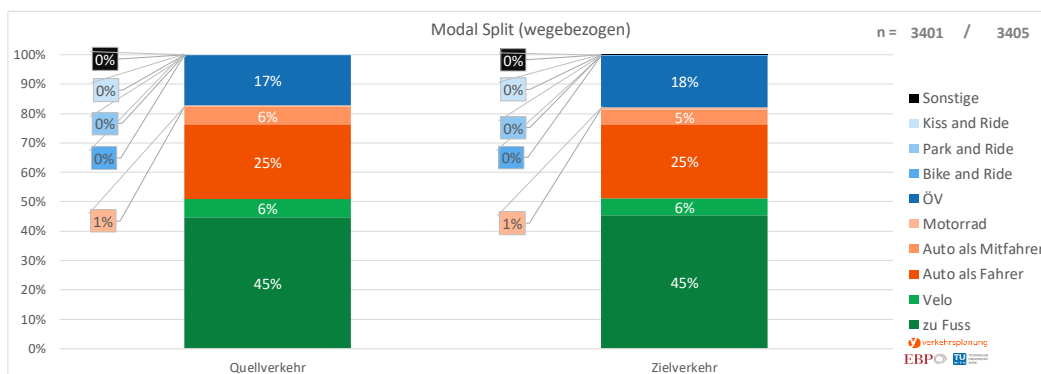


Abb. 34 Modal-Split-Tool – Ergebnisdarstellung

Im Rahmen der Ermittlung der Ergebnisse werden im Modal-Split-Tool keine statistischen Masse wie Vertrauensintervalle oder Verteilungen berechnet. Seitens Nutzer besteht aber die Möglichkeit Mindestanforderungen hinsichtlich der mindestens notwendigen Anzahl an Datensätzen für die Auswertungen vorzugeben.

Werden Filterbedingungen vom Nutzer vorgegeben, die keine oder nur eine geringe Anzahl von Datensätzen als Ergebnis aus, so erhält der Nutzer den Hinweis, dass die Filterbedingungen anzupassen sind (z. B. Erweiterung der betrachteten Bevölkerungsdichte von 40 – 45 Einwohner/ ha auf 35 – 50 Einwohner/ ha). Der Grenzwert, der überschritten werden muss, ist vom Nutzer selbst im Feld „Kritische Anzahl Datensätze“ frei einstellbar.

Das Modal-Split-Tool kann auf www.mobilityplatform.ch heruntergeladen werden.

²⁸ Zu beachten ist, dass z.T. mehrere Wegezwecke von Relevanz sind, z.B. im Detailhandel Wegezweck Einkaufen für Kunden, Wegezweck Arbeiten für die Angestellten.

4.7 Prüfungen Modal-Split-Tool

4.7.1 Statistische Tests: Zusammenhang zwischen Modal Split und relevanten Erklärungsgrössen des Raumes und der Mobilitätskultur

Im Folgenden werden die vier gewählten Prädiktoren (Sprachraum, ÖV-Gütekategorie, Beschäftigungsdichte und Bevölkerungsdichte), ihre Auswirkungen auf den Modal Split und ihre Erklärungskraft dargelegt. Dazu werden jeweils die folgenden statistischen Masse ausgewiesen:

- Pearson-Chi-Quadrat Signifikanz: Wahrscheinlichkeitsmass für Kreuztabellen, das zeigt, **ob Zusammenhänge** zwischen den Variablen mehr als nur zufällig sind. Üblicherweise gilt ein Wert unter 0.05 als signifikant; ein Wert unter 0.01 ist hochsignifikant.
- Cramer-V: Zusammenhangsmass für Kreuztabellen auf der Basis des Chi²-Tests, das die **Stärke des Zusammenhangs** zwischen zwei (nominalen bzw. gemischt skalierten) Variablen angibt, wenn (mindestens) eine der beiden Variablen mehr als zwei Ausprägungen hat. In Abhängigkeit des Betrages der Masszahl lässt sich die Stärke des Zusammenhangs grob verbalisieren. Liegt der Wert unter 0.2, so ist die Korrelation sehr gering bzw. sehr schwach.

Die folgenden Tabellen zeigen den Modal-Split in Bezug auf die Bevölkerungs- und die Beschäftigungsdichte.

Sowohl die Tabelle in Bezug auf die Bevölkerungsdichte als auch die Tabelle der Beschäftigungsdichte zeigen, dass je höhere die Dichte (in Bezug auf Bevölkerung und Beschäftigte) ist, ...

- ... desto höher ist der Anteil ÖV-Nutzung;
- ... desto höher ist der Anteil der FussgängerInnen;
- ... desto geringer ist der Anteil PW Nutzung.

Die Velo-Nutzung ist relativ unabhängig von Dichten.

Die statistischen Kennzahlen zeigen an, dass sowohl die Bevölkerungs- wie auch die Beschäftigungsdichte für die Erklärung des Modal Splits hoch signifikant sind, allerdings nur ein schwacher Zusammenhang nachgewiesen werden kann. D.h., dass sich die Merkmale als Erklärungsgrösse für den Modal-Split eignen, da ein Zusammenhang besteht und die Wahrscheinlichkeit eines Irrtums sehr gering ist. Ein schwacher Zusammenhang zeigt, dass es noch bessere Erklärungs-/Trenngrössen für den Modal-Split geben dürfte (wie z.B. das Einkommen), ohne dass das für den Forschungsansatz und für die Anwendung aus Gründen der Datenverfügbarkeit praktikabel ist.

Tab. 24 Modal-Split in Bezug auf die Bevölkerungsdichte

	Zu Fuss	Velo	PW	ÖV	Gesamt
0 bis 24.9 (n= 87525)	26.0%	6.2%	58.9%	8.9%	100.0%
25 bis 49.9 (n= 49335)	32.6%	6.7%	47.7%	13.0%	100.0%
50 bis 74.9 (n= 39307)	36.2%	6.8%	41.8%	15.2%	100.0%
75 bis 99.9 (n= 11735)	39.1%	6.6%	36.3%	18.0%	100.0%
100 bis 124.9 (n= 8511)	41.8%	4.8%	33.1%	20.3%	100.0%
125 bis 149.9 (n= 3560)	44.4%	6.3%	29.7%	19.6%	100.0%
>150 (n= 7368)	48.5%	6.0%	24.2%	21.4%	100.0%
GESAMTSUMME (n= 207341)	32.0%	6.4%	48.9%	12.7%	100.0%

Pearson-Chi-Quadrat Sign. 0.00; Cramer-V 0.121.

Tab. 25 Modal-Split in Bezug auf die Beschäftigungsdichte

	Zu Fuss	Velo	PW	ÖV	Gesamt
0 bis 24.9 (n= 131244)	29.2%	6.7%	54.8%	9.3%	100.0%
25 bis 49.9 (n= 27135)	33.6%	6.1%	47.8%	12.5%	100.0%
50 bis 74.9 (n= 12280)	36.4%	6.1%	43.2%	14.3%	100.0%
75 bis 99.9 (n= 6425)	38.0%	5.6%	38.3%	18.1%	100.0%
100 bis 124.9 (n= 5801)	40.1%	6.0%	36.8%	17.1%	100.0%
125 bis 149.9 (n= 3918)	39.1%	7.7%	34.5%	18.7%	100.0%
>150 (n= 20538)	39.9%	5.1%	25.7%	29.3%	100.0%
GESAMTSUMME (n= 207341)	32.0%	6.4%	48.9%	12.7%	100.0%

Pearson-Chi-Quadrat Sign. 0.00; Cramer-V 0.133

Die folgende Tabelle zeigt den Modal-Split in Bezug auf die ÖV-Güteklassen.

Tab. 26 Modal-Split in Bezug auf die ÖV-Güteklassen

	Zu Fuss	Velo	PW	ÖV	Ge- samt
Güteklasse A (n= 54821)	38.8 %	5.7 %	33.3 %	22.2 %	100.0%
Güteklasse B (n= 40433)	33.5 %	6.7 %	46.3 %	13.5 %	100.0%
Güteklasse C (n= 41716)	29.6 %	7.0 %	54.2 %	9.2%	100.0%
Güteklasse D (n= 47188)	28.4 %	6.7 %	57.6 %	7.3%	100.0%
GESAMTSUM- ME (n= 184158)	32.9 %	6.5 %	47.1 %	13.5 %	100.0%

Pearson-Chi-Quadrat Sign. 0.00; Cramer-V 0.134.

Die Tabelle zeigt deutlich die Auswirkung der ÖV-Güteklasse auf den Modal Split: je höher die Güteklasse, desto höher ist der Anteil ÖV. In Kombination mit diesem vermehrten ÖV-Anteil findet sich auch ein höherer Anteil an Zu-Fuss-Gehen und eine Reduktion des PW Anteils. Die Velo-Nutzung scheint von den ÖV-Güteklassen relativ unbeeinflusst zu sein. Erneut zeigt der Chi-Quadrat-Test, dass eine hohe Signifikanz gegeben ist, allerdings auch bei den ÖV-Güteklassen nur ein schwacher Zusammenhang in der Erklärungskraft des Modal Splits festgestellt werden kann. Die folgende Tabelle zeigt den Modal-Split in Bezug auf den Sprachraum.

Tab. 27 Modal-Split in Bezug auf den Sprachraum

	Zu Fuss	Velo	PW	ÖV	Ge- samt
Deutsches Sprachgebiet (n= 142452)	31.1 %	8.0 %	47.3 %	13.6 %	100.0 %
Französisches Sprachgebiet (n= 54526)	34.0 %	3.0 %	51.8 %	11.3 %	100.0 %
Italienisches Sprachgebiet (n= 9515)	34.2 %	2.3 %	57.3 %	6.2%	100.0 %
Rätoromani- sches Sprach- gebiet (n= 575)	46.3 %	1.7 %	43.0 %	9.0%	100.0 %
GESAMTSUM- ME (n= 207068)	32.0 %	6.4 %	49.0 %	12.6 %	100.0 %

Pearson-Chi-Quadrat Sign. 0.00; Cramer-V 0.067.

In den verschiedenen Schweizer Sprachräumen zeigen sich in Hinblick auf den Modal Split v.a. Unterschiede im Velo- und Fussverkehr, die allerdings auch immer unter Berücksichtigung der jeweiligen topografischen und infrastrukturellen Gegebenheiten des Sprachraums gesehen werden müssen. So ist das Zu-Fuss-Gehen im rätoromanischen Sprachgebiet sehr dominant (mit 46.3%), die Velo-Nutzung jedoch mit 1.7% nur unterdurchschnittlich ausgeprägt. Demgegenüber stehen beispielsweise 8.0% Velo-Nutzung im deutschen Sprachgebiet. In Bezug auf den ÖV sticht das italienische Sprachgebiet mit einer unterdurchschnittlichen Nutzung heraus, während der PW mit 57.3% überdurchschnittlich häufig genutzt wird. Auch hier zeigt der Chi-Quadrat-Test, dass eine hohe Signifikanz gegeben ist, allerdings auch nur ein schwacher Zusammenhang in der Erklärungskraft des Modal Splits festgestellt werden kann.

4.7.2 Variationstest 1: ÖV-Güteklassen

Oben wurde gezeigt, dass sich bei besseren ÖV-Güteklassen der Anteil des ÖV und auch der Anteil des Fussverkehrs erhöhen. Hier wird nun geprüft, wie sich die Anteile einmal bei niedrigen Bevölkerungs- und Beschäftigungsdichten und einmal bei hohen Bevölkerungs- und Beschäftigungsdichten verändern. Die Parameter Wegezweck und Sprachregion werden nicht variiert, und werden auf *Alle* gesetzt. Die *Tab. 28* und die *Tab. 29* zeigen die Modal-Split Anteile je ÖV-Güteklasse.

Tab. 28 Modal-Split je ÖV-Güteklasse bei niedrigen Bevölkerungs- (0-5 EW/ha) und Beschäftigungsdichten (0-5 AP/ha); alle Wegzwecke und alle Sprachregionen

	ÖV-Güteklasse: D (n=7'300)	C (n=1'861)	B (n=737)	A (n=180)
Sonstige	1 %	1 %	0 %	0 %
Kiss and Ride	1 %	1 %	0 %	1 %
Park and Ride	1 %	0 %	0 %	0 %
Bike and Ride	0 %	0 %	0 %	0 %
ÖV	7 %	8 %	11 %	16 %
Motorrad	1 %	1 %	1 %	1 %
Auto als Mitfahrer	14 %	12 %	12 %	9 %
Auto als Fahrer	45 %	44 %	48 %	45 %
Velo	6 %	8 %	6 %	6 %
Zu Fuss	24 %	25 %	22 %	21 %

Tab. 29 Modal-Split je ÖV-Güteklasse bei hoher Bevölkerungs- (85-315 EW/ha) und Beschäftigungsdichte (85-915 AP/ha) alle Wegzwecke und alle Sprachregionen

	ÖV-Güteklasse: D (n=0)	C (n=44)	B (n=989)	A (n=10'787)
Sonstige			1 %	0 %
Kiss and Ride			0 %	0 %
Park and Ride			0 %	0 %
Bike and Ride			1 %	0 %
ÖV			22 %	24 %
Motorrad			2 %	2 %
Auto als Mitfahrer			4 %	5 %
Auto als Fahrer			18 %	19 %
Velo			12 %	6 %
Zu Fuss			41 %	44 %

Zu wenig Daten
N < 100

Sowohl in *Tab. 28* als auch in *Tab. 29* ist ersichtlich, dass die Erwartungen bzgl. des ÖV-Anteils erfüllt werden: Bei einer besseren ÖV-Erschliessung ist der ÖV-Anteil höher. Zudem ist erwartungsgemäss der ÖV-Anteil in dichtbesiedelten Gebieten höher als Regionen mit niedrigen Dichten. Die Aussagen hinsichtlich der übrigen Prädiktoren sind in diesem Extrembeispiel mit äusserst geringen Dichten nicht eindeutig: Bei niedriger Bevölkerungs- und Beschäftigungsdichte schwanken die Anteile z.B. von Fussverkehr und PW relativ gering und nicht in Abhängigkeit von der ÖV-Güteklasse. So hat der PW bei ÖV-Güteklasse B den höchsten Anteil und der Fussverkehr bei ÖV-Güteklasse C. Grund da-

für sind vor allem die sehr unterschiedlichen Stichprobengrößen. So ist eine ÖV-Güteklasse A in Regionen mit niedrigen Dichten sehr selten anzutreffen. Ein Anwender sollte entsprechend Variationen vornehmen, um eine stabile Daten zu erzielen.

4.7.3 Variationstest 2: Beschäftigungsdichten

Oben wurde gezeigt, dass je höher die Beschäftigtendichte ist, auch der ÖV-Anteil höher ist. Hier wird getestet, ob dies auch für die ÖV-Güteklasse A und ÖV-Güteklasse D gilt. Es wird nur der Wegezweck Arbeiten betrachtet. Die Bevölkerungsdichte wird auf 15 bis 25 EW/ha eingestellt. Der Test wird zweimal ausgeführt: einmal mit ÖV-Güteklasse D und einmal mit ÖV-Güteklasse A. Die Ergebnisse der Anwendung des Modal-Split-Tools sind hinsichtlich einer schlechten ÖV-Erschließungsqualität in *Tab. 30* und bei einer sehr guten ÖV-Erschließung in *Tab. 31* dargestellt.

Tab. 30 Modal-Split bei verschiedenen Beschäftigtendichten mit ÖV-Güteklasse D; Wegezweck Arbeiten und alle Sprachregionen

	Beschäftigtendichte: 0-5 AP/ha (n=224)	5-95 AP/ha (n=782)	95-915 AP/ha (n=10)
Sonstige	0 %	1 %	Zu wenig Daten N < 100
Kiss and Ride	0 %	0 %	
Park and Ride	0 %	0 %	
Bike and Ride	0 %	0 %	
ÖV	6 %	5 %	
Motorrad	3 %	2 %	
Auto als Mitfahrer	3 %	5 %	
Auto als Fahrer	65 %	58 %	
Velo	5 %	7 %	
Zu Fuss	18 %	21 %	

Tab. 31 Modal-Split bei verschiedenen Beschäftigtendichten mit ÖV-Güteklasse A; Wegezweck Arbeiten und alle Sprachregionen

	Beschäftigtendichte: 0-5 AP/ha (n=18)	5-95 AP/ha (n=343)	95-915 AP/ha (n=375)
Sonstige	Zu wenig Daten N < 100	0 %	0 %
Kiss and Ride		0 %	0 %
Park and Ride		0 %	0 %
Bike and Ride		0 %	0 %
ÖV		14 %	42 %
Motorrad		2 %	2 %
Auto als Mitfahrer		4 %	0 %
Auto als Fahrer		54 %	22 %
Velo		8 %	7 %
Zu Fuss		18 %	25 %

Im Fall einer ÖV-Güteklasse D (s. *Tab. 30*) hat die Beschäftigtendichte keinen Einfluss auf den ÖV-Anteil, was aufgrund der geringen Angebotsqualität auch zu erwarten war. Es ist aber erkennbar, dass der Anteil Fussverkehr zum Beispiel aufgrund von Verbundeffekten steigt und dementsprechend der PW-Anteil sinkt.

Bei einer ÖV-Güteklasse A (s. Tab. 31) hat die Beschäftigtendichte einen deutlichen Einfluss auf den ÖV-Anteil: Der ÖV-Anteil in Gebieten mit einer hohen Beschäftigtendichte ist bedeutend höher als bei einer niedrigen Beschäftigtendichte. Auch steigt der Anteil des Fussverkehrs deutlich. Der PW-Anteil reduziert sich deutlich. Das Tool verhält sich in diesem Test erwartungsgemäss.

4.7.4 Variationstest 3: Bevölkerungsdichte

Oben wurde gezeigt, dass je höher die Bevölkerungsdichte ist, auch der ÖV-Anteil höher ist. Hier wird getestet, ob dies auch jeweils für die ÖV-Güteklasse A und ÖV-Güteklasse D gilt. Es wird der Wegezweck Wohnen²⁹ betrachtet. Die Beschäftigtendichte wird auf 0 bis 105 AP/ha eingestellt. Der Test wird einmal mit ÖV-Güteklasse D und einmal mit ÖV-Güteklasse A durchgeführt. Die Ergebnisse der Anwendung des Modal-Split-Tools sind hinsichtlich einer schlechten ÖV-Erschliessungsqualität in Tab. 32 und bei einer sehr guten ÖV-Erschliessung in Tab. 33 dargestellt.

Tab. 32 Modal-Split bei verschiedenen Bevölkerungsdichten mit ÖV-Güteklasse D; Wegezweck Wohnen und alle Sprachregionen

	Bevölkerungsdichte: 0-5 EW/ha (n=4'112)	5-95 EW/ha (n=22'311)	95-345 EW/ha (n=26)
Sonstige	1 %	0 %	Zu wenig Daten N < 100
Kiss and Ride	1 %	1 %	
Park and Ride	1 %	1 %	
Bike and Ride	0 %	1 %	
ÖV	7 %	8 %	
Motorrad	1 %	1 %	
Auto als Mitfahrer	12 %	10 %	
Auto als Fahrer	42 %	40 %	
Velo	7 %	7 %	
Zu Fuss	28 %	31 %	

Tab. 33 Modal-Split bei verschiedenen Bevölkerungsdichten mit ÖV-Güteklasse A; Wegezweck Wohnen und alle Sprachregionen

	Bevölkerungsdichte: 0-5 EW/ha (n=100)	5-95 EW/ha (n=7'626)	95-345 EW/ha (n=3'450)
Sonstige	0 %	0 %	0 %
Kiss and Ride	1 %	0 %	0 %
Park and Ride	0 %	0 %	0 %
Bike and Ride	0 %	1 %	1 %
ÖV	19 %	21 %	24 %
Motorrad	1 %	1 %	2 %
Auto als Mitfahrer	8 %	7 %	5 %
Auto als Fahrer	24 %	25 %	17 %
Velo	9 %	7 %	7 %

²⁹ Das Modal-Split-Tool erlaubt auch Auswertungen zum Wegezweck „Wohnen“ auch wenn diese eigentlich nicht Bearbeitungsgegenstand waren.

Zu Fuss	37 %	37 %	43 %
---------	------	------	------

Im Fall einer ÖV-Güteklasse D (siehe *Tab. 32*) spielt die Bevölkerungsdichte wie erwartet keine Rolle hinsichtlich des ÖV-Anteils. Das bei einer grösseren Bevölkerungsdichte der Anteil des Fussverkehrs steigt und dementsprechend der PW-Anteil sinkt, entspricht aufgrund von Verbundeffekten ebenfalls den Erwartungen. In Gebieten mit einer ÖV-Güteklasse A (siehe *Tab. 33*) steigt erwartungsgemäss der ÖV-Anteil und der Anteil Fussverkehr mit zunehmender Bevölkerungsdichte. Dass die Veränderung von 0-5 EW/ha zu 5-95 EW/ha beim ÖV nur gering und beim Anteil Fussverkehr sowie beim Anteil «Auto als Fahrer» sich nur gering verändert, ist mit der sehr geringen Stichprobe bei einer sehr engen Bevölkerungsdichteklasse zu erklären. In der Anwendung sind hier genügend grosse Breiten vorzusehen. Auch in diesem Test verhält das Tool sich erwartungsgemäss.

4.8 Fazit: Anwendbarkeit Modal-Split-Tool

Alle vier Prädiktoren sind für die Erklärung des Modal Splits hoch signifikant, allerdings kann nur ein schwacher Zusammenhang nachgewiesen werden. D.h., dass sich die im Tool verwendeten Merkmale als Erklärungsgrösse für den Modal-Split eignen, da ein Zusammenhang besteht und die Wahrscheinlichkeit eines Irrtums sehr gering ist. Dass der Zusammenhang schwach ist, zeigt, dass es noch bessere Erklärungs-/Trenngrössen für den Modal-Split geben dürfte (wie z.B. das Einkommen). Es stellt sich jedoch die Frage, ob diese Prädiktoren für den Forschungsansatz und für die Anwendung vor dem Hintergrund der Datenverfügbarkeit praktikabel wären. Das Modal-Split-Tool erzeugt mit den gewählten Prädiktoren plausible Resultate, wenn die Klassenbreiten so gesetzt werden, dass eine ausreichend grosse Stichprobenzahl erzielt wird. Der Anwender kann durch Variation der Eingaben im Anwendungsfalle eine ausreichende Stichprobe herausfinden.

Das Modal-Split Tool zeichnet sich somit durch die Erfüllung der folgenden Anforderungen aus:

- Hohe Datenqualität: Es wurde die grösste verfügbare empirische Datenbasis verwendet. Die Prüfungen liefern plausible Ergebnisse, die die vermuteten Zusammenhänge zwischen den ausgewählten Prädiktoren und der Tendenz zur Verkehrsmittelwahl widerspiegeln.
- Praxisrelevanz: Ausweisung der tatsächlich relevanten Verkehrsmittel und -kombinationen. Hierzu gehört bspw. die separate Ausweisung von Auto als Fahrer und Auto als Mitfahrer zur Ermittlung der tatsächlichen Anzahl Fahrzeuge auf der Strasse, z. B. für die Bemessung von Knotenpunkten, Ausweisung von P+R und B+R als Kombination verschiedener Verkehrsmittel für Dimensionierung etc.
- Praktikabilität, gute Anwendbarkeit (Eingabe, Ausgabe): Die Prädiktoren sind durch die Anwender aufgrund guter Datenverfügbarkeit einfach ermittelbar. Die erhebliche Reduzierung der Datenmenge und damit der Grösse der Excel-Datei erlaubt eine schnelle Bearbeitung und Variation der Prädiktoren. Eingabe und Ausgaben sind in einer übersichtlichen Bedienung sehr überschaubar zusammengefasst.

5 Verfahrensanleitung zur Ermittlung Verkehrsaufkommen je Verkehrsmittel

5.1 Übersicht Vorgehen

Im Zusammenhang mit neuen oder geänderten Arealnutzungen wird das Verkehrsaufkommen je Verkehrsmittel für unterschiedliche Fragestellungen benötigt. Die folgende Abbildung zeigt den Prozessablauf entsprechend der der SN 640 283. Grün hinterlegt ist der Einsatzbereich der elektronischen Datensammlung der Kennwerte und des Modal-Split-Tools.

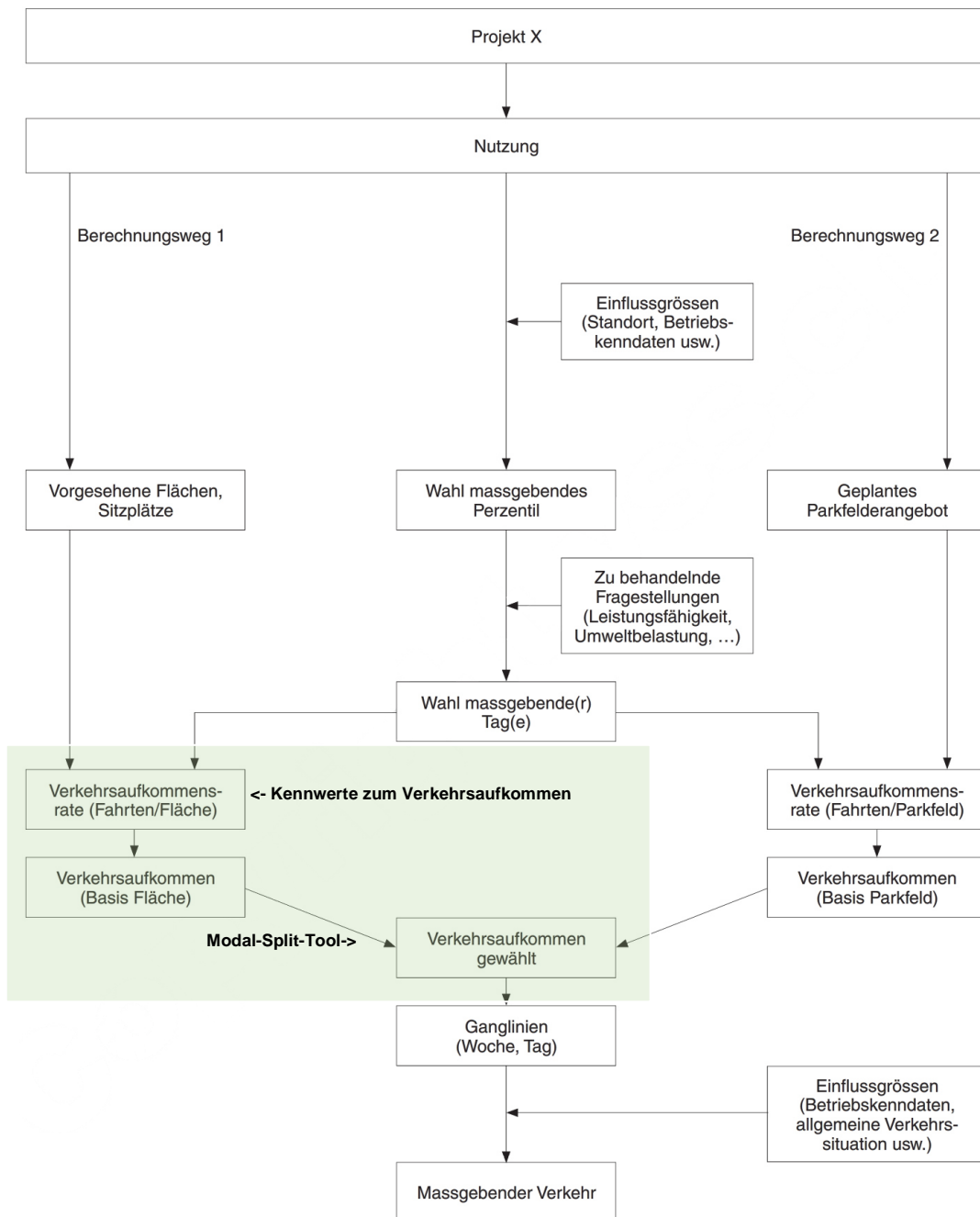


Abb. 35 Prozessablauf zur Abschätzung des Verkehrsaufkommens gemäss SN 640 283 (grün hinterlegt: Einsatzbereich elektronische Datensammlung und Modal-Split-Tool)

Entsprechend der Norm wird das Verkehrsaufkommen auf Basis von Verkehrsaufkommensraten und den vorgesehenen Flächen bzw. Sitzplätzen ermittelt (Berechnungsweg 1). Die Verkehrsaufkommensraten werden aufgrund der Einflussgrößen (Standort, Betriebskennwerten) und der zu behandelnden Fragestellungen (Umweltbelastung, Leistungsfähigkeit) festgelegt. Mit dieser Forschungsarbeit liegen nun ergänzende Grundlagen für diesen Schritt vor:

- Elektronische Datensammlung: Mit recherchierten Kennwerten bestehen zusätzliche Möglichkeiten zur Berechnung des Verkehrsaufkommens.
- Mit dem Modal-Split-Tool kann die Aufteilung des Verkehrsaufkommens auf die Verkehrsmittel berechnet werden.

Damit lässt sich das Verkehrsaufkommen für alle Verkehrsmittel berechnen. Mit der Berechnung des Verkehrsaufkommens über Parkfelder (Berechnungsweg 2 der Norm) lässt sich das Aufkommen im MIV allenfalls plausibilisieren. Mittels Ganglinien entsprechend der SN 641 823 kann der massgebende Verkehr für die jeweilige Fragestellung berechnet werden. So wird z.B. der DTV zur Ermittlung der Umweltbelastungen (Lärm, Luft) verwendet. Für die Prüfung der Leistungsfähigkeit von Knoten ist das Verkehrsaufkommen in der massgebenden Spitzenstunde von Interesse.

Im Folgenden wird die Ermittlung des Verkehrsaufkommens je Verkehrsmittel mittels elektronischer Datensammlung und Modal-Split-Tool erläutert. Dazu ist ein fünfstufiges Verfahren anzuwenden (vgl. *Tab. 34*).

Tab. 34 Fünfstufiges Verfahren zur Ermittlung des Verkehrsaufkommens

Arbeitsschritt	Datenquelle
1. Bestimmung Nutzungsart und -intensität (BGF, Arealgrösse)	Projekt
2. Bestimmung nutzungsspezifische Werte (Bewohner, Beschäftigte, Besucher)*	Projekt, Literatur- / Erfahrungswerte, Tabelle der Kennwertgrößen
3. Berechnung Anzahl Wege (Quell- und Zielverkehr)	Elektronische Datensammlung
4. Berechnung Verkehrsmittelwahl	Modal-Split-Tool Inputs: ÖV-Güteklasse (ARE), EW-Dichte (BFS), AP-Dichte (BFS), Sprachregion, Wegezweck
5. Berechnung Verkehrsaufkommen je Verkehrsmittel	Berechnung: Multiplikation Modal-Split und Verkehrsaufkommen
6. Plausibilisierung Binnenverkehr, weitere Berechnungen: Fahrleistungen, Nettoverkehr (Ausblick: Nicht Gegenstand der Forschungsarbeit)	Abschätzung Fahrleistungen mittels MZMV, Verkehrsmodellen oder Gravitationsansätzen.

*Arbeitsschritt 2 erübrigt sich oft wegen der direkten Berechnung der Anzahl Wege anhand von Kenngrößen aus Arbeitsschritt 1.

Die Arbeitsschritte werden im Folgenden beschrieben.

Zu 1. Bestimmung Nutzungsart und -intensität (BGF, Arealgrösse)

Im ersten Schritt werden Nutzungsart und -intensität bestimmt. Diese Inputparameter stammen aus dem Projekt und sind typischerweise Brutto- oder Nettogeschossflächen (BGF / NGF), Arealgrößen oder Verkaufsflächen. Auch eine oder mehrere Nutzungsar-

ten müssen in diesem Schritt definiert werden. Wenn die Arealentwicklung auch Wohnnutzungen vorsieht, kann das Verkehrsaufkommen entsprechend der VSS Forschungsarbeit [0] ermittelt und berücksichtigt werden.

Zu 2. Bestimmung nutzungsspezifische Werte (Bewohner, Beschäftigte, Besucher)

Die verschiedenen Kennwerte in der elektronischen Datensammlung basieren auf unterschiedlichen Bezugsgrößen (Fläche, Anzahl Besucher, Anzahl Mitarbeiter etc.) Abhängig von der erforderlichen Bezugsgröße werden im zweiten Schritt die Inputgrößen in nutzungsspezifische Werte umgerechnet. Wenn die Inputgrößen bereits in der richtigen Einheit vorliegen, entfällt dieser Arbeitsschritt. Gewisse Umrechnungsfaktoren sind in der elektronischen Datensammlung enthalten.

Zu 3. Berechnung Anzahl Wege (Quell- und Zielverkehr)

Im dritten Schritt wird die elektronische Datensammlung zur Ermittlung des Gesamtverkehrsaufkommens angewendet. Je nach Nutzungsart gibt es eine oder mehrere Kennwerte. Liegen für einen Nutzungstyp mehrere Kennwerte vor, muss der Anwender eine Auswahl treffen. Im Anwendungsfall ist dann derjenige Kennwert zu wählen, der bestmöglich mit dem Anwendungsfall bezüglich der folgenden Punkte übereinstimmt (bzw. bei Nicht-Übereinstimmung können einzelne Kennziffern ausgeschlossen werden):

- Spezifität Nutzungsart (z.B. statt Einzelhandel besser Fachmarkt);
- Räumliche Lage (z.B. nur für peripheren Lage);
- Zeitliche Gültigkeit (werktags oder nur am Wochenendtag).

In der elektronischen Datensammlung sind weitere Angaben zum Kennwert enthalten, die für die Auswahl herangezogen werden können, wie z.B.

- Aktualität des Kennwertes;
- Anzahl zugrundeliegender Erhebungen;
- Genauigkeit der Bezugsgröße (z.B. Verkaufsfläche besser als Bruttogeschossfläche) ;
- Beurteilung der Qualität des Kennwertes.

Ferner weisen die Kennwerte Bandbreiten auf. Mit den Bandbreiten kann wie folgt umgegangen werden:

- Es werden der obere und der untere Wert i.S. von zwei Szenarien für die weiteren Arbeiten verwendet.
- Es erfolgt eine argumentative Eingrenzung, z.B. aufgrund der Erschliessung (bessere Erschliessung erzeugt höheres Aufkommen)

Bei Arealen mit Nutzungsmischungen sind die Arbeiten je Nutzungsart durchzuführen. Die Summe ergibt die brutto Personenfahrten. In [56] ist an dieser Stelle für verkehrsinensitive Einrichtungen die Möglichkeit aufgezeigt, je nach Nutzungsmischung einen Sekundärkundenanteil (Verbundeffekte (vgl. Anhang III) zu berücksichtigen und so Synergieeffekte bei Nutzungsmischungen (z.B. Einkaufszentren) bereits im Aufkommen zu berücksichtigen. Darauf sollte hier verzichtet werden, da entsprechend dem Mikrozensus Verkehr das Modal-Split-Tool auch den Fussgängerverkehr ab 25 Meter Länge enthält, womit auch Wege innerhalb von Nutzungsmischungen durch den Modal-Split abgebildet werden sollten. Sollte das erzielte Ergebnis unplausibel³⁰ erscheinen, kann bei der Ermittlung des Nettoverkehrs noch der Korrekturfaktor «Hüpfen» gemäss [56] angewendet werden.

³⁰ Inplausible Ergebnisse sind möglich, da nicht klar ist, inwieweit die Befragten im Mikrozensus auch tatsächlich diese Wege separat erfasst haben.

Die elektronische Datensammlung enthält weitere Kennwerte, wie z.B. zum Schwerverkehrsanteile, die ausgewertet und in den Planungen verwendet werden können. Eine grosse Anzahl Kennwerte in der elektronischen Datensammlung geben auch direkt das Aufkommen in PW-Fahrten an. Diese Kennwerte könnten als Vergleichswerte oder zur Plausibilisierung der Ergebnisse mit dem Modal-Split-Tool verwendet werden.

Zu 4. Berechnung Verkehrsmittelwahl

Die Verkehrsmittelwahl wird mit dem Modal-Split-Tool im vierten Arbeitsschritt abgeschätzt. Räumliche Merkmale wie ÖV-Gütekategorie, Einwohnerdichte, Arbeitsplatzdichte und Sprachregion sowie Angaben zum Wegezweck sind einzugeben. Diese Eingaben können mit einer beliebigen Genauigkeit eingetragen werden. Aufgrund des Umfangs der hinterlegten Mikrozensusdaten ist im Anwendungsfall zu entscheiden, wie spezifisch die Eingangsdaten gewählt werden. Je spezifischer die Eingabe erfolgt (z.B. Einkauf – Investitionsgüter vs. Einkauf allgemein), desto geringer wird die zur Verfügung stehende Stichprobengrösse.

Zu 5. Berechnung Verkehrsaufkommen je Verkehrsmittel

Eine händische Berechnung ausserhalb des Tools im letzten Schritt liefert das Verkehrsaufkommen je Verkehrsmittel. Das Gesamtverkehrsaufkommen aus dem Schritt 3 wird jeweils mit den Modal-Split Anteilen aus dem vorherigen Schritt multipliziert. Es ist zu beachten, dass das Ergebnis Personenwege liefert. Beispielsweise für die Ermittlung von Personenwagenfahrten ist die Anzahl Mitfahrer zu berücksichtigen.

Es ist bei der Anwendung zu beachten, dass z.T. mehrere Wegezwecke von Relevanz sind. Im Detailhandel z.B. ist der Wegezweck für Kunden «Einkaufen» und für die Angestellten ist der Wegezweck «Arbeiten». Die Arbeitsschritte sind je nach Nutzungsmix und relevanten Wegezwecken mehrfach zu durchlaufen und die Ergebnisse anschliessend zu aggregieren. Wohnnutzungen können entsprechend der VSS Forschungsarbeit [0] ermittelt und berücksichtigt werden.

Zu 6. Plausibilisierung Binnenverkehr, weitere Berechnungen: Fahrleistungen, Nettoverkehr

Mit dem Modal-Split-Tool wird auch das Aufkommen an Fusswegen ermittelt. Wie die folgenden Fallbeispiele zeigen, können diese einen erheblichen Anteil erzielen. Da im Mikrozensus Verkehr Wege über 25 Meter Länge erfasst sein sollten, kann davon ausgegangen werden, dass damit auch bereits der Binnenverkehr zwischen den verschiedenen Nutzungen (Verbundeffekte) erfasst ist. Im Anwendungsfall ist dies zu plausibilisieren. Im Anhang III.2 werden Hinweise zur Abschätzung des Binnenverkehrs gegeben. Aufgrund der festzulegenden Abgrenzung des Perimeters im Anwendungsfall (und damit der Frage, was Binnenverkehr ist)³¹ ist der Binnenverkehr an sich nicht so bedeutend. Vielmehr sind die Wechselwirkungen, die eine neue Einrichtung in ihrem Umfeld in Fuss- und allenfalls auch Velodistanz erzeugt relevant, wobei der Einkaufsverkehr und wesentliche Teile des Freizeitverkehrs eine massgebende Rolle spielen. Es ist somit viel relevanter, den Anteil des Langsamverkehrs mit Blick auf das Umfeld plausibel zu schätzen, um damit die Abspaltung eines Teils der Gesamtverkehrserzeugung gut begründen zu können. Dazu hat diese Arbeit mit dem Modal-Split-Tool ein Werkzeug zur Verfügung gestellt.³²

Im Rahmen von Genehmigungsverfahren werden unter anderem auch die Fahrleistungen im MIV benötigt. In Arbeitsschritt 5 sind auch die PW-Fahrten ermittelbar (siehe folgende Fallbeispiele). Mittlere Fahrleistungen können dem MZMV entnommen, mit Verkehrsmo-
dellen abgeschätzt oder gemäss [56] mit einem Gravitationsmodell ermittelt werden. Für

³¹ Je grösser der Perimeter gewählt wird, um so grösser ist der Binnenverkehr.

³² Hingegen ist es nicht zulässig, von der gesamten Verkehrserzeugung zuerst einen Anteil für den Binnenverkehr abzuspalten, und dann für den Rest mit Blick auf den Mikrozensus einen hohen Modalsplit-Anteil des Langsamverkehrs anzusetzen.

Verkehrsentensive Einrichtungen sollten diese gemäss [56] vom Wohnort zum neuen Areal ermittelt werden. Mit den Korrekturfaktoren «Wegekette» (Mitnahmeeffekt), «Hüpfen»³³ (Verbundeffekt, Binnenverkehr) und «Substitution» gemäss [56] kann bei Verkehrsentensiven Einrichtungen der Nettoverkehr für den MIV berechnet werden.

5.2 Vorgehen anhand von Fallbeispielen

Das Vorgehen wird anhand der beiden folgenden fiktiven Fallbeispiele erläutert:

- Neues Einkaufszentrum im Gewerbegebiet von R.. Das Fallbeispiel ist identisch mit dem Beispiel aus Kapitel 3.
- Neues Bürogebäude mit Gastronomie und Einkaufsmöglichkeiten im Erdgeschoss im Zentrum von G.

Dabei werden hier die Vorgehensschritte 1 bis 5 dargestellt.

5.2.1 Fallbeispiel 1: Einkaufszentrum im Gewerbegebiet R.

Schritt 1

In R. wird ein neues Einkaufszentrum geplant. Es sind ca. 35'000 m² Bruttogeschossfläche vorgesehen, wovon ca. 17'000 m² reine Verkaufsfläche sein sollen. Die folgende Abbildung zeigt die Lage des Einkaufszentrums in R. R. ist peripher, aber in Nähe eines grossen Zentrums gelegen. In diesem Beispiel wird exemplarisch nur die Nutzungsart Einzelhandel und der Wegezweck Einkaufen dargestellt. Bei weiteren Nutzungen und relevanten Wegezwecken sind die Arbeitsschritte mehrfach zu durchlaufen und je nach Fragestellung zweckmässig zu aggregieren.

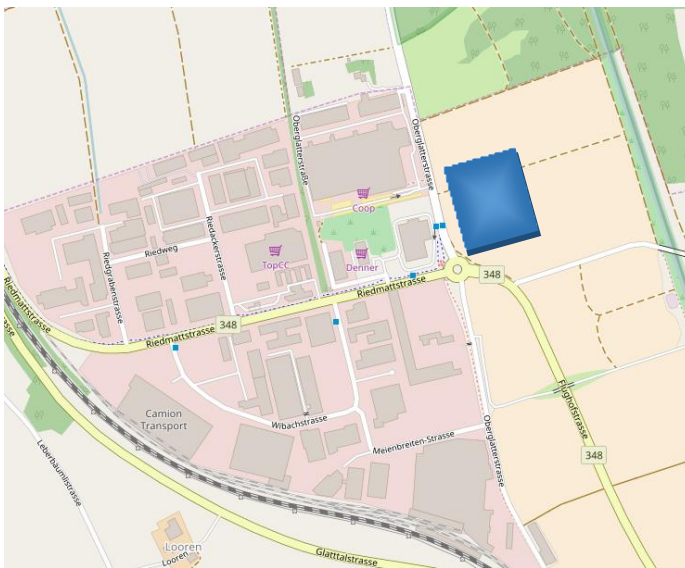


Abb. 36 Lage des fiktiven Einkaufszentrums in R. (© OpenStreetMap-Mitwirkende)

Schritt 2

Der Schritt zur Bestimmung der nutzungsspezifischen Werte (Anzahl Mitarbeiter / Besucher) wird aufgrund der vorhandenen Kennwerte in Schritt 3 in diesem Beispiel nicht benötigt.

³³ Inplausible Ergebnisse sind möglich, da nicht klar ist, inwieweit die Befragten im Mikrozensus auch tatsächlich diese Wege separat erfasst haben.

Schritt 3

Bei der Anwendung der elektronischen Datensammlung mit den Kennwerten werden Filter gesetzt, um irrelevante Kennwerte auszublenden und die Suche zu vereinfachen. So sind auch Kennwerte verfügbar, welche direkt schon einen Modal-Split unterstellen. Diese sind aber nicht kompatibel mit dem Modal-Split-Tool und werden deshalb hier nicht verwendet.³⁴ Als Kennwertkategorie wird Einzelhandel ausgewählt, der Filter Kennwerttyp wird auf Personenwege und der Filter Lagetyp auf «k.A.» (keine Angabe) und «peripher» gestellt. Zusätzlich werden nur Kennwerte mit einer geringen Streubreite gesucht. Deshalb wird bei Streubreite noch ein Filter mit «1», «2» und «3» gesetzt, d.h. die «0» wird ausgeschaltet. Nachdem die Filter gesetzt sind, zeigt die Tabelle folgende Kennwerte an:

Kennwertbezeichnung		Kennwert		
Kennwerttyp	Name	Kennwert	Einheit	
Kennwerttyp ▾	Name ▾	Min ▾	Einzelwert ▾	Max ▾
Personenwege	Personenwege/100m2 BGF und Tag Einzelhandel	90		200
Personenwege	Personenwege pro 100m2 VF Peripher Fachmarkt	30		100
Personenwege	Personenwege pro 100m2 VF Peripher Mischform	50		110

Kennwertqualität									
Streubreite	Spezifität	Anzahl Erhebungen			Aktualität (Erhebungsjahr)		Qualitätsbeurteilung		
Wertung der Streubreite 3 tiefe Streuung 2 mässige Streuung 1 breite Streuung	3 spezifisch 2 mässig spezifisch 1 unbefriedigend spezifisch 0 unspezifisch	Anzahl ▾	davon periph ▾	davon zentral ▾	Ang der Anzahl Erh ▾	Erhebungsjahr (*Publikationsjahr/Redaktionschluss)	Wertung der Aktualität ▾		
((max - mean) / mea ▾	0 gestreut ▾								
0.38	2	5	0	5	0	vor 2007	2		1
0.54	1	39	24	12	3	2004	1		1
0.38	2	39	24	12	3	2004	1		1

Abb. 37 Ausschnitt der Kennwertetabelle für das Fallbeispiel 1 (nicht alle Kennwertdaten abgebildet).

Das Beispiel bezieht sich nicht spezifisch auf einen Fachmarkt, deshalb kommen zur Anwendung folgende zwei von drei Kennwerte in Frage:

- Personenwege/100m² BGF und Tag Einzelhandel (erste Zeile):
90-200 Personenwege/100 m² BGF
- Personenwege/100m² VF Peripher Mischform (letzte Zeile):
50-110 Personen Personenwege/100 m² VF

Die Qualität der beiden Werte ist vergleichbar. Der erste Kennwert ist ein aktueller, ihm sind aber weniger Erhebungen hinterlegt. Die Auswahl wird hier aufgrund der Bezugsgrösse getroffen: Der zweite Kennwert basiert auf Verkaufsfläche, dies ist eine genauere

³⁴ Die elektronische Datensammlung enthält weitere Kennwerte, wie z.B. zum Schwerverkehrsanteil, die ausgewertet und in den Planungen verwendet werden können. Eine grosse Anzahl Kennwerte in der elektronischen Datensammlung geben auch direkt das Aufkommen in PW-Fahrten an. Diese Kennwerte könnten als Vergleichswerte oder zur Plausibilisierung der Ergebnisse mit dem Modal-Split-Tool verwendet werden.

Angabe als die Bruttogeschossfläche. Für dieses Einkaufszentrum rechnen wir deshalb weiter mit dem zweiten Kennwert.

Der Kennwert weist eine grosse Bandbreite auf: 50-110 Personenwege/100 m². Im konkreten Fall ist zu schätzen, ob eher der obere oder der untere Wert auf ein Projekt zutrifft. Grundlage für die Schätzung sind zum Beispiel eine sehr gute Erschliessung oder Wechselwirkungen mit anderen verkehrserzeugenden Einrichtungen. Kann die Bandbreite nicht durch Argumentation verkleinert werden, sollte man mit Bandbreiten weiter rechnen. Für R. wird hier ein Aufkommen von 80 Personenwege/100 m² angenommen. Eine einfache Multiplikation ergibt folgendes:

$$80 \text{ Personenwege/100 m}^2 * 17'000 \text{ m}^2 = \underline{13'600 \text{ Personenwege/Tag}}$$

Schritt 4

Für die Anwendung des Model-Split-Tools braucht es folgende Inputparameter:

- Wegezweck = Einkaufen
Auf eine weitere Konkretisierung des Wegezwecks Einkaufen wird verzichtet, trotz mehrere verfügbare Unterkategorien des Wegezwecks. Wird eine Unterkategorie ausgewählt, verringert sich die Datenmenge, unter Berücksichtigung der anderen Inputs dermassen, dass die Ergebnisse hier als unzuverlässig einzustufen sind.
- Güteklasse gemäss ARE/Swisstopo: ÖV-Güteklasse C
- Bevölkerungsdichte R. gemäss BFS/ARE: <1 EW/ha
Eingabe: von 0 bis 5 EW/ha
- Arbeitsplatzdichte R. gemäss BFS/ARE: ca. 22 AP/ha
Eingabe: von 15 bis 35 AP/ha
- Sprachraum: deutsches Sprachgebiet

Das Tool zeigt den Modal-Split entsprechend der folgenden Abbildung an. Es liegen Inputdaten aus 146 Datensätzen für den Quellverkehr und auch aus 146 Datensätzen für den Zielverkehr zugrunde.

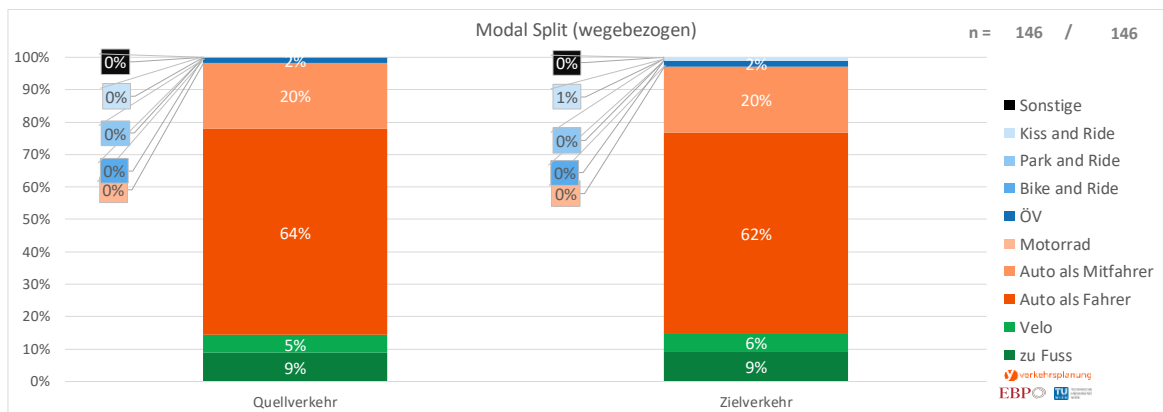


Abb. 38 Ergebnisse des Modal-Split-Tools für Beispiel 1, Wegezweck Einkaufen

Die Abbildung zeigt, dass ca. 2% der Besucher mit dem ÖV anreist, etwa 83% kommt mit dem MIV. Der Anteil Langsamverkehr ist mit ca. 15% relativ hoch. Aufgrund der Inputdaten des MZMV, sind dies zumindest teilweise Binnenverkehre, da der MZMV Wege zu Fuss über 25 Meter separat erfasst. Dies können hier dann auch Fusswege zwischen Detailhändler sein.

Schritt 5

Der letzte Schritt umfasst die Multiplikation des Verkehrsaufkommens mit dem Modal-Split:

ÖV-Fahrten:	$2\% * 13'600$	= <u>ca. 270 ÖV-Fahrten/Tag</u>
Velo- und Fusswege:	$15\% * 13'600$	= <u>ca. 2'040 LV-Fahrten/Tag</u>
MIV-Personenfahrten:	$(63\%+20\%)*13'600$	= ca. 11'290 MIV-Personenfahrten/Tag (inklusive Mitfahrer)
Davon:		
MIV-Mitfahrer:	$20\% * 13'600$	= ca. 2'720 MIV-Personenfahrten/Tag (keine PW-Fahrten)
MIV-Fahrten:	$63\% * 13'600$	= <u>ca. 8'570 PW-Fahrten/Tag</u>

Für Betrachtungen zur Leistungsfähigkeit sind Spitzenstundenwerte anzuschauen. Die Tageswerte je Wegezweck und Verkehrsmittel sind dazu mittels Ganglinien z.B. entsprechend der SN 640 283 auf den Tag zu verteilen und das Aufkommen je Verkehrsmittel in der Spitzenstunde zu ermitteln.

Schritt 6

Bei der peripheren Lage ist der Fussverkehrsanteil mit 10% hoch. Für das Beispiel gehen wir damit davon aus, dass die Verbundeffekte berücksichtigt sind. Auf dieser Grundlage können nun mittlere Fahrleistungen berechnet werden, was aber nicht mehr Gegenstand der Forschungsarbeit war. In Kapitel 5.1 sind dazu allgemeine Hinweise gemacht worden.

5.2.2 Fallbeispiel 2: Bürogebäude im Zentrum von G.

Schritt 1

In G. entsteht an zentraler Lage ein neues Bürogebäude mit ca. 16'000 m² Bruttogeschossfläche (vgl. folgende Abbildung). Im Erdgeschoss befinden sich zusätzlich noch 1'200 m² Bruttogeschossfläche Gastronomie und 2'800 m² Bruttogeschossfläche (1'900 m² Verkaufsfläche) Einkaufsmöglichkeiten. Die Wegezwecke sind deshalb Arbeiten (Büroflächen), Einkaufen (Mitarbeitende und Besucher) und Freizeit (Mitarbeitende und Besucher). Die Berechnungen werden für diese einzelnen Wegezwecke separat durchgeführt und erst am Ende wird das Verkehrsaufkommen je Verkehrsmittel je Zweck addiert.

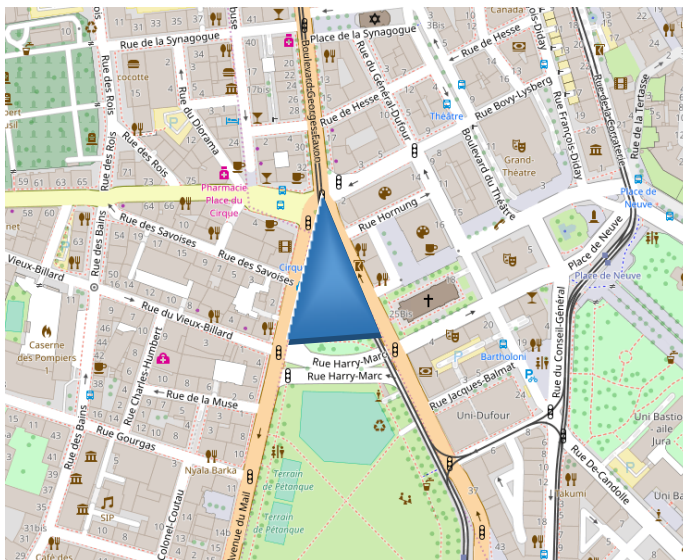


Abb. 39 Lage des fiktiven Bürogebäudes in G. (© OpenStreetMap-Mitwirkende)

Schritt 2

Arbeiten

Der Schritt zur Bestimmung der nutzungsspezifische Werte (Anzahl Mitarbeiter / Besucher) wird aufgrund der vorhandenen Kennwerte in Schritt 3 in diesem Beispiel nicht benötigt. Hierbei werden nur die Büroflächen betrachtet.

Einkaufen

Der Schritt zur Bestimmung der nutzungsspezifische Werte (Anzahl Mitarbeitende und Anzahl Besuchende) wird aufgrund der vorhandenen Kennwerte in Schritt 3 in diesem Beispiel nicht benötigt.

Freizeit, Gastronomie (Anzahl Mitarbeitende und Besuchende)

In der Kennwertetabelle sind keine Angaben zum Verkehrsaufkommen zur Gastronomie enthalten. Sie liefert für diesen Wegezweck nur PW-Fahrten und andere Kennwerte, welche bereits einen Modal-Split unterstellen, der aber hier mit dem Modal-Split-Tool ermittelt wird. Eine Annahme bezüglich der Anzahl Besucher muss deshalb zum Beispiel in Abstimmung mit dem Investor getroffen werden. Hier wird angenommen, dass ca. 800 Restaurant- und Bistrosbesucher pro Tag das neue Gebäude besuchen werden.

Schritt 3

Bei der Anwendung der Kennwertetabelle werden Filter gesetzt, um irrelevante Kennwerte auszublenden und die Suche zu vereinfachen. Die Kennwerte müssen für die drei verschiedenen Wegezwecke einzeln aus der Tabelle extrahiert werden.

Arbeiten (nur für Büroflächen)

In der Kennwerttabelle wird für den Wegezweck Arbeiten der Kennwerttyp «Personenwege», Kategorie «Dienstleistung» ausgewählt. Die Tabelle liefert vier verschiedene Kennwerte, davon drei speziell für Spitäler. Zwingenderweise muss man hier den vierten Wert nehmen:

- Personenwege/100m² BGF Dienstleistung alle Standorte, integrierter Kennwert:
4.4-19 Personenwege / 100m² BGF/Tag
Weil das neue Gebäude im innerstädtischen Raum geplant ist, wird der obere Wert angenommen: 19 Personenwege / 100m² BGF/Tag

Eine einfache Multiplikation ergibt folgendes:

$$19 \text{ Personenwege}/100 \text{ m}^2 * 16'000 \text{ m}^2 = 3'040 \text{ Personenwege/Tag}$$

Einkaufen (Mitarbeitende und Besuchende)

Für den Wegezweck Einkaufen werden folgende Filter gesetzt: Kennwerttyp: Personenwege, Kategorie: Einzelhandel, Lage: Zentral. Die folgenden Kennwerte werden angezeigt:

Kennwertbezeichnung		Kennwert			
Kennwerttyp	Name	Kennwert		Einheit	
Kennwerttyp	Name	Min	Einzelwert	Max	
Personenwege	Personenwege pro 100m ² und Tag Einzelhandel Zentral Mo-Fr	50		260	Personenwege / 100m ² BGF und Tag
Personenwege	Personenwege pro 100m ² und Tag Einzelhandel Zentral Sa	60		300	Personenwege / 100m ² BGF und Tag
Personenwege	Personenwege pro 100m ² VF Zentral Food/NonFood	80		190	Personenwege / 100m ² VF und Tag
Personenwege	Personenwege pro 100m ² VF Zentral Fachmarkt	30		200	Personenwege / 100m ² VF und Tag
Personenwege	Personenwege pro 100m ² VF Zentral Mischform	60		120	Personenwege / 100m ² VF und Tag

Abb. 40 Ausschnitt der Kennwertetabelle für das Fallbeispiel 2 (nicht alle Kennwertdaten abgebildet).

Für dieses Beispiel sind nur Einzelhandel und Food/NonFood relevant. Wenn Bürogebäuden betrachtet werden sind Werkzeuge für die Verkehrserzeugung massgebend (Samstag ist nicht relevant). So bleiben nur noch zwei Kennwerte übrig:

- Personenwege/100m² BGF und Tag Einzelhandel Zentral Mo-Fr (Zeile 1):
50-260 Personenwege/100 m² BGF
- Personenwege/100m² VF Zentral Food/NonFood (Zeile 3):
80-190 Personen Personenwege/100 m² VF

Die Qualität der beiden Werte ist vergleichbar. Der erste Kennwert ist ein aktuellerer, dieser beruht aber auf weniger Erhebungen. Der zweite Wert hat eine etwas kleinere Streuung. Die Entscheidung wird hier aufgrund der Bezugsgrösse getroffen. Der zweite Kennwert basiert auf der Verkaufsfläche. Dies ist eine genauere Angabe als die Bruttogeschossfläche. Für dieses Einkaufszentrum rechnen wir deshalb weiter mit dem zweiten Kennwert.

Der Kennwert weist eine Bandbreite von 80-190 Personenwege/100 m² auf. Im konkreten Fall ist zu schätzen, ob eher der obere oder der untere Wert auf ein Projekt zutrifft. Grundlage für Schätzung sind zum Beispiel eine sehr gute Erschliessung oder Wechselwirkungen mit anderen verkehrserzeugenden Einrichtungen. Kann die Bandbreite nicht durch Argumentation verkleinert werden, kann man mit Bandbreiten weiter rechnen. Für G. wird der obere Wert genommen: ein Aufkommen von 190 Personenwege/100 m².

Eine einfache Multiplikation ergibt folgendes:

$$190 \text{ Personenwege/100 m}^2 * 1'900 \text{ m}^2 = \underline{3'610 \text{ Personenwege/Tag}}$$

Freizeit (Gastronomie) (Mitarbeitende und Besuchende)

Wie bereits im zweiten Schritt erwähnt, fehlen personenwegebasierte Angaben in der Kennwertetabelle. Um trotzdem plausible Aufkommensraten bestimmen zu können, werden Annahmen auf Basis Besucheranzahlen getroffen. Für diesen Wegezweck werden 800 Restaurant- und Bistrobekucher pro Tag erwartet, was 1'600 Personenwege an einem Tag entspricht.

Schritt 4

Für die Anwendung des Modal-Split-Tools braucht es je Berechnung folgende Inputparameter:

- Wegezweck (je Nutzungsart unterschiedlich):
 - Arbeiten
 - Einkaufen
 - Freizeit – Gastronomiebesuch
- Güteklasse gemäss ARE/Swisstopo: ÖV-Güteklasse A
- Bevölkerungsdichte G. gemäss BFS/ARE: ca. 135 EW/ha
Eingabe: von 105 bis 185 EW/ha
- Arbeitsplatzdichte G. gemäss BFS/ARE: ca. 315 AP/ha
Eingabe: von 205 bis 455 AP/ha
- Sprachraum: französisches Sprachgebiet

Das Tool zeigt den Modal-Split je Wegezweck entsprechend den Abbildungen 31, 32 und 33 an.

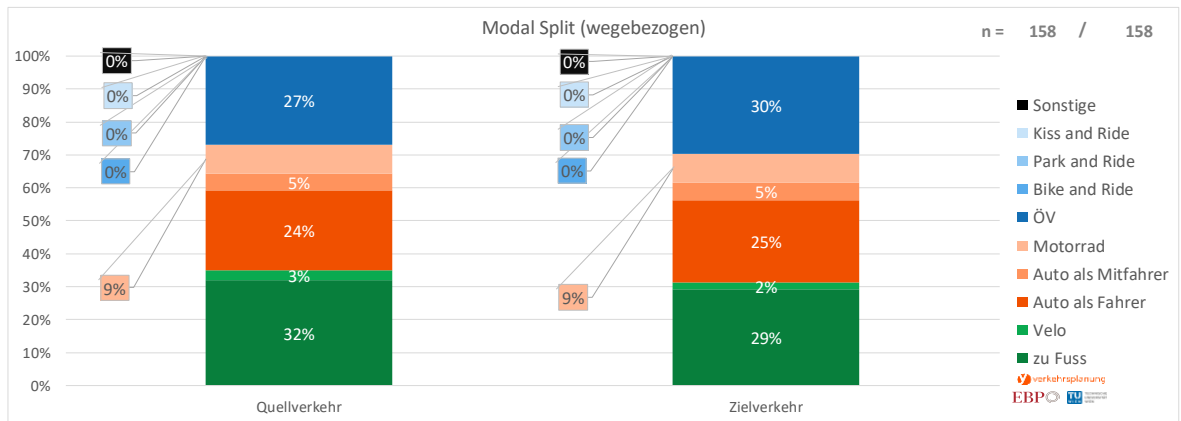


Abb. 41 Ergebnisse des Modal-Split-Tools für Fallbeispiel 2, Wegezweck Arbeiten

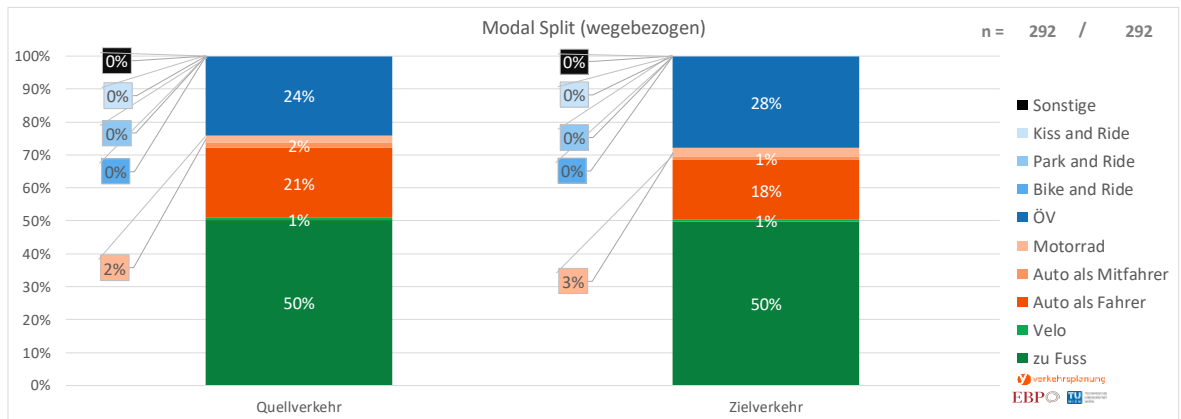


Abb. 42 Ergebnisse des Modal-Split-Tools für Fallbeispiel 2, Wegezweck Einkaufen

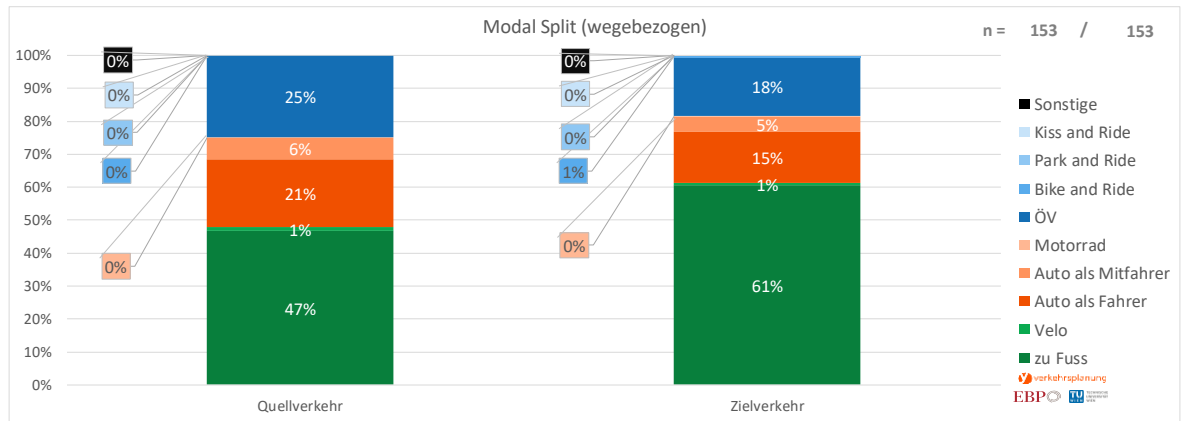


Abb. 43 Ergebnisse des Modal-Split-Tools für Fallbeispiel 2, Wegezweck Freizeit – Gastronomie

Schritt 5

Der letzte Schritt umfasst die Multiplikation des Verkehrsaufkommens mit dem Modal-Split.

Wegezweck Arbeiten (Büroflächen):

ÖV-Fahrten: 29% * 3'040 = ca. 880 ÖV-Fahrten/Tag
 Velo- und Fusswege: 33% * 3'040 = ca. 1'005 LV-Fahrten/Tag
 Motorradfahrten: 9% * 3'040 = ca. 275 Motorradfahrten/Tag

MIV-Personenfahrten: (24%+5%) * 3'040 = ca. 880 MIV-Personenfahrten/Tag (inklusive Mitfahrer)
 Davon:
 MIV-Mitfahrer: 5% * 3'040 = ca. 150 MIV-Personenfahrten/Tag (keine PW-Fahrten)
 MIV-Fahrten: 24% * 3'040 = ca. 730 PW-Fahrten/Tag

Wegezweck Einkaufen (Mitarbeitende und Besuchende):

ÖV-Fahrten: 26% * 3'610 = ca. 940 ÖV-Fahrten/Tag
 Velo- und Fusswege: 51% * 3'610 = ca. 1'840 LV-Fahrten/Tag
 Motorradfahrten: 2% * 3'610 = ca. 70 Motorradfahrten/Tag

MIV-Personenfahrten: (19%+2%) * 3'610 = ca. 760 MIV-Personenfahrten/Tag (inklusive Mitfahrer)
 Davon:
 MIV-Mitfahrer: 2% * 3'610 = ca. 70 MIV-Personenfahrten/Tag (keine PW-Fahrten)
 MIV-Fahrten: 19% * 3'610 = ca. 685 PW-Fahrten/Tag

Wegezweck Freizeit Gastronomie (Mitarbeitende und Besuchende):

ÖV-Fahrten: 22% * 1'600 = ca. 350 ÖV-Fahrten/Tag
 Velo- und Fusswege: 55% * 1'600 = ca. 880 LV-Fahrten/Tag

MIV-Personenfahrten: (18%+5%) * 1'600 = ca. 370 MIV-Personenfahrten/Tag (inklusive Mitfahrer)
 Davon:
 MIV-Mitfahrer: 5% * 1'600 = ca. 80 MIV-Personenfahrten/Tag (keine PW-Fahrten)
 MIV-Fahrten: 18% * 1'600 = ca. 290 PW-Fahrten/Tag

Alle Wegezwecke

Das Verkehrsaufkommen je Verkehrsmittel und Tag ergibt sich in Summe über alle betrachteten Wegezwecke:

ÖV-Fahrten: 880 + 940 + 350 = ca. 2'170 ÖV-Fahrten/Tag (= 26%)
 Velo- und Fusswege: 1'005 + 1'840 + 880 = ca. 3'725 LV-Fahrten/Tag (= 45%)
 Motorradfahrten: 275 + 70 + 0 = ca. 345 Motorradfahrten/Tag (= 4%)
 PW-Fahrten: 730 + 685 + 290 = ca. 1'705 PW-Fahrten/Tag (= 21% + 4%)
 Mitfahrer)

Für Betrachtungen zur Leistungsfähigkeit sind Spitzenstundenwerte anzuschauen. Die Tageswerte je Wegezweck und Verkehrsmittel sind dazu mittels Ganglinien z.B. entsprechend der SN 640 283 auf den Tag zu verteilen und das Aufkommen je Verkehrsmittel in der Spitzenstunde zu ermitteln.

Schritt 6

Die hohe Anzahl LV-Wege sind mit der zentralen Lage und damit auch mit der Möglichkeit zur Realisierung von Verbundeffekten zu erklären. Auf dieser Grundlage können nun mittlere Fahrleistungen berechnet werden, was aber nicht mehr Gegenstand der Forschungsarbeit war. In Kapitel 5.1 sind dazu allgemeine Hinweise gemacht worden.

6 Fazit und weiterer Forschungsbedarf

Ergebnisse der Forschungsarbeit

Mit den Resultaten dieser Forschungsarbeit wird die Abschätzung der Verkehrswirkungen einer geänderten oder neuen Nutzung von Bauzonen vereinfacht und verbessert:

- Mit der Darstellung und Beurteilung bestehender Verfahren im Hinblick auf verschiedene konkrete Anwendungsfälle und Fragestellungen besteht eine Übersicht zu den angewendeten Verfahren. Die Stärken und Schwächen werden vergleichend dargestellt.
- Recherchierte und beurteilte Kennwerte sind in der elektronischen Datensammlung gesammelt worden. Darin ist eine Vielzahl von Informationen zusammenfassend und zwischen den verschiedenen Quellen vergleichend dargestellt.
- Neu werden Kennwerte zum Modal-Split bei Arealentwicklungen zur Verfügung gestellt. Die in Abhängigkeit vom Wegezweck, der ÖV-Gütekategorie, der Bevölkerungsdichte (Spanne von ... bis), der Beschäftigendichte (Spanne von ... bis) und dem Sprachraum. Im Ergebnis des gefilterten Datensatzes werden die Anteile der einzelnen Verkehrsmittel, getrennt für den Quell- und für den Zielverkehr ausgewiesen. Dazu gehören auch Verkehrsmittelkombinationen wie „Kiss and Ride“, „Bike and Ride“ und „Park and Ride“. Um die Aussagefähigkeit des gefilterten Ergebnisses abschätzen zu können, wird zudem die Anzahl der zugrundeliegenden Wege für Quell- und Zielverkehr angegeben.

Die Verfahrensanleitung zeigt auf, wie bei neuen oder geänderten Arealnutzungen das Verkehrsaufkommen je Verkehrsmittel für unterschiedliche Fragestellungen ermittelt werden kann. Dabei wird die Integration der elektronischen Datensammlung und des Modal-Split-Tools im Prozessablauf der SN 640 283 dargestellt. Hinweise zur Abschätzung von Verbund- und Mitnahmeeffekten werden gegeben.

Weiterer Forschungsbedarf: Zeitreihen und Verbesserung der Kennwerte zum Verkehrsaufkommen

Mit der hier aufgezeigten Verknüpfung der Mikrozensus-Daten mit weiteren räumlichen Daten bestehen dahingehend Forschungsmöglichkeiten, dass durch die Erstellung des Modal-Split-Tools auch für weitere Befragungszeitpunkte des MZMV wie z.B. 2005 und 2015 auch Zeitreihenanalysen zu Verhaltensänderungen mit Umfeldbedingungen durchgeführt werden können. Damit kann allenfalls die Wirksamkeit verkehrspolitischer Massnahmen untersucht werden.

Die Datenlage bezüglich der Kennwerte zur Verkehrserzeugung konnte im Rahmen dieser Forschungsarbeit zwar aufbereitet, aber nicht verbessert werden. Die Kennwerte weisen nach wie vor teilweise grosse Bandbreiten auf. Die Analyse der bestehenden Kennwerte und Ansätze aus dem In- und Ausland zeigte aber, dass mindestens einer (i. d. R. aber gleich mehrere) der folgenden Punkte nicht erfüllt war:

- Rohdaten nicht vorliegend;
- Keine einheitlichen Definitionen;
- Die Daten umfassten nicht den gesamten Raum der Schweiz;
- Die Daten sind nicht mit weiteren Daten z.B. zur Siedlungsdichte verknüpfbar.

Damit sind die bestehenden Kennwerte nicht sinnvoll besserbar oder gar korrigierbar gewesen. Aufgrund fehlender Informationen zu den Kennwerten – wie z.B. zur Erhebungsmethode und zu den arealspezifischen Informationen wie Nutzungsart, Lagetyp etc – ergibt sich eine geringe Qualität der verfügbaren Kennwerte. Hier besteht weiterhin Handlungsbedarf.

Vorschläge für die Erstellung und Betreuung und Betreuung einer Datenbank mit Kennwerten zum Verkehrsaufkommen

Die Forschungsstelle empfiehlt den Aufbau und Unterhalt einer Datenbank wie sie mit TRICS in England besteht. Private oder unternehmerische Lösungen sind dazu nicht bekannt und dürften aufgrund des hohen Initialaufwands und späterer Akzeptanzfragen seitens Auftraggebern und Gerichten auch nicht zustande kommen. Deshalb bestehen folgende Ansätze zum Aufbau und zum Unterhalt einer Datenbank:

- Branchenverbände VSS und/oder SVI: In [1] wurde im Rahmen eines VSS-Forschungsprojekts eine Datenbank für Verkehrsaufkommensraten aufgebaut und auch Vorschläge für die weitere Finanzierung des Unterhalts, Betriebs und Weitentwicklung dieser Datenbank gemacht. Es wurde die Ausschreibung eines Folgeprojektes und Vergabe an einen interessierten Anbieter empfohlen. Die Finanzierung der Arbeiten könnte durch verschiedene Mechanismen sichergestellt werden, wie:
 - Veröffentlichung der aggregierten Auswertungen in einzelnen Bänden;
 - Benutzungsentgelte für Sonderauswertungen;
 - Grundfinanzierung aus den Mitgliedsbeiträgen der Mitglieder der Forschungsgesellschaften;
 - Gründung eines Pools, bei dem durch Zahlung eines festen Beitrags für eine zeitlich begrenzte Mitgliedschaft, für deren Dauer dann der freie Zugriff auf die Auswertungen zur Verfügung stehen würde.

Im Folgenden wurde durch einen Branchenverband die Machbarkeit des Betriebes einer solchen Datenbank (Online-Abgabe und -Bezug von Daten, Pflege und Aufbereitung der Daten usw.) abgeklärt. Die Machbarkeit ist gegeben, allerdings wurden zum damaligen Zeitpunkt die Kosten als zu hoch eingeschätzt. VSS und/oder SVI sollten hier nochmals einen Anlauf nehmen.

- Kantone oder Bund: TRICS wurde 1989 von 6 County Councils (ähnlich Kantone oder Bezirke in der Schweiz) als Konsortium gegründet und ist immer noch deren Eigentum. Interessierte Nutzer zahlen eine Lizenzgebühr. Mit den Gebühren werden Erhebungen, Unterhalt der Datenbank, laufende Aktualisierungen und Weiterentwicklungen finanziert. TRICS hat mit Stand 2015 329 Mitglieder (Lizenznehmer). Kantone als zuständige für Baubewilligungen oder der Bund sollten prüfen, ob sie eine solche Aufgabe übernehmen wollen. Eine solches staatliches Engagement wird in analoger Weise mit der Entwicklung und Bereitstellung von Verkehrsmodellen bereits von Bund und Kantonen wahrgenommen.

In erster Linie sollten Branchenvertreter und Vertreter des Bundes (z.B. ARE, BFS) die Möglichkeiten für die Realisierung einer Datenbank prüfen. Sollte dieses nicht möglich sein, wären verbesserte Verkehrsaufkommensraten auf Basis statistischer Daten zu ermitteln. Entsprechende Arbeiten könnten durch den SVI beantragt werden.

Anhänge

I	Weitere Quellen	97
II	Verkehrsmodelle	103
III	Umgang mit Binnenverkehr, Verbund- und Mitnahmeeffekten	105
III.1	Beschreibung der Effekte	105
III.2	Wirkungen der Effekte	105
III.3	Hinweise zur Abschätzung des Binnenverkehrs aufgrund von Verbund- und Mitnahmeeffekten	106

I Weitere Quellen

Die im Folgenden erörterten Quellen sind nicht in die Kennwerttabelle eingeflossen, da sie über keine berechneten Kennwerte verfügen, sondern lediglich die Datenbasis zur Berechnung dieser enthalten. Ein anderer Grund ist, dass es sich um eine Verordnung handelt, die sich nur schwer in der Kennwerttabelle erfassen lässt.

Erhebungen

Bundesamt für Statistik (BfS) und Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) (2005). Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015 [15]

Alle 5 Jahre wird die Mobilität der Schweizer Bevölkerung statistisch erfasst. Wofür zirka 60'000 zufällig ausgewählte Personen telefonisch zu ihrem Verkehrsverhalten befragt werden. Die erhobenen Daten ermöglichen ein detailliertes Bild zum Personenverkehr in der Schweiz. Sie dienen als statistische Grundlagen für die Vorbereitung und Erfolgskontrolle politischer Massnahmen, aber auch als Input für Vertiefungsanalysen zur Verkehrsentwicklung.

Tab. 1 Kennwerte der Quelle Bundesamt für Statistik (BfS) und Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) (2005) [15]

Mikrozensus 2015	Erläuterungen
Grundlagen und Aktualität	Empirische Daten aus der Schweiz Bezugsjahr 2015
Output	Wege, Etappen, Reisen, Ausgänge etc. Fahrtzwecke, Distanzen, Reisezeiten, Modal-Split etc.
Schlüsselgrössen	Regionen, Raumstruktur des Wohnortes, Haushaltstypen, Wochentag, Geschlecht, Zivilstand, Alter, Einkommen, Erwerbsstatus
Ermittlung des Modal-Splits	Aus Erhebungsdaten
Besonderheiten/Einschränkungen	Erhebung jede 5 Jahre, Schweizweite Rohdaten verfügbar, in manche Regionen zu kleine Stichprobe.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2008). Mobilität in Deutschland (MiD) 2008 [16]

Ziel der Studie war es eine Replikation der vorgehenden Studie aus dem Jahr 2002 zu erstellen. Daher wurde bei der Datenerhebung MiD 2008 (Erhebungszeitraum: Januar 2008 bis April 2009) weitgehend auf die Konzeption der Vorgängerstudie zurückgegriffen. Die Erhebung der Daten erfolgte in zwei aufeinanderfolgenden Wellen. Die erste Welle befragte Haushalte zu deren Grösse und detaillierten Angaben zu den Haushaltmitgliedern sowie zu den vorhandenen Verkehrsmitteln. In einer zweiten Welle wurden alle Haushaltmitglieder einzeln nach persönlichen Merkmalen und nach ihren Wegen an einem fest vorgegebenen Stichtag befragt. Ziel der Befragungen war es, repräsentative Daten zum Alltagsverkehr der Bevölkerung zu sammeln.

Tab. 2 Kennwerte der Quelle Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2008) [16]

MID 2008	Erläuterungen
Grundlagen und Aktualität	Empirische Daten aus Deutschland Bezugsjahre 2008/2010
Output	Wegehäufigkeiten, differenziert nach unterschiedlichen Kriterien
Schlüsselgrößen	Einwohner (und nachgeordnete Größen)
Ermittlung des Modal-Splits	Empirisch, differenziert nach unterschiedlichen Kriterien (z.B. Wegelänge, -zweck, verhaltenshomogener Gruppe, Geschlecht, Wochentag, Stadtgrösse, Haushaltsgrösse etc.)
Besonderheiten/Einschränkungen	Nur einwohnerbezogene Wege Datenauswertung und -export mittels Online-Tool → http://www.htmldb-hosting.com/pls/htmldb/f?p=MIT08:1

Ahrens G.-A. et al. (2013). Mobilität in Städten – SrV 2013 [17]

Es handelt sich hierbei um die zehnte Erhebungswelle des Forschungsprojekts «Mobilität in Städten – SrV 2013». Wobei der Fokus klar auf dem städtischen Einwohnerverkehr liegt. Es wurden insgesamt 120'000 Personen befragt und über 100 Untersuchungsräume betrachtet. Dies führte zu einer Verbesserung der Datenbasis zur Erforschung verkehrsplanerisch bedeutsamen Trends, wie beispielsweise der demografische Wandel.

Tab. 3 Kennwerte der Quelle Ahrens G.-A. et al. (2013)

Mobilität in Städten – SrV 2013	Erläuterungen
Grundlagen und Aktualität	Empirische Daten aus Deutschland Regelmässige Aktualisierung (ca. 5 Jahreszyklus)
Output	Wege-, Haushalts- und Personendaten
Schlüsselgrößen	Einwohner (und nachgeordnete Größen)
Ermittlung des Modal-Splits	Empirisch, differenziert nach Wegezweck, verhaltenshomogenen Gruppen, Quelle-Ziel-Gruppen (Aktivitätenpaare)
Besonderheiten/Einschränkungen	Nur einwohnerbezogene Wege Geringe Stichprobengrösse (ca. 80 Städte, Gemeinden und Verwaltungsgemeinschaften)

TRAVL [18] und iTRACE [19]**Tab. 4 Kennwerte TRAVL [18] und iTRACE [19]**

TRAVL und iTRACE	Erläuterungen
Grundlagen und Aktualität	Empirische Daten aus Befragungen für Grossbritannien und Irland (iTRACE) sowie die Region Greater London (TRAVL) Regelmässige Erhebungen
Output	Verkehrserzeugungsraten, Wegekenngrossen
Schlüsselgrössen	Art der Flächennutzung, Objektart, Flächenwerte
Ermittlung des Modal-Splits	Aus Erhebungsdaten
Besonderheiten/Einschränkungen	Sehr detaillierte Informationen zu den erhobenen Objekten; z.B. Adresse, Name der Einrichtung, Veloparkierungsanlage vorhanden ja/ nein Verwendung im Tool → TRICS

Verordnungen/Vorgaben**Fahrtenmodell Zürich [20]**

Ziel des Zürcher Fahrtenmodells ist es eine ökonomische, ökologische und verkehrsplannerisch optimale Nutzung von Parkplätzen zu ermöglichen. Mit dem Fahrtenmodell kann festgelegt werden wie viele Autofahrten ein Areal maximal auslösen darf.

Die Fahrtenanzahl wird mittels folgender drei Faktoren ermittelt:

- Anzahl bewilligungsfähiger Parkplätze;
- Dem nutzungsspezifischen Verkehrspotential der einzelnen Parkplätze, die aus Erfahrungswerten und Forschungen abgeleitet wurden;
- Unter Berücksichtigung der vorhandenen Strassenkapazitäten und der Vorgabe der Umweltschutzgesetzgebung.

Die Zahlen sind mit Vorsicht zu benutzen, da es sich um Potenziale handelt und somit nicht zwingend der Nachfrage entspricht.

Literatur

Österreich - RVS 02.01.13 AT [21]

Diese RVS ist für die Ermittlung der Verkehrserzeugung von Einkaufszentren (EKZ) und Multifunktionalen Zentren (MFZ) im urbanen und ländlichen Bereich sowie auf Fachmarktzentren anzuwenden. Die Berechnungsverfahren beziehen sich auf Grössen der EKZ und MFZ von ca. 2.500 m² bis 80.000 m² Bruttogeschossfläche (BGF).

Tab. 5 Kennwerte der Quelle AT - RVS 02.01.13 [21]

RVS 02.01.13	Erläuterungen
Grundlagen und Aktualität	Empirische Daten aus Österreich (z.T. auch Deutschland) Erhebungen 1996 - 2000
Output	Verkehrserzeugungsraten von Einkaufszentren und Multifunktionalen Zentren
Schlüsselgrössen	Flächenbilanz nach Branchen
Ermittlung des Modal-Splits	Lage und ÖV-Erschliessungsqualität
Besonderheiten/Einschränkungen	Nur für Einkaufszentren und multifunktionale Zentren, Berücksichtigung von Turn-In- und Cross-Selling-Effekten, Ermittlung für unterschiedliche Wochentage möglich

Niederlande - CROW - Kennziffern Parkierung und Verkehrserzeugung [22]

Tab. 6 Kennwerte der Quelle CROW

CROW Pub.317	Erläuterungen
Grundlagen und Aktualität	Stichproben in NL
Output	Verkehrserzeugungsraten und erforderliche (Velo) Parkplätze
Schlüsselgrössen	Strukturgrössen oder Raumgrössen (je nach Thema) Urbanisierungsgrad (sehr urban bis ländlich)
Ermittlung des Modal-Splits	In Recherche
Besonderheiten/Einschränkungen	Fokus auf MIV und Velo

USA - ITE Trip Generation Manual [23]

Das ITE sammelt kontinuierlich Verkehrsdaten. Die Kollektion der Daten erfolgt hauptsächlich über freiwilliges zur Verfügung stellen von Daten durch die Transportunternehmen und privat Personen. Daten können online ausgefüllt und gesendet werden.

Tab. 7 Kennwerte der Quelle *ITE Trip Generation Manual (USA)* [23]

ITE Trip Generation Manual	Erläuterungen
Grundlagen und Aktualität	Empirische Daten aus den USA Regelmässige Ergänzung
Output	Verkehrserzeugungsraten nach Art der Nutzung für ca. 180 unterschiedliche Objekttypen (z.B. auch ÖV-Stationen, P+R-Plätze)
Schlüsselgrössen	Strukturgrössen (z.B. Einwohner, Beschäftigte) Raumgrössen (z.B. Flächen, Anzahl Wohneinheiten), objektspezifische Kenngrössen (z.B. Lochzahl (Golfplätze), Flüge pro Tag (Flughäfen))
Ermittlung des Modal-Splits	Fokus auf MIV (Kfz gesamt + Schwerverkehr), teilweise Fussgänger und Radfahrer
Besonderheiten/Einschränkungen	Sehr umfangreiche Datenbasis, Angabe eines Wertes für Verkehrserzeugungsraten (kein Toleranzbereich)

Australien – Guide to Traffic Generating Developments [24]

Dieser Leitfaden beschäftigt sich mit allen möglichen Aspekten der Verkehrsaufkommensbeeinflussung verknüpft mit Raumentwicklung. Die Verkehrsaufkommensraten basieren auf Befragungen, die je nach Kennwert in Erhebungsort und Anzahl variieren.

Tab. 8 Kennwerte der Quelle *Guide to Traffic Generating Developments* [24]

Guide to Traffic Generating Developments	Erläuterungen
Grundlagen und Aktualität	Empirische Daten aus New South Wales (AUS)
Output	Verkehrserzeugungsraten nach Art der Nutzung für unterschiedliche objekttypen
Schlüsselgrössen	Strukturgrössen (z.B. Einwohner, Beschäftigte) Raumgrössen (z.B. Flächen, Anzahl Wohneinheiten), objektspezifische Kenngrössen (z.B. Lochzahl (Golfplätze), Flüge pro Tag (Flughäfen))
Ermittlung des Modal-Splits	Fokus auf MIV
Besonderheiten/Einschränkungen	Bei fehlenden Daten wird auf ITE (US) verwiesen

II Verkehrsmodelle

Für die Ergänzung und die Verbesserung von Kennwerten war ursprünglich geplant, Daten aus Verkehrsmodellen einzubinden und mittels Regressionsanalysen Ursache-Wirkungs-Beziehungen hieraus abzuleiten, die wiederum für die Kennwertermittlung eingesetzt werden.

Für die Untersuchung wurde hierfür eine Reihe von Modellbeschreibungen und -daten analysiert. Zu nennen sind u. a. dabei die Daten und Beschreibung des multimodalen Verkehrsmodells Steiermark (Österreich), Dokumentationen des Gesamtverkehrsmodells des Kantons Zürich, des Kantons Bern, der Region München

Eine vertiefende Recherche ergab, dass sich die Anzahl der Aktivitäten zwischen den Verkehrsmodellen stark unterscheiden. Bei den untersuchten Modellen dominierte eine Segmentierung in wenige (6 – 8) Aktivitäten. Eine Ausnahme bildet das Verkehrsmodell München mit einer differenzierten Betrachtung von 17 Aktivitäten. Bei diesem Modell werden beispielsweise drei verschiedene Einkaufsaktivitäten unterschieden (täglicher Bedarf, sonstige Waren, Einkaufsbummel). Doch auch bei einer Einteilung in nur wenige Aktivitäten unterscheidet sich die Aggregation erheblich. So ist beispielsweise ein Arztbesuch beim Verkehrsmodell Steiermark der Aktivität Einkauf/ Besorgung zugeordnet, wohingegen beim Verkehrsmodell Zürich (Dokumentation S. 77) Spitäler den Freizeitrichtungen bzw. Sonstige zugeordnet werden.

Tab. 9 Aktivitäten im Gesamtverkehrsmodell Zürich und im Verkehrsmodell Steiermark

Gesamtverkehrsmodell Kanton Zürich (6 Aktivitäten)	Multimodales Verkehrsmodell Steiermark (7 Aktivitäten)
1 (Wohnen)	1 Wohnen
2 Arbeit	2 Arbeit
3 Ausbildung	3 Einkauf und Besorgung
4 Nutzfahrt	4 Freizeit
5 Einkauf	5 Grundschule und Kinderbetreuungseinrichtungen
6 Freizeit und Sonstiges	6 Schule
	7 Hochschule
	8 Berufsschule

Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal der Modelle ist die Systematik der Nachfragemodellierung. Während die betrachteten Modelle für Zürich und Bern auf dem VISEVA-Ansatz basieren, verwenden die Modelle für die Steiermark und den Grossraum München VISEM. Die hier betrachteten VISEM-Modelle unterscheiden bei der Modus-Wahl nicht nach Zielaktivitäten, sondern lediglich nach verhaltenshomogenen Personengruppen.

Naturgemäss werden die Strukturdaten einzelner Einrichtungen bei Verkehrsnachfragemodellen zu Verkehrsbezirken aggregiert, so dass ein Rückschluss auf Einzeleinrichtungen nach der verkehrszellenbasierten Berechnung nicht mehr möglich ist. So verringert sich die Aussagekraft der Ergebnisse mit zunehmender Zellengrösse. Sehr grosse Verkehrsbezirke, die i. d. R. vor allem im ländlichen Raum abgegrenzt werden, müssten von den Auswertungen ohnehin ausgeschlossen werden, da zum einen der Zellbinnenverkehrsanteil (der in Modellen nur sehr abstrahiert abgebildet wird) am Gesamtverkehr zu hoch ist und da diese Verkehrsbezirke in vielerlei Hinsicht zu inhomogen sind (z. B. sehr starke Variation der Zugangszeiten zum ÖV innerhalb des Verkehrsbezirks).

III Umgang mit Binnenverkehr, Verbund- und Mitnahmeeffekten

III.1 Beschreibung der Effekte

Bei der Abschätzung der Verkehrswirkungen neuer oder geänderter Arealnutzungen mittels Kennwerten ist offen, inwieweit der ermittelte Verkehr gegebenenfalls aufgrund von Verbund- und Mitnahmeeffekten reduziert werden müsste und ob der berechnete Verkehr allenfalls (teilweise) Binnenverkehr im Areal darstellt. Hier werden die folgenden Definitionen verwendet [29]:

- **Binnenverkehr:** Binnenverkehr bezeichnet die Summe aller Verkehrsvorgänge innerhalb einer betrachteten Gebietseinheit. Bei einem Verkehrsmodell handelt es sich um eine Verkehrszone. Mit Bezug zu Arealnutzungen muss von «Arealbinnenverkehr» gesprochen werden. Je grösser die Gebietseinheit ist, um so grösser dürfte das Ausmass des Binnenverkehrs sein.
- **Verbundeffekt:** Der Verbundeffekt tritt auf, wenn bei mehreren räumlich zusammenliegenden Aktivitäten ein Teil der Fahrten mit einer An- und Abreise für mehr als eine Aktivität erfolgt: So können bei Lage neuer Nutzungen an einem Standort (z.B. Einkaufs-, Freizeit-, Gastronomieeinrichtungen in einem Einkaufszentrum mit gastronomischen Einrichtungen) oder in fussläufiger Distanz (z. B. Verbrauchermarkt und Discounter, Einzelhandel und Multiplexkino) mehrere Nutzungen von einer Person nacheinander zu Fuss aufgesucht werden. Diese Koppelung von kurzen Wegen kann eine geringere Anzahl an z.B. Fahrzeug-Fahrten zu diesen (oder anderen) Einrichtungen zur Folge haben, als wenn die Einrichtungen an getrennten Standorten in grösserer Entfernung angeordnet wären.
- **Mitnahmeeffekt:** Der Mitnahmeeffekt beschreibt den Teil der Fahrten oder Wege auf einem Areal, die nicht ausschliesslich aufgrund der Aktivität auf dem Areal entstehen, sondern weil die Aktivität auf dem Weg zu einem räumlich an anderer Stelle gelegenen Ziel liegt (z.B. Zwischenstopp bei einem Einzelhandel auf der Fahrt von der Arbeit nach Hause). Bei günstiger Lage neuer Nutzungen zu Verkehrsachsen (z.B. Einkaufseinrichtung an einer Hauptverkehrsstrasse) erzeugen diese in einem geringeren Umfang neue Fahrten als bei einer weniger günstigen Lage (z.B. abseits von alltäglichen Routen). Grund hierfür ist, dass die Einrichtungen im 1. Fall auch durch Unterbrechung bereits durchgeführter Fahrten/Wege besucht werden. Der Mitnahmeeffekt beschreibt, dass durch die Fahrtunterbrechung zwar eventuell zusätzliche Fahrten aber keine zusätzlichen Verkehrsbelastungen entstehen (aus einer Fahrt werden zwei Fahrten, kein zusätzlicher Verkehr). Mitnahmeeffekte treten bei allen Verkehrsarten auf, insbesondere bei Unterbrechung der Fahrt vom Arbeitsplatz nach Hause zum Einkaufen (z.B. bei PW-Nutzern Besuch von an der Hauptverkehrsstrasse gelegenen Geschäften, bei ÖPNV-Nutzern Einkauf am Bahnhof).

III.2 Wirkungen der Effekte

In der Realisierung von Verbund- und Mitnahmeeffekten wird eine relevante Stellschraube für eine nachhaltige Stadt- und Verkehrsplanung und damit auch den Klimaschutz gesehen: Die bewusste Ausnutzung der genannten Effekte mit einer geeigneten räumlichen Anordnung neuer Nutzungen soll dazu beitragen, dass diese Nutzungen einen geringeren induzierten Fahrzeugverkehr zur Folge haben und damit eher möglich sind. Insbesondere bei Standorten an Verkehrsknoten kommt den Mehrfachnutzungen grosse Bedeutung zu. Standorte in Innenstadtbereichen, an Bahnhöfen und Flughäfen weisen relativ hohe Verbund- und Mitnahmeeffekte auf. Dies gilt vor allem für den Nutzungsbereich Einkaufen. Dennoch gibt es zurzeit noch fast keine Kenntnisse über die Höhe der Verbund- und Mitnahmeeffekte. In Deutschland ist eine entsprechende Forschungsarbeit initiiert worden. Das entsprechende Projekt soll im Jahr 2018 abgeschlossen werden [29].

Inwieweit Mitnahme- und Verbundeffekte bei der Abschätzung der Verkehrswirkungen für die Planer und die Genehmigungsbehörden relevant sind, hängt von der untersuchten Fragestellung und der gewählten Systemabgrenzung ab:

- **Mitnahmeeffekt:** Im Sinne der obigen Definition entfällt ein Weg und zwei neue entstehen. Bezogen auf die am Untersuchungsgebiet vorbeiführende Strasse erhöht sich die Verkehrsstärke zwar nicht. Auch die Fahrleistungen und die damit verbundenen Umweltwirkungen können unverändert sein. Soll aber ein Zufahrtsknoten zum Gebiet dimensioniert werden, müssen die Fahrten berücksichtigt werden.
- **Verbundeffekte:** Inwieweit die Verbundeffekte positive oder negative Auswirkungen haben, soll an folgendem Beispiel erläutert werden: Es gibt einen Einkaufsmarkt direkt am Stadtrand zu dem neu eine Bäckerei gebaut werden soll. Die Verkehrsnachfrage für die neue Bäckerei kann nun mit den Kennwerten abgeschätzt werden. Dabei wird sicher auch ein Teil Fusswege zwischen den beiden Einkaufsmöglichkeiten entstehen. Für die Fragestellung der Leistungsfähigkeit des Strassennetzes am Standort ist die Abschätzung des Aufkommens mit Verbundeffekt relevant. Ob aber insgesamt mehr oder weniger Fahrleistungen nicht nur auf den Standort bezogen, sondern z.B. auf die Stadt entstehen, ist fraglich. Dazu muss klar sein, was ohne den Bäcker am Standort mit dem Einkaufsmarkt wäre (Definition Referenzfall). Eventuell handelt es sich um eine Standortverlegung des einzigen Bäckers in der Innenstadt, weshalb mit der Verlegung nun neu Personen mit dem PW zum Stadtrand fahren, wo sie vorher in der Innenstadt zu Fuss eingekauft haben. In diesem Fall kommt es zu einer Erhöhung der Fahrleistungen, trotz Verbundeffekte am Standort des Einkaufsmarkts. Verbundeffekte können somit – je nach Referenzfall und Systemabgrenzung - positive wie auch negative Auswirkungen haben.

Wie oben dargestellt sind die Mitnahme- und Verbundeffekte aktuell Gegenstand der Forschung. Generell ist es sehr stark von der Erhebungsart der Kennwerte abhängig, ob der Verbund- und Mitnahmeeffekt enthalten ist oder nicht. Auch bei den Mikrozensusdaten ist nicht erkennbar, ob und in welcher Form diese berücksichtigt sind. Das hängt beispielsweise davon ab, ob die Befragten bei der Fahrt in ein Gewerbegebiet den Weg von einer zur anderen Einrichtung als separaten Weg angegeben haben.

III.3 Hinweise zur Abschätzung des Binnenverkehrs aufgrund von Verbund- und Mitnahmeeffekten

Die Abschätzung von Verbund- und Mitnahmeeffekten kann aufgrund der mangelnden Datengrundlagen nur im Einzelfall mittels Experteneinschätzung erfolgen. Im Folgenden werden Hinweise zur Abschätzung gegeben, welcher Anteil des erzeugten Verkehrs eines bestimmten Vorhabens als Arealbinnenverkehr innerhalb des Perimeters bleibt und deshalb für die Verkehrserzeugung im Sinne von Quell- und Zielverkehr auf MIV und ÖV nicht relevant ist. Folgende Punkte sind bei der Beantwortung der Fragestellung zu beachten.

Nutzungsmix

Der Wegezweck «Einkauf» weist mit 22% aller Wege einen hohen Anteil am Verkehrsaufkommen auf [15]; es ist aber davon auszugehen, dass der mit Abstand grösste Anteil dieser Wege für den Einkauf des täglichen und periodischen Bedarfs zurückgelegt wird. Diese Wege weisen eine hohe Affinität zu «langsamen» Verkehrsmitteln auf, vorausgesetzt, entsprechende Einrichtungen sind in Fussdistanz zu finden. Das lässt sich auch unmittelbar aus dem Anteil an der Tagesdistanz des Wegezwecks «Einkauf» ableiten. Dieser beträgt 13% und liegt damit deutlich unter jenem des Anteils der Wege [15].

Weiter dominiert der Wegezweck «Freizeit» mit 38% aller zurückgelegten Wege die Mobilitätsmotive klar [15]. Hierfür dürfte aber mitverantwortlich sein, dass beispielsweise auch die Wege von Arbeitnehmern für die auswärtige Verpflegung als «Gastronomiebesuche» darunter subsummiert werden; fast ein Viertel aller Freizeitwege von Montag bis

Freitag fallen in diese Kategorie. Weiter fällt der hohe Anteil des Langsamverkehrs am Modal-Split des Freizeitverkehrs auf; 51% der Etappen wurden zu Fuss oder mit dem Velo zurückgelegt. Die «Gastronomiebesuche» liegen von den zwölf unterschiedenen Kategorien diesbezüglich an fünfter Stelle, nur die sportlichen Betätigungen inkl. Spazieren weisen höhere Langsamverkehrsanteile auf. Die Gastrobesuche erzeugen somit fast 10% aller Wege und damit etwa halb so viel wie der Einkaufsverkehr.

Der Nutzungsmix im Perimeter hat einen hohen Einfluss auf den Anteil des Binnenverkehrs. Die grössten Auswirkungen sind beim Mix zwischen Wohnnutzung und Einkauf, v.a. Güter des täglichen Bedarfs sowie bei Arbeitsnutzung und Gastro/Einkauf zu erwarten.

Grösse des Areals

Relevant sind entsprechende Überlegungen für Entwicklungsvorhaben wie beispielsweise eine Quartierentwicklung oder auch einzelne grössere Parzellen. Bei kleineren Vorhaben spielt der Binnenverkehr à priori eine untergeordnete Rolle. Bei grösseren Untersuchungsgebieten, beispielsweise einer ganzen Gemeinde, gelten die Überlegungen sinngemäss; mit zunehmender Weglänge spielt aber auch der motorisierte Verkehr unter Umständen eine relevante Rolle im Binnenverkehr.

Je grösser der Perimeter, desto grösser der Anteil des Binnenverkehrs, ein mehr oder weniger komplementärer Nutzungsmix vorausgesetzt. Bei reinen Wohnnutzungen beschränkt sich der Binnenverkehr aber auch bei sehr grossem Perimeter auf einzelne Besucherwege der Bewohner untereinander. Analoges gilt bei reinen Arbeitsnutzungen; hier spielt das hausinterne Verpflegungsangebot aber eine gewisse Rolle.

Weglänge

Die Wege des Arealbinnenverkehrs sind per definitionem kurz, weil sie die Perimeterbegrenzung nicht queren dürfen. Das impliziert, dass sie zur Hauptsache als Fusswege, allenfalls per Velo zurückgelegt werden. Der Anteil anderer Verkehrsmittel am Binnenverkehr dürfte nur in seltenen Fällen resp. bei sehr grossen Perimetern eine Rolle spielen. Somit gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Anteil Binnenverkehr und dem Anteil Langsamverkehr an der gesamten Verkehrserzeugung; insbesondere wird der Anteil des Binnenverkehrs bezogen auf die Anzahl Wege nicht über jenem des Langsamverkehrs am Modal-Split liegen.

Konklusion

Der Binnenverkehr kann als Teil der gesamten Verkehrserzeugung eines Vorhabens durchaus eine relevante Grössenordnung erreichen. Wenn der Fokus aber auf der zusätzlich erzeugten Nachfrage in MIV und ÖV liegt, ist die Lage der Perimetergrenze letztlich nicht so bedeutend. Vielmehr muss man sich die Frage stellen, welche Wechselwirkungen die neue Einrichtung in ihrem Umfeld in Fuss- und allenfalls auch Velodistanz erzeugt; der Einkaufsverkehr und wesentliche Teile des Freizeitverkehrs spielen diesbezüglich eine massgebende Rolle. Es ist also viel relevanter, den Anteil des Langsamverkehrs mit Blick auf das Umfeld plausibel zu schätzen, um damit die Abspaltung eines Teils der Gesamtverkehrserzeugung gut begründen zu können. Dazu hat diese Arbeit mit dem Modal-Split-Tool ein Werkzeug zur Verfügung gestellt. Hingegen ist es nicht zulässig, von der gesamten Verkehrserzeugung zuerst einen Anteil für den Binnenverkehr abzuspalten, und dann für den Rest mit Blick auf den Mikrozensus einen hohen Modalsplit-Anteil des Langsamverkehrs anzusetzen.

Glossar

Begriff	Bedeutung
Aktivität	Tätigkeit an Start oder Ziel eines Weges (Start- bzw. Ziel-Aktivität), (z. B. Einkauf, Arbeit, Wohnen), die Ziel-Aktivität entspricht dem Wegezweck
Arbeit	Wegezweck, der die Pendlerwege zwischen Wohn- und Arbeitsstätte sowie Strecken umfasst, die von anderen Orten aus zum Arbeitsplatz führen.
Ausbildung	Wegezweck, der alle Strecken umfasst, die zur Erreichung irgendeiner Art von Bildungsstätte zurückgelegt wird.
Besetzungsgrad	Mittlere Anzahl der Fahrzeuginsassen pro Fz. (Fahrzeuglenkende und Mitfahrende)
Bevölkerung	Ständige Wohnbevölkerung der Schweiz ab 6 Jahren, sofern nicht anders definiert.
Etappe	Einheit zur Beschreibung des Verkehrsverhaltens. Eine Etappe hat eine Mindestlänge von 25 Metern. Eine neue Etappe beginnt, wenn das Verkehrsmittel oder der Wegezweck gewechselt wird. Ortsveränderungen innerhalb von Gebäuden und bestimmten Arealen (Bauernhöfe, Pausenplätze, Skigebiete, Freizeitanlagen usw.) stellen keine Etappen dar.
Freizeit	Wegezweck, der alle Strecken umfasst, die im Zusammenhang mit Freizeitaktivitäten zurückgelegt werden. Die Freizeitstrecken können aufgrund der Angaben der befragten Personen in verschiedene Kategorien aufgliedert werden.
Geschäftsweg	Geschäftliche Tätigkeit, Dienstfahrt: Wegezweck, der sämtliche Strecken umfasst, die im Rahmen der Arbeit zurückgelegt wird. Dazu gehören etwa Fahrten von Chauffeuren und Lieferanten, Wege zu Sitzungen etc.
Hauptverkehrsmittel	Primäres Verkehrsmittel eines Weges oder einer Reise. Im Falle der Wege sind die Verkehrsmittel gemäss der folgenden Reihenfolge im MZMV hierarchisiert: Flugzeug, Eisenbahn, Postauto, Schiff, Tram, Bus, sonstiger ÖV, Reisedar, Auto, Lastwagen, Taxi, Motorrad/Kleinmotorrad, Mofa, Velo/E-Bike, zu Fuss, fahrzeugähnliche Geräte, Anderes. Dasjenige, der verwendeten Verkehrsmittel, das in der Liste als erstes aufgeführt ist, gilt als Hauptverkehrsmittel im MZMV.
Kennwerte	Kennwerte sind «Rechenwerte», mittels denen das Verkehrsaufkommen oder der Modal-Split durch Multiplikation mit Bezugswerten (wie z.B. Bruttogeschossfläche)
Mobilität	Im MZMV sämtliche Ortsveränderungen von Personen ausserhalb von Gebäuden und bestimmten Arealen (Bauernhöfe, Pausenplätze, Skigebiete, Freizeitanlagen usw.), bei denen mindestens 25 Meter zurückgelegt werden.
MZMV	Mikrozensus Mobilität und Verkehr
PP-Verfügbarkeit	Parkplatzverfügbarkeit
Service- und Begleitung	Wegezweck, der private Begleitwege umfasst. Dazu gehören z.B. das Bringen oder Abholen von Kindern vom Kindergarten, privater Auto-Fahrunterricht usw.
Sprachregion	Landesteil gemäss der Mehrheitssprache in den entsprechenden Gemeinden
Start-Aktivität	Siehe Aktivität
Verkehrszweck	Siehe Wegezweck
Verfahren	Vorgehensweisen, um mittels Kennwerten die Verkehrserzeugung zu ermitteln. Ein Verfahren kann im einfachsten Fall aus der Multiplikation mehrerer Kennwerte bestehen.
Wegezweck	Grund, weshalb einzelne Etappen sowie die zu Wegen aggregierten Etappen unternommen werden.
Vertrauensintervall	Wertebereich, innerhalb dessen der wahre Wert eines Parameters (z.B. der Mittelwert) mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit liegt.
Weg	Einheit zur Beschreibung des Verkehrsverhaltens. Ein Weg beginnt immer dann, wenn sich jemand mit einem bestimmten Ziel (z.B. Arbeitsort) und/oder zu einem bestimmten Zweck (z.B. Einkaufen) in Bewegung setzt. Wenn der Zielort erreicht ist, endet der Weg. Ein neuer Weg beginnt, wenn der Zweck wechselt, wenn der Rückweg nach Hause angetreten wird oder nach einem längeren Zwischenhalt. Ein Weg kann aus einer oder mehreren Etappen bestehen und somit unter Verwendung eines oder mehrerer Verkehrsmittel bewältigt werden.
Wegezweck	Grund, weshalb Wege unternommen werden. Entspricht der Ziel-Aktivität eines Weges.
Ziel-Aktivität	Siehe Aktivität

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
AP	Arbeitsplatz
AS	Arbeitsschritt
BGF	Bruttogeschossfläche
EW	Einwohner
FTE	Full-Time-Equivalent (Vollzeitäquivalente)
Fz	Fahrzeuge
GFL	Geschossfläche
GGF	Betrieblich genutzte Grundfläche
GRL	Gebäudegrundfläche
i.S.	Im Sinne
k.A.	Keine Angabe
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MZMV	Mikrozensus Verkehr und Mobilität
LW	Lastwagen
LV	Langsamverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PE	Publikumsintensive Einrichtung
PP	Parkplätze
PW	Personenwege
PW-Fahrten	Personenwagenfahrten
SB-Läden	Selbstbedienungsläden
SV	Schwerverkehr
u.ä.	Und ähnliche
Verbau	Abschätzung des Verkehrsaufkommens durch Vorhaben der Bauleitplanung
VF	Verkaufsfläche

Literaturverzeichnis

Verordnungen

- [8] Kanton Basel-Stadt (2013), «**Parkplatzverordnung 730.310**»
- [20] Stadt Zürich (2007), «**Leitfaden Fahrtenmodell**»

Normen

- [13] VSS (2013), «**SN 640 283 Parkieren – Verkehrsaufkommen von Parkieranlagen von Nicht-Wohnnutzungen**»
- [14] VSS (2007): «**SN 640 015 Verkehrsaufkommen – Dokumentation der Erhebungen**»

Dokumentation

- [0] Widmer, Paul; Aemisegger Philippe (2017): **Verkehrsaufkommen von Wohnnutzungen**, Forschungsprojekt VSS 2013/103 auf Antrag des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute, Juni 2017.
- [1] Axhausen, Kay/Weis, Claude/Bürgle, Michaela (2008): «**Datenbank für Verkehrsaufkommensraten**», Forschungsauftrag VSS 2005/203.
- [2] Bundesamt für Strassen ASTRA (2009), «**Verkehrserzeugung durch Parkieranlagen**»
- [3] Willi E., Kim E., Akar D., Christe P., Tubandt N., Schweizer T. (2005), «**Publikumsintensive Einrichtungen PE: Planungsgrundlagen und Gesetzmässigkeiten**»
- [4] Schulz B., Schilter R. (2003), «**Publikumsintensive Einrichtungen Konsum und Freizeit**»
- [5] Bosserhoff D. (2005), «**Hessisches Landesamt für Strassen- und Verkehrswesen; Abschätzung des Verkehrsaufkommens aus Vorhaben der Bauleitplanung**»
- [5a] Bosserhoff D. (2001, mit jährlichen Aktualisierungen), «**Büro Bosserhoff; Abschätzung des Verkehrsaufkommens durch Vorhaben der Bauleitplanung mit Excel-Tabellen am PC (Ver_Bau)**»
- [6] Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe Verkehrsplanung (2006), «**Hinweise zur Schätzung des Verkehrsaufkommens von Gebietstypen**»
- [7] Baudirektion Kanton Zürich, Bildungsdirektion Kanton Zürich und Volksschulamt (2012), «**Empfehlung für Schulhausanlagen**»
- [9] Kanton Basel-Landschaft (2008), «**Richtlinie Büroausstattung Basel Landschaft**»
- [10] Bundesministerium für Verkehr (BMV) (1995), «**Verkehrliche Mindestanforderungen an die Regional- und Landesplanung in den neuen Bundesländern**»; Kennwerte am 18.08.2016 abgerufen von der folgenden Internetseite: <http://www.dr-frank-schroeter.de/planungsrichtwerte.htm#Verkehrserzeugung>
- [11] Essex County Council (2009), «**Parking Standards – Design and Good Practice**»
- [12] Department for Communities and Local Government (2006), «**Planning Policy Guidance 13 Transport**»
- [15] Bundesamt für Statistik (BfS) und Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) (2015). «**Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015**»
- [16] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2008), «**Mobilität in Deutschland (MiD) 2008**»
- [17] Ahrens G.-A. et al. (2013), «**Mobilität in Städten – SrV 2013**»
- [18] TRAVL
- [19] iTRACE
- [21] Österreichische Forschungsgesellschaft Strasse - Schiene – Verkehr (2010), «**RVS 02.01.13 Verkehrserzeugung von Einkaufszentren und Multifunktionalen Zentren**»
- [22] CROW (2012) – «**Kencijfers parkeren en verkeersgeneratie**»
- [23] Institute of Transportation Engineers (ITE) (2012), «**Trip Generation Manual**»
- [24] Transport Planning Section (2002), «**Guide to Traffic Generating Developments**»
- [25] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (2011) «**Verkehrs- und Kostenfolgen der Siedlungsplanung Nutzerhandbuch für den Verkehrsfolgekostenschätzer Version 1.0**»
- [26] TRICS Consortium (2017): «**TRICS**», <http://www.trics.org/tricssystem.aspx>

-
- [27] Bubenhofer, Jonas (2015): **«Dichte und Mobilitätsverhalten. Ein neuer Blick auf den Mikrozensus»** In: Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten SVI (Hrsg.): Optimale Geschwindigkeiten in Siedlungsgebieten. Zürich, S. 56-60.
-
- [28] Wittwer, Rico (2008): **«Raumstrukturelle Einflüsse auf das Verkehrsverhalten – Nutzbarkeit der Ergebnisse grossräumiger und lokaler Haushaltsbefragungen für makroskopische Verkehrsplanungsmodelle»**, Technische Universität Dresden, 2008
-
- [29] BMVI, Referat G 11 (2016): **Ermittlung der Grösse von Verbund- und Mitnahmeeffekten bei Vorhaben der Bauleitplanung**, Datenblatt für Forschungs- und Untersuchungsvorhaben des BMVI, Projekt-Nr.: 70.0933
-
- [30] Jonas Bubenhofer (2016): **MOBILON: Verkehr | Mobilität | Raum**, <http://mobilon.ch/> abgerufen im September 2016.
-
- [31] Altenburg, S.; Gaffron, P.; Gertz, C. (2009): **Teilhabe zu ermöglichen bedeutet Mobilität zu ermöglichen**. Diskussionspapier des Arbeitskreises Innovative Verkehrspolitik der Friedrich-Ebert-Stiftung. WISO Diskurs Juni 2009.
-
- [32] Berger, M. et al. (2010): **MASI_activ**. Konzeption eines mobilfunkgestützten Erhebungssystems für Mobilitätsbefragungen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Graz-Wien.
-
- [33] Klinger, T.; Kenworthy, J. R.; Lanzendorf, M. (2013): **Dimensions of urban mobility cultures – a comparison of German cities**. Journal of Transport Geography 31, 18-29.
-
- [34] Seebauer, S. (2011): **Individuelles Mobilitätsverhalten in Grossstädten**. Erklärungsmodell und Veränderungsmöglichkeiten für die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel. Dissertation, Karl Franzens Universität Graz.
-
- [35] Boarnet, M.; Crane, R. (2001): The influence of land use on travel behavior: specification and estimation strategies. Transportation Research Part A 35 (9), 823-845.
-
- [36] Hickman, R.; Banister, D. (2005): **Reducing travel by design: what about change over time?** In: Williams, K. (Ed.) (2005): Spatial Planning, Urban Form, and Sustainable Transport. Aldershot: Ashgate, 102-119.
-
- [37] Snellen, D. (2001): **Urban form and activity-travel patterns**. An activity-based approach to travel in a spatial context. Dissertation, Technische Universität Eindhoven.
-
- [38] Van Wee, B. (2002): **Land use and transport: research and policy challenges**. Journal of Transport Geography 10 (4), 259-271.
-
- [39] Cao, X.; Mokhtarian, P. L.; Handy, S. L. (2007): **Do Changes in Neighborhood Characteristics Lead to Changes in Travel Behavior? A Structural Equations Modeling Approach**. Transportation 34 (5), 535-556.
-
- [40] Handy, S. L.; Cao, X.; Mokhtarian, P. L. (2005): **Correlation or Causality between the Built Environment and Travel Behavior? Evidence from Northern California**. Transportation Research Part D: Transport and Environment 10 (6), 427-444.
-
- [41] Schwanen, T.; Mokhtarian, P. L. (2005): **What Affects Commute Mode Choice: Neighborhood Physical Structure or Preferences toward Neighborhoods?**. Journal of Transport Geography 13 (1), 83-99.
-
- [42] Srinivasan, S.; Ferreira, J. (2002): **Travel behavior at the household level: understanding linkages with residential choice**. Transportation Research D 7, 225–242.
-
- [43] Van Wee, B.; Holwerda, H.; Van Baren, R. (2003): **Preferences for modes, residential location and travel behaviour: the relevance of land-use impacts on mobility**. European Journal of Transport and Infrastructure Research 2.
-
- [44] Badoe, D.; Miller, E. (2000): **Transportation-land-use interaction: Empirical findings in North America, and their implications for modelling**. Transportation Research D 5 (4), 235-263.
-
- [45] Matthes, G.; Gertz, C. (2014): **Raumtypen für Fragestellungen der handlungstheoretisch orientierten Personenverkehrsforschung**. ECTL Working Paper 45, TU Hamburg-Harburg.
-
- [46] Clark, B.; Chatterjee, K.; Melia, S. (2016): **Changes to Commute Mode: The Role of Life Events, Spatial Context and Environmental Attitude**. Transportation Research Part A: Policy and Practice 89, 89-105.
-
- [47] Bundesamt für Raumentwicklung ARE (Hrsg.) (2011): **ÖV-Güteklassen. Berechnungsmethodik ARE**. Grundlagenbericht für die Beurteilung der Agglomerationsprogramme Verkehr und Siedlung. Aktualisierung 02/2017.
-
- [48] Boltze, M.; Specht, G.; Friedrich, D.; Figur, A. (2002): **Grundlagen für die Beeinflussung des individuellen Verkehrsmittelwahlverhaltens durch Direktmarketing**. Schlussbericht.
-
- [49] De Boor, J. (2001): **Ein starker Auftritt des RBB**. Der Nahverkehr 05/2001.
-
- [50] De Vos, J.; Derudder, B.; Van Acker, V.; Witlox, F. (2012): **Reducing Car Use: Changing Attitudes or Relocating? The Influence of Residential Dissonance on Travel Behavior**. Journal of Transport Geography 22. 1-9.
-

-
- [51] Hörning, K. (1999): Kulturelle Kollisionen. Die Soziologie vor neuen Herausforderungen. In: Hörning, K.; Winter R. (Hrsg.) (1999): Widerspenstige Kulturen. Cultural Studies als Herausforderung. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 84-115.
-
- [52] Deffner, J.; Götz, K.; Schubert, S.; Potting, C.; Stete, G.; Tschann, A.; Loose, W. (2006): **Entwicklung eines integrierten Konzepts der Planung, Kommunikation und Implementierung einer nachhaltigen, multioptionalen Mobilitätskultur**. Schlussbericht zu dem Projekt "Nachhaltige Mobilitätskultur" Projekt 70.0749/04(FOPS) BMVBS Referat A 32. ISOE: Frankfurt am Main.
-
- [53] Bracher, T. (2011): **Stadtverkehr**. In: Schwedes, O. (Hrsg.): Verkehrspolitik. Eine interdisziplinäre Einführung. Wiesbaden, 275-296.
-
- [54] Buba, H. P., Grötzbach, J., Monheim, R., Hands J. (2010): **Nachhaltige Mobilitätskultur**. Mannheim.
-
- [55] Haefeli, U. (2008): **Verkehrspolitik und urbane Mobilität: Deutsche und Schweizer Städte im Vergleich 1950 – 1990**. Stuttgart
-
- [56] Hartmann, R. (2009): **Nettoverkehr von verkehrsintensiven Einrichtungen (VE)**, Forschungsauftrag SVI 2003/001 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten, September 2009.
-

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: 17.11.2017

Grunddaten

Projekt-Nr.: SVI 2014/005

Projekttitel: Verfahren und Kennwerte zur Abschätzung von Verkehrswirkungen

Enddatum: 31.03.2018

Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Mit den Resultaten dieser Forschungsarbeit wird die Abschätzung der Verkehrswirkungen einer geänderten oder neuen Nutzung von Bauzonen vereinfacht und verbessert:

Mit der Darstellung und Beurteilung bestehender Verfahren im Hinblick auf verschiedene konkrete Anwendungsfälle und Fragestellungen besteht eine Übersicht zu den angewendeten Verfahren. Die Stärken und Schwächen werden vergleichend dargestellt.

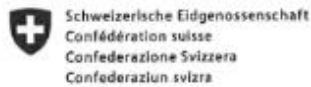
Recherchierte und beurteilte Kennwerte sind in der elektronischen Datensammlung gesammelt worden. Darin ist eine Vielzahl von Informationen zusammenfassend und zwischen den verschiedenen Quellen vergleichend dargestellt.

Neu werden Kennwerte zum Modal-Split bei Arealentwicklungen zur Verfügung gestellt. Dies in Abhängigkeit vom

- Wegezweck,
- der ÖV-Güteklasse,
- der Bevölkerungsdichte (Spanne von ... bis),
- der Beschäftigendichte (Spanne von ... bis) und dem
- Sprachraum.

Im Ergebnis des gefilterten Datensatzes werden die Anteile der einzelnen Verkehrsmittel, getrennt für den Quell- und für den Zielverkehr ausgewiesen. Um die Aussagefähigkeit des gefilterten Ergebnisses abschätzen zu können, wird zudem die Anzahl der zugrundeliegenden Wege für Quell- und Zielverkehr angegeben.

Die Verwendung der gesammelten Daten und des Modal-Split-Tools im Verfahrensablauf wird dargestellt.



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

Zielerreichung:

Die Forschungsarbeit hatte zum Ziel Kennwerte und Verfahren zu recherchieren und verbesserte Kennwerte für die Praxis bereitzustellen. Mit der elektronischen Datensammlung und dem Bericht sind die Recherchen dokumentiert. Bezüglich der Kennwerte zur Verkehrserzeugung konnte im Rahmen dieser Forschungsarbeit der Datenstand aufbereitet, aber nicht verbessert werden. Hier besteht weiterhin grosser Handlungsbedarf, dessen vollständige Lösung nicht das Ziel der Forschungsarbeit war. Mit dem Modal-Split-Tool wird die Datenlage (Kennwerte) zur Verkehrsmittelwahl bei Arealnutzungen deutlich verbessert.

Folgerungen und Empfehlungen:

Die Forschungsstelle empfiehlt den Aufbau und Unterhalt einer Datenbank für Verkehrsaufkommensraten wie sie mit TRICS in England besteht. Eine solche Datenbank sollte durch Branchenverbände oder durch Kantone/Bund (analog Verkehrsmodellen) aufgebaut und betrieben werden. Sollte dieses nicht möglich sein, wären verbesserte Verkehrsaufkommensraten auf Basis statistischer Daten zu ermitteln. Ansätze dazu bestehen in der Verknüpfung von Mikrozensusdaten mit Flächennutzungsdaten. Entsprechende Arbeiten könnten durch den SVI beantragt werden.

Publikationen:

EBP, yVerkehrsplanung, TU Wien: Verfahren und Kennwerte zur Abschätzung von Verkehrswirkungen, Forschungsprojekt SVI 2014/005 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI), Schlussbericht, 2018

EBP, yVerkehrsplanung, TU Wien: Elektronische Datensammlung Kennwerte, Version 1.0, 2018.

EBP, yVerkehrsplanung, TU Wien: Modal-Split-Tool, Version 1.0, 2018.

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Bruns

Vorname: Frank

Amt, Firma, Institut: EBP

Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:

14.12.2017



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Formular Nr. 3: Projektabschluss

Beurteilung der Begleitkommission:

Beurteilung:

Die Forschungsstelle hat eine umfassende Analyse der vorhandenen Kennwerten und Verfahren zur Abschätzung von verkehrlichen Potentialen durchgeführt. Danach musste auch seitens der BK festgestellt werden, dass anhand der zur Verfügung stehenden Daten und Informationen nur bedingt Aussagen getroffen werden können, die eine weitere Eingrenzung der Toleranzbereiche der Kennwerte ermöglicht. Dies ist bereits eine wesentliche Erkenntnis der Studie. Eine Verbesserung bestehender Kennwerte vor allem zum Verkehrsaufkommen erwies sich somit als kaum erreichbar und entsprechend nicht als zielführend.

Auf der Basis der Möglichkeiten hat die Forschungsstelle ein handliches und bedienungsfreundliches Instrument zur Abschätzung von Kennwerten für die Verkehrsmittelwahl entwickelt, mit dem für die Planung von Nutzungen Datensätze selektiert werden können, mit der die Eigenschaft des Objekts einfach und ausreichend berücksichtigt und die Verkehrsmittel-Wahlanteile bzw. Kombinationen der Verkehrsmittelwahl geschätzt werden können.

Umsetzung:

Die Arbeit und insbesondere das Schätz-Instrument auf Excel-Basis sind für einen Einsatz im Planungsprozess sehr nützlich. Es ist im Rahmen der zur Verfügung stehenden Daten sehr bedienungsfreundlich und tauglich zum spezifischen Einsatz bei typischen verkehrsplanerischen Fragestellungen.

weitergehender Forschungsbedarf:

Der ausgewiesene Forschungsbedarf hinsichtlich der Ergänzung um weitere MZ-Generationen sowie den Aufbau einer entsprechenden Datenbank wird von der BK gestützt.

Einfluss auf Normenwerk:

Keiner

Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: König

Vorname: Arnd

Amt, Firma, Institut: Kanton Zürich, Volkswirtschaftsdirektion, Amt für Verkehr

Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission:

14.12.2017 Arnd König

Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

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

SVI Publikationsliste

Die Liste kann bei der [SVI](#) bezogen werden.

