



Kennwerte der Verkehrserzeugung in Güterverkehr und Logistik

**Taux de génération de trafic dans le transport de
marchandises et la logistique**

Trip generation rates in freight transport and logistics

Rapp AG
Martin Ruesch
Paolo Todesco
Jan Lordieck
Tobias Rieder
Philipp Hegi

Zurich Data Scientists
Matteo Tanadini
Claude Renaux

**Forschungsprojekt SVI 2019/003 auf Antrag der Schweizerischen
Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**

Juni 2023

1749

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)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

Kennwerte der Verkehrserzeugung in Güterverkehr und Logistik

**Taux de génération de trafic dans le transport de
marchandises et la logistique**

Trip generation rates in freight transport and logistics

Rapp AG
Martin Ruesch
Paolo Todesco
Jan Lordieck
Tobias Rieder
Philipp Hegi

Zurich Data Scientists
Matteo Tanadini
Claude Renaux

**Forschungsprojekt SVI 2019/003 auf Antrag der Schweizerischen
Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI).**

Juni 2023

1749

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Projektleitung

Martin Ruesch, Rapp AG

Mitglieder

Paolo Todesco, Rapp AG

Jan Lordieck, Rapp AG

Tobias Rieder, Rapp AG

Philipp Hegi, Rapp AG

Matteo Tanadini, Zurich Data Scientists

Claude Renaux, Zurich Data Scientists

Begleitkommission

Präsident

Marc Schneiter, schneiter verkehrsplanung AG, Zürich

Mitglieder

Jan Eberle, GS1, Bern

Stefan Gantenbein, Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG, Bern

Matthias Hofer, Ernst Basler + Partner AG, Zürich

Andreas Hollenstein, Camion Transport, Wil SG

Lars Kundert, Planpartner AG, Zürich

Raphael Lamotte, Bundesamt für Raumentwicklung ARE, Bern

Thomas Mahrer, IG Detailhandel, Bern

Ruedi Matti, ASTAG, Bern

Luca Olivieri, Amt für Mobilität BS, Basel

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 Problemstellung	17
1.1 Ausgangslage.....	17
1.2 Ziele der Forschung und Abgrenzung der Untersuchung	18
1.2.1 Ziele der Forschung	18
1.2.2 Abgrenzung der Untersuchung	18
1.3 Vorgehen und Methodenübersicht	19
1.3.1 Vorgehen	19
1.3.2 Methodenübersicht.....	20
1.4 Wichtige Definitionen zu Kennwerten der Verkehrserzeugung	21
1.4.1 Verkehrserzeugungsrate.....	21
1.4.2 Transportintensitäten	23
1.4.3 Tätigkeitsfeld	23
1.4.4 Einrichtungen	23
2 Stand der Forschung	25
2.1 Internationale Forschung	25
2.1.1 Bodennutzung und Aufkommen.....	25
2.1.2 Aufkommen	26
2.1.3 Methoden zur Ermittlung des Aufkommens	26
2.1.4 Bezugsgrösse für die Kennwerte	28
2.1.5 Einflussgrössen für Regressionsmodelle	28
2.1.6 Segmentierung.....	29
2.1.7 Differenzierung nach Fahrzeugtypen	29
2.1.8 Aggregierte / disaggregierte Daten	29
2.1.9 Erhebungsmethoden	29
2.1.10 Übertragbarkeit der Resultate	30
2.1.11 Form und Darstellung der Resultate	30
2.2 Stand der Forschung in der Schweiz	33
2.3 Erkenntnisse aus der Literatur	34
3 Anforderungen der Nutzer	37
3.1 Vorgehen.....	37
3.2 Durchführung und Rücklauf der Nutzerbefragung	38
3.3 Ergebnisse aus der Nutzer-Umfrage	39
3.3.1 Ergebnisse zur heutigen Praxis	39
3.3.2 Ergebnisse zu Anforderungen an die zu ermittelnden Kenngrössen	40
3.3.3 Ergebnisse zu Form und Eigenschaften des Produktes	43
3.4 Synthese Nutzeranforderungen	43
4 Kennwerte und Regressionen aus bestehenden Statistiken	47
4.1 Bestehende Statistiken und mögliche Kennwerte.....	47
4.2 Transportintensitäten	50
4.2.1 Aufkommen in Tonnen pro VZÄ-Arbeitsplatz.....	52
4.2.2 Aufkommen in Fahrten pro VZÄ-Arbeitsplatz	58
4.2.3 Aufkommen in Tonnen pro Fläche in Arbeitszonen	61
4.2.4 Diskussion und Empfehlungen für die Anwendung	63
4.3 Regressionsmodelle.....	66
4.3.1 Prinzip und Vorgehen.....	66

4.3.2	Ergebnisse	67
4.3.3	Diskussion und Empfehlungen für die Anwendung	72
5	Kennwerte und Regressionen aus Befragung.....	75
5.1	Vorgehen.....	75
5.1.1	Umfrageziele.....	75
5.1.2	Erhebungsmethode.....	75
5.1.3	Fragebogen.....	75
5.1.4	Stichprobenkonzept	77
5.1.5	Durchführung der Erhebung	80
5.2	Daten aus der Befragung.....	81
5.2.1	Selektion gültiger Formulare	81
5.2.2	Beschreibung der Daten	81
5.3	Transportintensitäten aus Befragung.....	85
5.3.1	Aufkommen in Tonnen pro VZÄ-Arbeitsplatz	86
5.3.2	Aufkommen in Fahrten pro VZÄ-Arbeitsplatz	89
5.3.3	Aufkommen in Tonnen pro Bruttogeschoßfläche	91
5.3.4	Aufkommen in Fahrten pro Bruttogeschoßfläche	93
5.3.5	Anteil Lieferwagen und Be-/Entladezeit.....	94
5.3.6	Diskussion der Transportintensitäten	95
5.4	Regressionsmodelle	102
5.4.1	Ziel und Datengrundlage.....	102
5.4.2	Modelle für die Fahrtenschätzung	103
5.4.3	Modelle für die Mengenschätzung.....	105
5.4.4	Diskussion der Resultate und Anwendung	107
6	Validierung und Fallstudien.....	109
6.1	Vorgehen.....	109
6.2	Ausgewählte Standorte.....	110
6.3	Aufkommensraten	111
6.4	Zeitliche Charakteristika.....	113
6.4.1	Produktion	117
6.4.2	Verkauf/Handel	119
6.4.3	Dienstleistungen	121
6.4.4	Vergleich und Diskussion der zeitlichen Charakteristika	122
6.5	Validierung der Aufkommensraten	123
6.5.1	Vergleich mit einfachen Regressionsmodellen aus Befragung	125
6.5.2	Interpretation der Vergleiche.....	126
7	Synthese, Schlussfolgerungen und Empfehlungen	127
7.1	Synthese	127
7.1.1	Abdeckung der Nutzerbedürfnisse durch die Ergebnisse	127
7.1.2	Ermittelte Kennwerte und Modelle.....	129
7.1.3	Anwendungshinweise zu Transportintensitäten	131
7.1.4	Anwendungshinweise zu Regressionsmodellen	132
7.2	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	133
7.2.1	Schlussfolgerungen	133
7.2.2	Nutzung von Aufkommensraten für den Güterverkehr	135
7.2.3	Anpassungsbedarf bestehender Richtlinien/Normen	135
7.2.4	Weiterer Forschungsbedarf	136
	Anhänge.....	137
	Abkürzungsverzeichnis.....	208
	Literaturverzeichnis.....	209
	Projektabschluss	213

Zusammenfassung

Aufgabenstellung und Vorgehensweise

Im Vergleich zum Personenverkehr liegen für den Güterverkehr keine aktuellen und belastbaren Aufkommensraten für die Raum- und Verkehrsplanung vor. Das Forschungsprojekt hatte deshalb zum Ziel, nutzungsspezifische Kennwerte bzw. Aufkommensraten für den Güterverkehr zu ermitteln, welche in der Verkehrs- und Raumplanung genutzt werden können, insbesondere für die **Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens von Arealen und Einrichtungen** (und damit für die Ermittlung der Auswirkungen auf das umliegende Strassennetz, Leistungsfähigkeitsanalysen und als Grundlage für die Dimensionierung der Anlagen). Die Kennwerte bzw. Aufkommensraten wurden mit drei verschiedenen Methoden ermittelt: Auswertung nationaler Statistiken, Unternehmensbefragungen und Verkehrszählungen (kombiniert mit einer Erhebung von Strukturdaten). Die Kennwerte werden nach Tätigkeitsfeld (Distribution/Logistik, Produktion, Handel, Dienstleistungen) und Einrichtungstyp differenziert.

Anforderungen der Nutzer

Um die Forschungsergebnisse auf die Bedürfnisse der Praxis auszurichten, wurden zuerst die Anforderungen potenzieller Nutzer mittels einer Online-Befragung erhoben. Die potenziellen Nutzer zeigen besonderes Interesse für einfache Kennwerte, die eine Schätzung des Aufkommens in Tonnen bzw. Fahrten pro Tag ermöglichen. Zusätzlich werden Angaben zur Spitzenstunde gewünscht. Die Kennwerte sollen sich sowohl auf die Fläche als auch auf die Arbeitsplätze bzw. Vollzeitäquivalente (VZÄ) beziehen. Der Prognosehorizont umfasst sämtliche Zeiträume bis 20 Jahre und die Betrachtungsebene ist eher kleinräumig (von Einrichtung bis Areal). Eine Differenzierung zwischen Lastwagen, Lieferwagen und Personenwagen und Kleinfahrzeugen ist erwünscht. Erwartet wird eine hohe Genauigkeit der Kennzahlen mit Abweichungen nicht grösser als 10-20%. Die Segmentierung der Nutzungen soll aufgrund der Art der Einrichtung oder gemäss ihrer logistischen Funktion erfolgen. Kennwerte für Einrichtungen in der Logistik sowie im Handel und in der Industrie wecken bei den Befragten das grösste Interesse.

Kennwerte und Regressionen aus bestehenden Statistiken

Für die Ermittlung der Aufkommensraten im Güterverkehr einer Region wurden nationale Statistiken zum Güterverkehrsaufkommen sowie Daten zu Betriebsstätten herangezogen. Mit diesen Daten konnten drei Arten von Aufkommensraten berechnet und Regressionsmodelle für die Vorhersage der von einer Region erzeugten Menge in Tonnen pro Warenart entwickelt werden.

Arten von Aufkommensraten: Fahrten pro Vollzeitäquivalent (VZÄ) nach Branche, Tonnen pro VZÄ nach Branche und Tonnen pro Fläche in der Arbeitszone. Bei den Aufkommensraten in Fahrten pro VZÄ wird zwischen schweren und leichten Fahrzeugen unterschieden. Für Aufkommensraten in Tonnen war dies nicht möglich; dafür konnte dort zwischen Anziehung und Erzeugung des Güterverkehrs unterschieden werden. Die den Aufkommensraten zugrundeliegenden Statistiken sind nur bedingt zur Berechnung solcher Kennwerte geeignet und unterliegen verschiedenen Schwächen (z.B. Unsicherheiten bei der Zuordnung von Transporten zu den Branchen, denen die VZÄ angehören). Aus diesem Grund und weil es sich um aggregierte Daten handelt, sollten diese Kennwerte nur für die Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens von grösseren zusammenhängenden Gebieten verwendet werden.

Regressionsmodelle: Mithilfe der entwickelten Regressionsmodelle kann gestützt auf Daten zu Einwohnern und Arbeitsplätzen, welche kleinräumig und aktuell als Vollerhebung vorliegen, das Güterverkehrsaufkommen einer Region geschätzt werden. Für fast alle Warengruppen konnten Modelle mit einer zufriedenstellenden Güte ermittelt werden.

Kennwerte und Regressionen aus Befragung

Mittels einer Online-Befragung bei Betriebsstätten wurden Güterverkehrsaufkommen (Mengen, Fahrten) und Strukturdaten (Arbeitsplätze, Bruttogeschossfläche) sowie weitere Informationen (Verfügbarkeit Bahnanschluss, etc.) erhoben. Es wurden über 9'000 Betriebsstätten verschiedener Tätigkeitsfelder und Einrichtungstypen kontaktiert. Aufgrund der Komplexität der Befragung war die Rücklaufquote trotz Unterstützung durch zahlreiche Verbände beim Versand des Fragebogens niedrig. Nach Ausschluss von ungenügend ausgefüllten Fragebogen konnten rund 250 Fragebögen für die Ermittlung der Aufkommensraten und die Entwicklung von Regressionsmodellen berücksichtigt werden.

Transportintensitäten aus Befragung: Auf der Basis der ausgefüllten Fragebogen wurden vier Aufkommensraten für Einrichtungen (Fahrtenaufkommen pro VZÄ und pro 100 m² Bruttogeschossfläche sowie Mengenaufkommen in Tonnen pro VZÄ und pro 100 m² Bruttogeschossfläche) mit Differenzierung zwischen ein-/ausgehenden Lieferungen und mit/ohne Anschlussgleis ermittelt. Als Fahrten wird die Summe von LKW- und LW-Fahrten verstanden und als Mengenaufkommen die Summe des Aufkommens in Tonnen von Strasse und Schiene (für Standorte mit Gleisanschluss). Die Aufkommensraten wurden für 13 Einrichtungstypen berechnet, die zu den vier Tätigkeitsfeldern gehören. Die Aufkommensraten sind in 36 Tabellen dargestellt, eine für jede Differenzierungskombination. In jeder Tabelle werden der Medianwert, der Mittelwert sowie Informationen über die Verteilung der einzelnen Aufkommensraten (Standardabweichung, erstes und drittes Quartil) und der Stichprobenumfang wiedergegeben. Für jeden Einrichtungstyp wurde auch der Anteil der Transporte mit Lieferwagen bzw. Lastwagen ermittelt. Erwartungsgemäss ist die Streuung der Aufkommensraten innerhalb der einzelnen Einrichtungstypen sehr gross. Daher wird empfohlen, die Kennwerte mit Vorsicht zu verwenden und die Standardabweichung auf keinen Fall ausser Acht zu lassen. Es ist zweckmässig, die Aufkommensraten basierend auf verschiedenen Bezugsgrössen zu ermitteln, sofern die entsprechenden Strukturdaten zur Verfügung stehen. Ein Vergleich mit den Aufkommensraten aus anderen Untersuchungen zeigt eine grundsätzlich gute Übereinstimmung. Während die Übereinstimmung der Ergebnisse mit einer früheren Schweizer Untersuchung (SVI 1999/328) besonders gut ist, sind die ermittelten Werte im Vergleich zu ausländischen Quellen tendenziell niedriger, insbesondere bei Speditionshöfen und Umschlagsanlagen.

Regressionsmodelle: Zusätzlich zu den Kennwerten wurden 8 einfache Regressionsmodelle für die Vorhersage des Güterverkehrsaufkommens einer Einrichtung (sowohl in Fahrten als auch in Tonnen) in Abhängigkeit von der Betriebsgrösse (sowohl in VZÄ als auch in Bruttogeschossfläche) entwickelt. Diese können zur Ergänzung der Kennwerte für die Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens einer Einrichtung verwendet werden.

Kennwerte aus Verkehrszählungen

Mittels Verkehrszählungen an 8 konkreten Standorten und gleichzeitiger Erhebung von Strukturdaten wurden reale Aufkommensraten für Einrichtungen ermittelt, welche für die Validierung der Ergebnisse aus der Befragung herangezogen werden konnten. Mit den Verkehrszählungen konnten auch Wochen- und Tagesganglinien erstellt werden. Ein Vergleich mit den Ergebnissen der Befragung hat gezeigt, dass die Aufkommensraten aus der Befragung das reale Güterverkehrsaufkommen tendenziell unterschätzen.

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Mit den Ergebnissen dieser Forschungsarbeit liegen neue und aktuelle Aufkommensraten und Regressionsmodelle für die Abschätzung des Güterverkehrsaufkommen von Einrichtungen und Regionen vor, differenziert nach Tätigkeitsfeldern und Einrichtungen mit/ohne Anschlussgleis.

Es wird empfohlen, die ermittelten Aufkommensraten und Regressionsmodelle für die Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens in der Schweiz zu nutzen, wobei bei der Verwendung die Anwendungsmöglichkeiten und Anwendungsgrenzen zu berücksichtigen sind. Im Einzelfall muss geprüft werden, welche Kennwerte sich am besten eignen. Es empfiehlt sich, möglichst mehrere Methoden zu verwenden und die erheblichen Standardabweichungen bei der Interpretation zu berücksichtigen.

Bestehende VSS-Normen und Richtlinien, welche Aufkommensraten zur Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens enthalten, sollten aufgrund der Ergebnisse dieser Arbeiten aktualisiert werden.

In folgenden Themenfeldern sollten weitere Forschungsanstrengungen unternommen werden: Zusatzbefragungen für Tätigkeitsfelder und Einrichtungen mit geringer Stichprobe/Fallzahl (z.B. Umschlagsanlagen), eine Weiterentwicklung der Befragungsmethodik durch Vereinfachung des Fragebogens und weitere Anwendungen von Regressionsanalysen.

Résumé

Taux de génération de trafic dans le transport de marchandises et la logistique

Définition de la tâche

Contrairement au transport de personnes, il n'existe pas de Taux de génération actuels et fiables pour le transport de marchandises à des fins d'aménagement du territoire et de planification des transports. Le projet de recherche avait donc pour objectif de déterminer des valeurs caractéristiques ou des taux de génération de trafic marchandises spécifiques à l'utilisation, qui peuvent être utilisés dans la planification des transports et de l'aménagement du territoire, en particulier pour **l'estimation du trafic de marchandises sur des sites et des installations** (et donc pour la détermination des effets sur le réseau routier environnant, les analyses de performance et comme base pour le dimensionnement des installations). Les valeurs caractéristiques ou les taux de génération ont été déterminés à l'aide de trois méthodes différentes : Analyse des statistiques nationales, enquêtes auprès des entreprises et comptages de la circulation (combinés à une collecte de données structurelles). Les valeurs caractéristiques sont différenciées selon le domaine d'activité (distribution/logistique, production, commerce, services) et le type d'établissement.

Exigences des utilisateurs

Afin d'orienter les résultats de la recherche vers les besoins de la pratique, les exigences des utilisateurs potentiels ont d'abord été recueillies au moyen d'une enquête en ligne. Les utilisateurs potentiels se montrent particulièrement intéressés par des taux de génération simples permettant d'estimer le volume en tonnes ou en trajets par jour. De plus, des données sur les heures de pointe sont souhaitées. Les valeurs caractéristiques doivent se référer aussi bien à la surface qu'aux équivalents temps plein (ETP). L'horizon de prévision comprend toutes les périodes jusqu'à 20 ans et le niveau d'observation est plutôt petit (de l'établissement à l'aire/zone). Une différenciation entre les camions, les véhicules de livraison et les voitures et petits véhicules est souhaitée. Une grande précision des taux est attendue, avec des écarts ne dépassant possiblement pas 10-20%. La segmentation des utilisations doit se faire en fonction du type d'installation ou de sa fonction logistique. Les taux pour les installations dans la logistique ainsi que dans le commerce et l'industrie suscitent le plus grand intérêt auprès des personnes interrogées.

Valeurs caractéristiques et régressions à partir de statistiques existantes

Pour déterminer les taux de génération du transport de marchandises d'une région, nous avons utilisé des statistiques nationales sur le volume du transport de marchandises ainsi que des données sur les établissements. Ces données ont permis de calculer trois types de et de développer des modèles de régression pour prédire le volume en tonnes généré par une région par type de marchandises.

Types de taux de génération : Déplacements par équivalent temps plein (ETP) par secteur, tonnes par ETP par secteur et tonnes par surface dans la zone de travail. Pour les taux de génération en nombre de trajets par ETP, une distinction est faite entre les véhicules lourds et les véhicules légers. Pour les taux de génération en tonnes, cela n'a pas été possible ; en revanche, il a été possible de distinguer entre l'attraction et la production du transport de marchandises. Les statistiques sur lesquelles se basent les taux de génération ne se prêtent que partiellement au calcul de tels taux et sont sujettes à diverses faiblesses (par exemple, incertitudes quant à l'attribution des transports aux secteurs auxquels appartiennent les ETP). Pour cette raison et parce qu'il s'agit de données agrégées, ces valeurs caractéristiques ne devraient être utilisées que pour estimer le trafic de transport de marchandises de grandes zones contiguës.

Modèles de régression : les modèles de régression développés permettent d'estimer le volume de transport (en tonnes) de marchandises d'une région en se basant sur les

données relatives aux habitants et aux emplois, qui sont disponibles à petite échelle et sous forme de relevé complet. Des modèles d'une qualité satisfaisante ont pu être établis pour presque tous les groupes de marchandises.

Valeurs caractéristiques et régressions issues de l'enquête

Une enquête en ligne auprès des sites d'entreprises a permis de collecter des volumes de transport de marchandises (quantités, trajets) et des données structurelles (emplois, surface brute de plancher) ainsi que d'autres informations (disponibilité d'un raccordement ferroviaire, etc.). Plus de 9'000 sites d'entreprises de différents domaines d'activité et types d'établissements ont été contactés par poste. En raison de la complexité de l'enquête, le taux de réponse a été faible malgré le soutien de nombreuses associations lors de l'envoi du questionnaire. Après exclusion des questionnaires insuffisamment remplis, environ 250 questionnaires ont pu être pris en compte pour la détermination des taux de génération et le développement de modèles de régression.

Intensités de transport issues de l'enquête : Sur la base des questionnaires remplis, quatre taux de génération pour les établissements (volume de trajets par ETP et par 100 m² de surface brute de plancher ainsi que volume en tonnes par ETP et par 100 m² de surface brute de plancher) ont été déterminés avec une différenciation entre les livraisons entrantes/sortantes et avec/sans voie de raccordement. Par trajets, on entend la somme des trajets de voitures de livraison et de poids lourds et par volume, la somme des volumes en tonnes de la route et du rail (pour les sites avec raccordement ferroviaire). Les taux de génération ont été calculés pour 13 types d'établissements appartenant aux quatre domaines d'activité. Les taux de génération sont présentés dans 36 tableaux, un pour chaque combinaison de différenciation. Chaque tableau présente la valeur médiane, la moyenne, ainsi que des informations sur la distribution de chaque taux d'incidence (écart-type, premier et troisième quartiles) et la taille de l'échantillon. Pour chaque type d'établissement, la part des transports effectués en camionnette ou en camion a également été déterminée. Comme on pouvait s'y attendre, la dispersion des taux de génération au sein des différents types d'établissements est très importante. Il est donc recommandé d'utiliser les valeurs caractéristiques avec prudence et de ne jamais négliger l'écart-type. Il est judicieux de calculer les taux de collecte sur la base de différentes valeurs de référence, pour autant que les données structurelles correspondantes soient disponibles. Une comparaison avec les taux d'incidence d'autres études montre une bonne concordance générale. Alors que la concordance des résultats avec une étude suisse antérieure (SVI 1999/328) est particulièrement bonne, les valeurs obtenues ont tendance à être plus faibles par rapport aux sources étrangères, en particulier pour les sites d'expédition et les installations de transbordement.

Modèles de régression : en plus des taux de génération, 8 simples modèles de régression ont été développés pour prédire le volume de trafic marchandises d'une installation (aussi bien en trajets qu'en tonnes) en fonction de la taille de l'entreprise (aussi bien en ETP qu'en surface brute de plancher). Ceux-ci peuvent être utilisés d'une façon complémentaire aux taux de génération pour l'estimation du volume de transport de marchandises d'un établissement.

Valeurs caractéristiques issues des comptages de trafic

Des comptages de trafic sur 8 sites et la collecte simultanée de données structurelles ont permis de déterminer des taux de fréquentation réels pour les établissements, qui ont pu être utilisés pour valider les résultats de l'enquête. Les comptages de trafic ont également permis d'établir des courbes de variation hebdomadaires et journalières. Une comparaison avec les résultats de l'enquête a montré que les taux de génération issus de l'enquête ont tendance à sous-estimer le volume réel du transport de marchandises.

Conclusions et recommandations

Les résultats de ce travail de recherche fournissent des taux de génération et des modèles de régression nouveaux et actuels pour l'estimation du volume de transport de marchandises des institutions et des régions, différenciés selon les domaines d'activité et les institutions avec/sans voies de raccordement.

Il est recommandé d'utiliser les taux de génération et les modèles de régression pour estimer le volume de transport de marchandises en Suisse, en tenant compte des

possibilités et des limites d'application. Il convient d'examiner au cas par cas quels sont les paramètres les plus appropriés. Il est recommandé d'utiliser si possible plusieurs méthodes et de tenir compte des écarts-types considérables lors de l'interprétation.

Les normes et directives VSS existantes, qui contiennent des taux de génération pour l'estimation du volume de transport de marchandises, devraient être mises à jour sur la base des résultats de ces travaux.

Des efforts de recherche supplémentaires devraient être entrepris dans les domaines thématiques suivants : des enquêtes supplémentaires pour les secteurs d'activité et les installations à faible échantillon/nombre de cas (par ex. les terminaux de transbordement), un développement de la méthodologie d'enquête par une simplification du questionnaire et d'autres applications des analyses de régression.

Summary

Trip generation rates in freight transport and logistics

Task

In comparison to passenger traffic, there are no current and reliable generation rates for freight traffic for spatial and traffic planning. The research project therefore aimed to determine use-specific parameters or generation rates for freight traffic, which can be used in traffic and spatial planning, in particular for **estimating the freight traffic generation of sites and facilities** (and thus for determining the effects on the surrounding road network, performance analyses and as a basis for dimensioning facilities). The generation rates were determined using three different methods: Evaluation of national statistics, company surveys and traffic counts (combined with a survey of structural data). The rates are differentiated according to field of activity (distribution/logistics, production, trade, services) and type of facility.

User requirements

In order to align the research results with the needs of practice, the requirements of potential users were first ascertained by means of an online survey. The potential users show particular interest in simple parameters that allow an estimate of the volume in tons or trips per day. In addition, information on the peak hour is desired. The generation rates should refer to both the area and the jobs or full-time equivalents (FTEs). The forecast horizon covers all periods up to 20 years and the observation level is rather small-scale (from facility to area/site). A differentiation between trucks, vans, cars and small vehicles is desired. A high accuracy of the key figures with deviations of no more than 10-20% is expected. The segmentation of uses should be based on the type of facility or according to its logistical function. Key figures for facilities in logistics as well as in trade and industry arouse the greatest interest among the respondents.

Generations rates and regressions from existing statistics

In order to determine the freight transport generation rates of a region, national statistics on freight transport volume as well as data on business establishments were used. These data were used to calculate three types of freight rates and to develop regression models for predicting the quantity produced by a region in tons per type of goods.

Types of generation rates: Trips per full-time equivalent (FTE) by industry, tons per FTE by industry and tons per area in the work zone. For generation rates in trips per FTE, a distinction is made between heavy and light vehicles. This was not possible for generation rates in tons, where it was instead possible to distinguish between attraction and generation of freight transport. The statistics on which the generation rates are based are only suitable for calculating such parameters to a limited extent and are subject to various weaknesses (e.g. uncertainties in the allocation of transports to the sectors to which the FTEs belong). For this reason, and because the data is aggregated, these parameters should only be used to estimate the freight transport volume of larger contiguous areas.

Regression models: With the help of the regression models developed, the freight transport volume of a region can be estimated on the basis of data on inhabitants and FTE, which are available in small-scale and up-to-date complete surveys. For almost all commodity groups, models with a satisfactory quality could be determined.

Generation rates and regressions from the survey

Freight transport volumes (tons, journeys) and structural data (FTE, gross floor area) as well as other information (availability of rail connections, etc.) were collected by means of an online survey of business premises. More than 9'000 business premises in various fields of activity and facility types were contacted. Due to the complexity of the survey, the response rate was low despite the support of numerous associations in sending out the questionnaire. After excluding insufficiently completed questionnaires, about 250 questionnaires could be taken into account for the determination of the rates and the development of regression models.

Transport intensities from survey: On the basis of the completed questionnaires, four generation rates for facilities (trips per FTE and per 100 m² gross floor area as well as volume in tons per FTE and per 100 m² gross floor area) were determined with differentiation between incoming/outgoing deliveries and with/without siding. Journeys are understood as the sum of HGV and truck journeys and volume is understood as the sum of the volume in tons from road and rail (for locations with sidings). The generation rates were calculated for 13 facility types belonging to the four fields of activity. The rates are presented in 36 tables, one for each differentiation combination. In each table, the median value, the mean value and information on the distribution of the individual generation rates (standard deviation, first and third quartile) and the sample size are presented. For each facility type, the proportion of transports by van or lorry was also determined. As expected, the scattering of the transport rates within the individual facility types is very large. Therefore, it is recommended to use the key figures with caution and in no case to disregard the standard deviation. It is expedient to determine the revenue rates based on different reference values, provided that the corresponding structural data are available. A comparison with the generation rates from other studies shows a basically good agreement. While the agreement of the results with an earlier Swiss study (SVI 1999/328) is particularly good, the values determined tend to be lower in comparison with foreign sources, especially for haulage yards and transshipment facilities.

Regression models: In addition to the generation rates, 8 simple regression models were developed for the prediction of the freight traffic volume of a facility (both in trips and in tons) as a function of the facility size (both in FTEs and in gross floor area). These can be used to supplement the parameters for estimating the freight traffic volume of a facility.

Generation rates from traffic counts

By means of traffic counts at 8 specific locations and simultaneous collection of structural data, real traffic generation rates for facilities were determined, which could be used to validate the results from the survey. The traffic counts also made it possible to create weekly and daily hydrographs. A comparison with the results of the survey showed that the generation rates from the survey tend to underestimate the real freight traffic volume.

Conclusions and recommendations

With the results of this research work, new and up-to-date freight traffic rates and regression models are available for estimating the freight traffic volume of facilities and regions, differentiated according to fields of activity and facilities with/without sidings.

It is recommended to use the determined freight rates and regression models for the estimation of the freight traffic volume in Switzerland, whereby the application possibilities and application limits must be taken into account when using them. In each individual case, it must be examined which generation rates are best suited. It is recommended to use several methods if possible and to take into account the considerable standard deviations in the interpretation.

Existing VSS standards and guidelines, which contain generation rates for estimating freight traffic volumes, should be updated based on the results of this work.

Further research efforts should be undertaken in the following subject areas: Supplementary surveys for fields of activity and facilities with a low sample/case number (e.g. transshipment facilities), a further development of the survey methodology by simplifying the questionnaire and further applications of regression analyses.

1 Problemstellung

1.1 Ausgangslage

Als Kennwerte der Verkehrserzeugung werden «Rechenwerte» bezeichnet [1], mit welchen das Verkehrsaufkommen (z.B. Fahrten, Tonnen) durch Multiplikation mit Bezugswerten (z.B. Landflächen, Bruttogeschossflächen, Arbeitsplätzen, Beschäftigten) ermittelt werden kann. Das Verkehrsaufkommen kann damit für grössere zusammenhängende Gebiete (z.B. Zonen in Verkehrsmodellen), Areale und einzelne Anlagen ermittelt werden. Die Verkehrserzeugungsrate ist die Summe aller Bewegungsanfänge und -enden bezogen auf den betrachteten Verkehrserzeuger pro Zeiteinheit ([2]; [3]). Als Zeiteinheit wird üblicherweise ein Tag oder eine Stunde verwendet, wobei das Verkehrsaufkommen nicht konstant ist und für die Dimensionierung auch die Ganglinien zu berücksichtigen sind.

Die Verkehrserzeugungsraten im Güterverkehr werden von zahlreichen Faktoren beeinflusst wie der Flächennutzung (Industrie, Gewerbe, Büro, Wohnen, Hotel, etc.), der Nutzungsintensität oder -dichte (Vollzeitäquivalente pro m², etc.), dem Ausmass der Nutzungsmischung, den Logistik- und Transportstrategien der Verloader und Logistikdienstleister (z.B. Logistiksegmente gemäss Logistikmarktstudie, Frachtarten) sowie der Attraktivität der verkehrlichen Erschliessung (z.B. Verfügbarkeit Gleisanschluss, Nähe zu Freiverlad, Nähe zu KV-Terminal).

Bei Verkehrserzeugungsraten werden üblicherweise auch die unterschiedlichen Verkehrsmittel berücksichtigt (Lastenzüge/Sattelaufleger, Lastwagen, Lieferwagen, etc.). Für den Schienengüterverkehr werden kaum Güterverkehrserzeugungsraten verwendet, da das Schienengüterverkehrsaufkommen spezifisch vom Einzelfall abhängig ist und keine allgemeingültigen Verkehrserzeugungsraten ermittelt werden können. Ein Fokus auf Verkehrserzeugungsraten im Strassengüterverkehr ist aus dieser Sicht zweckmässig. Verkehrserzeugungsraten werden in der Verkehrs- und Raumplanung benötigt für die Arealplanung/-entwicklung, für die Anlagenplanung, für die Strassennetz- und Erschliessungsplanung sowie für die Verkehrsmodellierung. Dabei geht es darum, für bestehende und insbesondere auch künftige Nutzungen die Verkehrsnachfrage abzuschätzen, die verkehrlichen Folgen zu ermitteln und den Infrastrukturbedarf abzuleiten.

Das nationale Güterverkehrsmodell des ARE [4] stützt sich bei der Ermittlung der Güterverkehrsnachfrage auf ökonomische Faktoren und nicht auf klassische nutzungsbezogene Güterverkehrserzeugungsraten ab [4]. Kantonale und städtische Modelle arbeiten oft nur mit Mengen- oder Fahrtenmatrizen und haben kein oder nur ein vereinfachtes Verkehrserzeugungsmodell. Die Ermittlung der Güterverkehrserzeugungsraten sollte deshalb nicht auf die Modellierung, sondern auf die Nutzungs- und Anlagenplanung ausgerichtet werden.

Der Schweizerische Güterverkehr (mit Quelle und Ziel in der Schweiz, ohne Durchgangsverkehr) wird durch die Strasse dominiert (ca. 90% beim Aufkommen, ca. 60% bei der Transportleistung im Jahr 2017). Beim Strassengüterverkehr beträgt der Anteil der Fahrleistung des Schwerverkehrs 34% und der Anteil des Lieferwagenverkehrs 66%. Der Anteil des Lieferwagenverkehrs ist bei den Fahrleistungen in den letzten Jahren deutlich gestiegen, insbesondere in urbanen Gebieten. Festzustellen ist auch eine zunehmende Bedeutung von Kleinfahrzeugen (Personenwagen, Elektro-Scooter, Cargo-Bikes), welche heute jedoch statistisch nicht erfasst werden. Es ist deshalb notwendig, bei den Strassenverkehrserzeugungsraten zwischen verschiedenen Fahrzeugtypen zu unterscheiden.

Während für den Personenverkehr Verkehrserzeugungsraten für die Ermittlung der Verkehrsnachfrage und auch Konzepte für die Messung und Dokumentation von Verkehrserzeugungsraten [3] vorliegen, stellt sich die Situation beim Güterverkehr anders

dar. Beim Güterverkehr liegen einerseits längst überholte Verkehrserzeugungsraten aus den 1970/80er Jahren [5] und andererseits auch schon ältere, statistisch jedoch schwach abgestützte Verkehrserzeugungsraten vor (SVI 1999/328 Gesetzmässigkeiten des Anlieferverkehrs [6]). Die VSS NFK 6.03 Güterverkehrsanlagen und Intermodalität hat 2021 Normen zu Umschlaganlagen für den Strassengüterverkehr erarbeitet (VSS 71104, VSS 71105, VSS 671106). Die Norm VSS 71104 [7] enthält auch einen Abschnitt zur Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens. Für die Ermittlung der Güterverkehrsnachfrage wird die Verwendung von deutschen und teilweise schweizerischen Güterverkehrserzeugungsraten (aus [6]) empfohlen. Die Aufkommensraten aus Deutschland umfassen nicht nur Logistikanlagen, sondern auch Einkaufszentren, Bau- und Grossmärkte, Hotels, Büros. Bei Arealplanungen und Anlagenplanungen wird somit auf SVI 1999/328 [6] sowie Verkehrserzeugungsraten aus dem Ausland oder eigene Erfahrungswerte abgestützt. Die Übertragbarkeit der Verkehrserzeugungsraten auf die schweizerischen Rahmenbedingungen (z.B. bessere Bahnerschliessung) ist jedoch bisher nicht geprüft worden. Damit besteht in der Schweiz erheblicher Handlungsbedarf für die Herleitung aktueller und belastbarer Kennwerte für die Verkehrserzeugung im Güterverkehr und in der Logistik.

Vor diesem Hintergrund hat die SVI die Forschungsarbeit «Kennwerte der Verkehrserzeugung in Güterverkehr und Logistik» ausgeschrieben. Als Ergebnis werden nutzungsspezifische Kennwerte bzw. Aufkommensraten für den Güterverkehr erwartet, welche für die Verkehrs- und Raumplanung genutzt werden können. Dabei scheint es uns wichtig, auch die oben genannten Einflussfaktoren zu berücksichtigen bzw. den Geltungsbereich der Aufkommensraten zu bestimmen.

1.2 Ziele der Forschung und Abgrenzung der Untersuchung

1.2.1 Ziele der Forschung

Ziel des Forschungsprojektes ist es, nutzungsspezifische Kennwerte bzw. Aufkommensraten für den Güterverkehr zu ermitteln, welche in der Verkehrs- und Raumplanung genutzt werden können. Diese sollen vor allem für die Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens von Arealen und Gebäuden angewendet werden können. Sie sollen auch als Grundlage für die Dimensionierung der Anlagen, die Ermittlung der verkehrlichen Auswirkungen auf das umliegende Strassennetz und für Leistungsfähigkeitsanalysen dienen können.

1.2.2 Abgrenzung der Untersuchung

Diese Untersuchung ist inhaltlich, räumlich und zeitlich wie folgt abgegrenzt:

Inhaltliche Abgrenzung:

- Güterverkehrserzeugungswerte für die Nutzungs- und Anlagenplanung (die Modellierung steht nicht im Vordergrund);
- Güterverkehrserzeugungsraten für den Strassengüterverkehr (die Bahnerschliessung fliesst als Einflussgrösse ein). Dabei werden verschiedene Fahrzeugtypen unterschieden;
- Als Kenngrössen stehen Fahrten und Tonnen im Vordergrund;
- Als Bezugsgrössen stehen Beschäftigte (VZÄ) und Bruttogeschossflächen im Vordergrund;
- Die Segmentierung erfolgt nach Nutzungstypen (NOGA) und nach Anlagentypen (Büro, Hotel, Umschlaganlage, Speditionshof, Logistikzentrum, etc.);
- Der Fokus der Untersuchung liegt beim Güterwirtschaftsverkehr (kommerzieller Gütertransport). Der Serviceverkehr bzw. der Dienstleistungsverkehr mit Waren.

Räumliche Abgrenzung:

- Gesamte Schweiz und Regionen (MS-Regionen, Kantone und/oder Grossregionen) für die statistischen Analysen;
- Alle drei Sprachregionen der Schweiz für die Befragungen und Verkehrszählungen.

Zeitliche Abgrenzung:

- Die Datenanalysen erfolgen aufgrund der aktuellen Werte aus der GTS und der STATENT (Jahr 2018¹);
- Die Befragungen und Zählungen erfolgen 2021/2022 und beziehen sich auf dieselben Jahre Güterverkehrserzeugungswerte für die Nutzungs- und Anlagenplanung (die Modellierung steht nicht im Vordergrund).

1.3 Vorgehen und Methodenübersicht

1.3.1 Vorgehen

Die Bearbeitung des Forschungsprojektes erfolgte in 7 Arbeitspaketen.

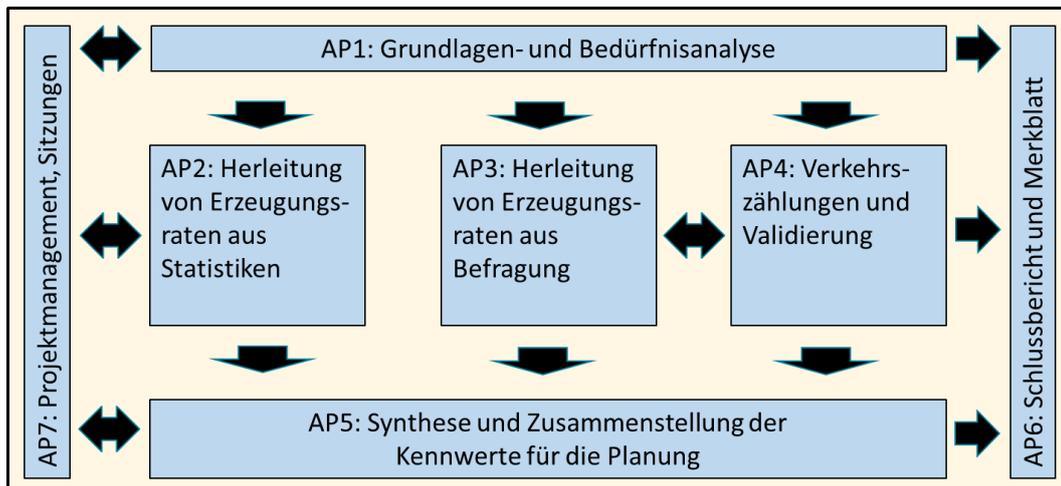


Abb. 1: Vorgehen der Untersuchung.

In einem ersten Arbeitspaket wurden die bereits bestehenden Grundlagen zum Thema aufbereitet und die Bedürfnisse der Nutzer der Kennwerte identifiziert. In den AP 2 bis 4 wurden die Kennwerte ermittelt und validiert. Im AP2 wurden generische Durchschnittswerte aufgrund von bestehenden Grundlagen/Statistiken ermittelt. Das AP3 stellte den Kern der Untersuchung dar. Die Befragung diente der Herleitung von nutzungsspezifischen Aufkommensraten. Im AP4 wurden die Kennwerte aufgrund von ausgewählten und typischen Fallbeispielen mit Verkehrszählungen validiert. Das Vorgehen und die Resultate wurden projektbegleitend in einem Bericht und einem SVI-Merkblatt dokumentiert (AP6). Im Rahmen von Sitzungen mit der Begleitkommission wurden Zwischenergebnisse präsentiert und Feedbacks aufgenommen (AP7).

¹ Die STATENT-Daten werden jeweils drei Jahre nach dem Bezugsjahr veröffentlicht, d.h. dass im Jahr 2021 die Daten zum Jahr 2018 publiziert wurden. Es werden Werte aus dem gleichen Jahr auch aus der Gütertransportstatistik (GTS) verwendet.

1.3.2 Methodenübersicht

Im Rahmen der Untersuchung wurde ein Mix von drei Methoden angewendet:

- Statistische Analysen (GTE, STATENT) für gebiets- und branchenbezogene Aufkommensraten;
- Standortbasierte Unternehmensbefragung nach Nutzungen und Anlagentypen;
- Fallbeispiele mit Verkehrszählungen zur Validierung der Aufkommensraten nach Nutzungen und Anlagentypen.

Den Kern der Untersuchung stellte die standortbasierte Unternehmensbefragung dar. Diese Methode hat sich in der internationalen Praxis bewährt und ist die meistangewandte Methode zur Datensammlung für die Ermittlung von Verkehrserzeugungsraten im Güterverkehr (siehe [8], [9]). Die Methode weist einige Vorteile auf:

- erhobene Kenngrößen stehen im direkten Zusammenhang mit der entsprechenden Nutzung. Mit anderen Methoden (wie z.B. Verkehrszählungen) können bei gemischten Nutzungen die erhobenen Verkehrsdaten nicht direkt den entsprechenden Nutzungen zugewiesen werden;
- es können sowohl erzeugte Fahrten als auch erzeugte Mengen erhoben werden;
- detaillierte Informationen zu den eingesetzten Fahrzeugtypen können erhoben werden;
- eine grobe zeitliche Differenzierung ist möglich (daraus ergeben sich Hinweise für den Tagesgang).

Für die Segmentierung der Nutzungen kommen unter anderem Detailhandel, Logistik, Produktion, Baugewerbe, Hotel/Restaurants, Gesundheitswesen/Spitäler in Frage. Die definitive Segmentierung der Nutzungen erfolgte unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Bedürfnisanalyse (vgl. Kapitel 3).

Die standortbezogene Befragung wurde durch zwei weitere Methoden ergänzt. Für die güterintensiven Nutzungen wurden branchenspezifische Kennwerte aufgrund von bestehenden Statistiken ermittelt (wie z.B. Metallindustrie oder Handel; siehe [10]). Mittels der allgemeinen Systematik der Wirtschaftszweige (NOGA) und der Gütertransportstatistik (GTS) ist es möglich, die erzeugten Transportmengen pro Arbeitsplatz und nach Schwerverkehr und Lieferwagen zu berechnen.

Schliesslich wurden zur Verifizierung Fallstudien mit Verkehrszählungen durchgeführt. Für jede untersuchte Branche wurde ein repräsentativer Standort ausgewählt, an welchem zusätzlich zur Befragung auch Verkehrszählungen durchgeführt wurden. Diese dienten dazu, die aufgrund der Befragungen ermittelte Kennwerte zu validieren. Zudem können Ganglinien erfasst werden. Die Fallbeispiele wurden dokumentiert und dienen als Vergleich für analoge Nutzungen.

Weitere Erläuterungen zu den verwendeten Methoden gehen aus den Kapiteln 3, 4, 5 und 6 hervor.

1.4 Wichtige Definitionen zu Kennwerten der Verkehrserzeugung

Gemäss SVI 2014/005 [1] sind Kennwerte im Zusammenhang mit dem Verkehrsaufkommen «Rechenwerte», mittels denen das Verkehrsaufkommen durch Multiplikation mit Bezugswerten (wie z.B. Bruttogeschossfläche, Arbeitsplätze, Beschäftigte) berechnet werden können. Es wird in der Untersuchung auch darauf hingewiesen, dass Kennwerte nur dann sinnvoll angewendet werden können, wenn nicht nur deren Wert, sondern auch möglichst viel über deren Geltungsbereich bekannt ist.

Gemäss SVI 2014/005 [1] ist der Kennwert der charakteristische Zahlenwert, der zur Berechnung des Verkehrsaufkommens in einem spezifischen Fall herangezogen oder direkt verwendet werden kann. Kennwerte liegen in Form von Einzelwerten oder bei Angaben von Spannweiten als Minimal- und Maximalwert vor.

1.4.1 Verkehrserzeugungsrate

Der im Projekttitel genannte Begriff «Verkehrserzeugungsrate» deckt nur einen Teil des Verkehrsaufkommens ab. Der Begriff «Verkehrsaufkommensrate» ist umfassender und deckt sowohl die Verkehrserzeugung als auch die Verkehrsanziehung ab. In der VSS-Norm VSS 40 015 [3] Verkehrserhebungen ist die Verkehrsaufkommensrate wie folgt definiert:

«Die **Verkehrsaufkommensrate** ist die Summe aller Bewegungsanfänge und -enden bezogen auf den betrachteten Verkehrsverursacher (z.B. Wohnung, Beschäftigter, Bruttogeschossfläche, Parkfeld usw.) pro Zeiteinheit.» [3]

Die Norm behandelt lediglich den Personenverkehr. Es wird zwischen Verkehrserzeugung und Verkehrsanziehung unterschieden:

- «Die Verkehrserzeugung (Quelle) und die Verkehrsanziehung (Ziel) sind die beiden Beziehungen (erzeugend oder anziehend), welche zwischen Verkehrsverursachern bestehen.» [3];
- Verkehrserzeugung
«Die Verkehrserzeugung ist die Summe der realisierten Bewegungsanfänge eines Bezugsgebiets (Zone, Einrichtung) pro Zeiteinheit» [3];
- Verkehrsanziehung
«Die Verkehrsanziehung ist die Summe der realisierten Bewegungsenden eines Bezugsgebiets (Zone, Einrichtung) pro Zeiteinheit» [3];
- Verkehrsaufkommen
«Ein Verkehrsaufkommen ist die realisierte Verkehrsnachfrage eines Bezugsgebiets pro Zeiteinheit als Summe aller Bewegungsanfänge und -enden. Ein Verkehrsaufkommen ist gleich der Summe von Verkehrserzeugung und Verkehrsanziehung» [3].

Im Güterverkehr umfasst jede Anlieferung und jede Auslieferung, die von einem Standort aus betrieben wird, 2 Fahrten. Um zwischen Fahrten aufgrund von Anziehung und solchen, die durch Erzeugung entstehen, unterscheiden zu können, ist es notwendig, zwischen den Transportrichtungen (= überwiegend beladene Transportrichtung) zu unterscheiden. Deshalb:

- Anzahl Fahrten in der Güterverkehrsanziehung
Die Anziehung ist gleich der Anzahl der Anlieferungen multipliziert mit zwei;
- Anzahl Fahrten in der Güterverkehrserzeugung
Die Erzeugung ist gleich der Anzahl der Auslieferungen multipliziert mit zwei.

Wir möchten dieses Konzept anhand eines Beispiels und einer Illustration verdeutlichen. In der Abb. 2 sind eine An- und eine Auslieferung dargestellt. In der Abbildung sind Fahrten mit einer Ladung mit einem gefärbten Pfeil dargestellt, solche ohne Ladung sind weiss. Bei einer Anlieferung (im Bild Betrieb A) gibt es einen Transport mit Ladung, der bei Betrieb A ankommt. Dort entlädt das Fahrzeug seine Ladung und fährt wieder ab. Es gibt also 1 Anlieferung und 2 Fahrten. Im Fall von Betrieb B hingegen fährt der Transport mit Ladung vom Betrieb ab und kehrt dann leer zurück. Auch in diesem Fall gibt es zwei Fahrten. Um zwischen Anziehung und Erzeugung unterscheiden zu können, ist es notwendig, zwischen Anlieferung (=Transport, der bei Ankunft im Betrieb überwiegend beladen ist, d. h. der Fall von Betrieb A) und Auslieferung (=Transport, der bei Verlassen des Betriebs überwiegend voll ist, d. h. der Fall von Betrieb B) zu unterscheiden. Ohne diese Unterscheidung wäre nicht nachvollziehbar, ob ein Standort mehr (beladene) Fahrten anzieht oder produziert, denn in beiden Fällen (Betrieb A und B) gibt es 2 Fahrten. Hat ein Standort z.B. 5 Anlieferungen und 7 Auslieferungen, so kann gezählt werden, wie viele Fahrten durch Anziehung ($5 \cdot 2 = 10$) und wie viele durch Erzeugung ($7 \cdot 2 = 14$) entstanden sind. Würden dagegen nur die Fahrten gezählt, so würden 24 Fahrten gezählt, ohne die Möglichkeit zu unterscheiden, wie viele Fahrten durch die Anziehung und wie viele durch die Erzeugung verursacht wurden. In diesem Bericht geht es nur um die Anzahl der Fahrten, nicht um die Anzahl der An- oder Auslieferungen.

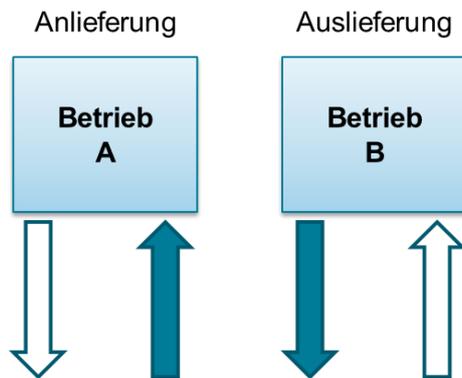


Abb. 2: Illustration einer An- und Auslieferung.

In der Literatur (siehe Kapitel 1.4.3) werden die erwähnten drei Größen zur Messung der Aufkommensraten zusammengefasst [11]. Das generierte Aufkommen (FTG, FG, STG, vgl. nachfolgende Tabelle) ist die Summe aus dem erzeugten Aufkommen (FTP, FP, SP) und dem angezogenen Aufkommen (FTA, FA, SA). Als Kenngrößen des Aufkommens werden Mengen (z.B. in Tonnen) und Fahrten verwendet.

Tab. 1 Unterscheidung der Aufkommenstypen [11]

Aufkommen	Generiertes Aufkommen	Erzeugtes Aufkommen	Angezogenes Aufkommen
Menge	Freight Generation (FG)	Freight Production (FP)	Freight Attraction (FA)
Güterverkehrs-fahrten	Freight Trip Generation (FTG)	Freight Trip Production (FTP)	Freight Trip Attraction (FTA)
Servicefahrten	Service Trip Generation (STG)	Service Trip Production (STP)	Service Trip Attraction (STA)

1.4.2 Transportintensitäten

Die Transportintensität ist wie die Aufkommensraten² ein Kennwert, der den erzeugten/angezogenen Güterverkehr in Verhältnis zu einer Bezugsgrösse (Fläche oder Arbeitsplätze) setzt (Definition gemäss UVEK [12]). Die Transportintensität einer Einrichtung *i* wird wie folgt berechnet:

$$\text{Transportintensität}_i = \frac{\text{Aufkommen}_i}{\text{Bezugsgrösse}_i}$$

Das Aufkommen kann dabei entweder als Menge (z.B. in Tonnen) oder als Anzahl der Fahrten ausgedrückt werden. Die Bezugsgrösse kann entweder die Fläche oder die Zahl der Arbeitsplätze der analysierten Einheit *i* darstellen.

1.4.3 Tätigkeitsfeld

Die Tätigkeitsfelder sind die Wirtschaftsbereiche, in die die Einrichtungstypen eingeteilt werden. In dieser Studie werden vier Tätigkeitsfelder betrachtet: Logistik, Handel, Produktion und Dienstleistungen. Die Begriffe Sektor und Branchen werden als Synonyme für Tätigkeitsfeld verwendet.

1.4.4 Einrichtungen

Die Einrichtungen sind die Unterkategorien der Tätigkeitsfelder. Für jedes Tätigkeitsfeld gibt es mehrere Einrichtungsarten (Einrichtungstypen). Standort und Betriebsstätte werden als Synonyme für den Begriff Einrichtung verwendet.

² Transportintensitäten und Aufkommensraten werden in dieser Studie synonym verwendet.

2 Stand der Forschung

2.1 Internationale Forschung

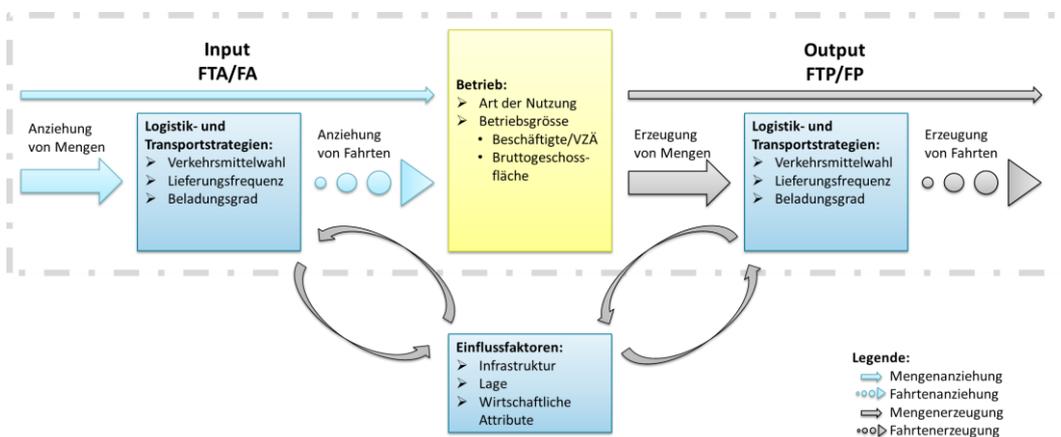
Wir präsentieren in diesem Kapitel eine Literaturübersicht zum Thema Verkehrsaufkommensraten im Güterverkehr. Das Ziel der Übersicht ist es, den aktuellen Stand der internationalen Forschung aufzuzeigen. Dabei wird die aktuelle Literatur analysiert, um die gängigen Kennwerte und Definitionen sowie die verwendeten Erhebungs- und Berechnungsmethoden zu erfassen, die sich bewährt haben.

Die Verkehrserzeugung ist – zusammen mit den drei weiteren Schritten Verkehrsverteilung, Verkehrsmittelwahl und Verkehrsumlegung – eine der vier traditionellen Berechnungsschritte zur Ermittlung der Verkehrsnachfrage. Die traditionellen vier Schritte werden sowohl in der Modellierung des Personen- als auch des Güterverkehrs eingesetzt. Zum Thema besteht daher eine breite Literatur, die eine grosse Heterogenität bezüglich Definitionen, Methoden und verwendeten Daten aufweist.

Nachfolgend wird der internationale Stand der Forschung thematisch behandelt.

2.1.1 Bodennutzung und Aufkommen

Abb. 3 stellt den Zusammenhang zwischen der Bodennutzung (betrachtet als wirtschaftliche Tätigkeit, die auf einer Landfläche stattfindet) und dem generierten Aufkommen in Mengen und Fahrten dar.



Quelle: eigene Darstellung angelehnt an Holguín-Veras et al. [9].

Abb. 3 Zusammenhang zwischen Bodennutzung und Aufkommenserzeugung/-anziehung im Güterverkehr

Entscheidend für die Aufkommengenerierung sind die Art der wirtschaftlichen Tätigkeit (Art der Nutzung), die auf der Fläche stattfindet, sowie die Grösse des Betriebs (Anzahl Beschäftigte/VZÄ oder Bruttogeschossfläche). Das generierte Aufkommen umfasst sowohl Anziehung (Input) als auch Erzeugung (Output). Während die Mengenanziehung/-erzeugung sich direkt aus der wirtschaftlichen Tätigkeit ergibt, hängt die Fahrtenerzeugung/-anziehung von den Logist- und Transportstrategien des Betriebs (oder des beauftragten Logistikunternehmens) ab. Die Verkehrsmittelwahl, die ausgewählte Lieferfrequenz und der Beladungsgrad sind dabei die wesentlichen Faktoren. Es ist wichtig, auch die relevanten Einflussfaktoren zu berücksichtigen, die einen direkten Einfluss auf das Fahrtenaufkommen haben. Ein externer Einflussfaktor ist zum Beispiel die Qualität der Bahnerschliessung (Verfügbarkeit Gleisanschluss, Nähe zu

Freiverlad, Nähe zu KV-Terminal): Je höher die Qualität (und die Nutzung) der Bahnerschliessung desto tiefer sind die Strassengüterverkehrserzeugungsraten.

2.1.2 Aufkommen

Das Aufkommen kann im Güterverkehr entweder als Anzahl Fahrten oder als Menge definiert werden (siehe Kapitel 1.4 und Kapitel 2.1.1). In der Literatur sind beide Aufkommensdefinitionen zu finden: das Fahrtenaufkommen wird in FTG-Modellen (Freight Trip Generation, FTG) ermittelt und das Mengenaufkommen in FG-Modellen (Freight Generation, FG). Die FG-Modelle beziehen sich auf das Aufkommen als Menge (z.B. als Gewicht, Wert oder Volumen) und stellen daher den physischen Ausdruck der Ströme des wirtschaftlichen Austausches dar [13]. Die FTG-Modelle beziehen sich hingegen auf den Verkehr, der nötig ist, um die generierten Mengen zu transportieren [13]. Während FG eine direkte Folge der wirtschaftlichen Tätigkeit ist, resultieren die erzeugten Fahrten (FTG) aus den logistischen Entscheidungen, wie – betreffend Beladungsgrad, Frequenz, eingesetzte Fahrzeuge, usw. – die erzeugte Menge (FG) transportiert werden soll (siehe auch *Abb. 3*). FTG ist somit von FG abhängig.

Je nach Anwendungszweck ist das mengen- oder fahrtenbezogene Aufkommen zweckmässiger. Für Mengenstromanalysen, die Evaluierung von alternativen Transportlösungen und die Machbarkeitsbeurteilung von Massnahmen zur Fahrtenreduktion ist FG (erzeugte Mengen) die richtige Kenngrösse. FTG (erzeugte Fahrten) ist hingegen die richtige Messgrösse, um die Auswirkungen auf den Verkehr einer Nutzung beurteilen zu können [13].

In der Literatur wird empfohlen, bei der Erhebung von Daten zur Verkehrserzeugung neben den Werten zu den Mengen (FG) und Fahrten (FTG), die sich direkt auf den Güterverkehr beziehen, auch Werte bezüglich zusätzlicher Servicefahrten (Service Trip Generation, STG) zu sammeln [11]. Werden die Servicefahrten (wie z.B. für Reparaturen) nicht separat erhoben, erhöhen diese die Anzahl Fahrten, die dem Güterverkehr zugerechnet werden. Eine saubere und präzise Definition und Trennung zwischen Güterfahrten und Servicefahrten ist daher notwendig, um Verzerrungen zu vermeiden.

In den meisten Studien ist der gesuchte Kennwert das generierte Aufkommen (FTG oder FG). In der Literatur wird empfohlen, dieses als Summe von zwei separaten Grössen, «erzeugtes» (FTP, FP) und «angezogenes» (FTA, FA) Aufkommen, zu ermitteln [11], [14]. Dies ist vor allem wichtig, wenn die Kennwerte mehrere Einflussvariablen einbeziehen. «Erzeugtes» und «angezogenes» Aufkommen werden von unterschiedlichen Faktoren (vgl. 2.1.5) beeinflusst und unterliegen somit unterschiedlichen Dynamiken [13]. Der hauptsächliche Nachteil einer separaten Berechnung der zwei Komponenten ist der höhere Erhebungsaufwand.

2.1.3 Methoden zur Ermittlung des Aufkommens

Holguín-Veras et al. [15] haben die in der Literatur eingesetzten Methoden zur Ermittlung des Verkehrsaufkommens zusammengestellt und die jeweiligen Vor-/Nachteile aufgelistet. Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick der Methoden.

Tab. 2 Methoden zur Ermittlung des Aufkommens.

Methoden	Vorteile	Nachteile
Zeitreihen	<ul style="list-style-type: none"> Erfordert für die gleiche Einrichtung mehrere Erhebungen im Laufe der Zeit. 	<ul style="list-style-type: none"> Wenig Einblick in Kausalität und begrenzte Möglichkeit zur Evaluation von verkehrlichen Auswirkungen
Kennwerte, Transportintensitäten	<ul style="list-style-type: none"> Einfach zu berechnen Geringe Datenanforderungen 	<ul style="list-style-type: none"> Verknüpft die Auswirkung der Unternehmensgrösse auf die FTG nicht, was zu erheblichen Fehlern führen kann
Input-Output	<ul style="list-style-type: none"> An die wirtschaftliche Tätigkeit gebunden Evaluation der Auswirkungen von Massnahmen dank Elastizitätskoeffizienten 	<ul style="list-style-type: none"> Braucht Identifizierung von Handelsströmen Umrechnung von Werten in Tonnen notwendig
Regressionsanalyse/-modelle (OLS)	<ul style="list-style-type: none"> Möglichkeit, Beziehungen in Bezug auf die Nachfrageerzeugung zu identifizieren; zur Prognose zukünftiger Nachfrage verwendbar zur Herstellung der Verknüpfung zwischen Variablen verwendbar 	<ul style="list-style-type: none"> Verletzung der OLS-Annahmen führen zu ungenauen Parametern, insbesondere bei aggregierten Daten
Räumliche Statistik (Erweiterung der Regressionsanalyse)	<ul style="list-style-type: none"> Verbessert die Modellgüte Eliminiert Probleme mit räumlicher Autokorrelation 	<ul style="list-style-type: none"> Wahl eines räumlichen Modells hängt von tatsächlichen Daten ab - > schwierig, im Voraus zu bestimmen, welche Struktur geeigneter ist.
Cross Classification Method (CCM)	<ul style="list-style-type: none"> Gute regionale Schätzungen Annahme der Linearität zwischen Variablen nicht notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> Kann zu Fehlern bei Verkehrsauswirkungsanalysen führen unabhängige Variablen evtl. doch nicht ganz unabhängig
Multiple Classification Analysis (MCA) (Erweiterung von CCM)	<ul style="list-style-type: none"> Kann die Nachteile von CCM überwinden 	<ul style="list-style-type: none"> umfangreiche und detaillierte Datenbank zur Entwicklung von Modellen notwendig Kann die zukünftige FG oder FTG überschätzen, wenn die Anzahl Beobachtungen nach Kategorie nicht angemessen ausgewählt wird

Quelle: Eigene Darstellung angelehnt an [15].

Die zwei Methoden, die in den Studien zu den Aufkommensraten im Vordergrund stehen, sind einfache konstante Raten/Kennwerte (z.B. Fahrten pro VZÄ) und Regressionsmodelle, die das generierte Aufkommen schätzen. Erstere sind einfach zu berechnen und brauchen nur eine begrenzte Datengrundlage. Da sie einfache Durchschnittswerte sind, können sie aber keine Auswirkungen der Betriebsgrösse und anderer Einflussgrössen gleichzeitig abbilden [15]. Da die Beziehung zwischen Verkehrserzeugung (vor allem FTG) und Unternehmensgrösse nicht linear [14], [16] ist und weitere Parameter als nur die Betriebsgrösse einen Einfluss auf das Aufkommen haben, kann der Einsatz von einfachen Raten/Kennwerte zu Verzerrungen führen.

Mit den Regressionsmodellen (OLS) ist es möglich, das Verkehrsaufkommen aufgrund von mehreren Variablen zu ermitteln. Dadurch kann den Einfluss von mehr Parametern aufgenommen und gleichzeitig modelliert werden. Je mehr Einflussvariablen in das Modell einbezogen werden, desto grösser ist der Datenbedarf. Diese Methode ist in der Lage, Beziehungen in Bezug auf die Nachfrageerzeugung zu identifizieren und ist zur Prognose zukünftiger Nachfrage verwendbar [15].

Eine dritte Methode, die in der Literatur oft erwähnt wird, ist die Multiple Classification Analysis (MCA) (siehe z.B. [17], [18]). MCA ist ein spezieller Typ von Varianzanalyse (englisch analysis of variance, kurz ANOVA). Für eine detaillierte Beschreibung dieser Methode siehe Guevara et al. [18].

2.1.4 Bezugsgrösse für die Kennwerte

Die Bezugsgrössen sind unterschiedlich bei den Studien, die einfache Raten/Kennwerten benützen (z.B. Fahrten pro Vollzeitäquivalent VZÄ, auch Transportintensitäten genannt) und denjenigen, die komplexere Methoden einsetzen, wie z.B. Regressionsmodelle.

Bei einfachen Raten/Kennwerten stehen als Bezugsgrössen Fahrten oder Mengen pro Arbeitsplatz (Beschäftigte oder Vollzeitäquivalente) oder pro Bruttogeschossfläche im Vordergrund [14], [19]–[21].

Bei komplexeren Methoden, wie zum Beispiel Regressionsmodellen, wird direkt das Aufkommen der Einrichtung oder des Stadtteils geschätzt (z.B. Fahrten pro Ladengeschäft). Dies, weil die spezifischen Einflussfaktoren der Einrichtung einbezogen werden können und damit das gesamte Aufkommen der analysierten Einrichtung/des Areals ermittelt werden kann (siehe z.B. [22]).

2.1.5 Einflussgrössen für Regressionsmodelle

Als Einflussgrösse steht die Betriebsgrösse [13], [14] im Vordergrund, die entweder durch die Anzahl Arbeitsplätze (Beschäftigte oder vollzeitäquivalente Arbeitsplätze), durch die Fläche des Betriebes (Arealfäche, Bruttogeschossfläche) oder beiden beschrieben wird. Die Anzahl vollzeitäquivalente Arbeitsplätze scheint als Merkmal der Betriebsgrösse einen engeren Zusammenhang mit dem Verkehrsaufkommen [21] zu haben. Während die Arbeitsplätze die Grösse und die Intensität einer wirtschaftlichen Tätigkeit widerspiegeln, ist die Betriebsfläche ein Mass für die physische Grösse, beschreibt aber nicht, wie intensiv die wirtschaftliche Tätigkeit ist.

Das Verhältnis zwischen Betriebsgrösse und Verkehrsaufkommen wurde in der Literatur weitgehend analysiert (z.B. [11], [13], [14], [23]). Es besteht eine gewisse Kausalität, aber die Beziehung ist nicht immer linear. Holguín-Veras et al. [16] haben gezeigt, dass nur in der Minderheit der Fälle (18%) die Beziehung zwischen der Anzahl Arbeitsplätze und dem Verkehrsaufkommen proportional ist. In den restlichen Fällen wächst das Verkehrsaufkommen entweder unterproportional oder unabhängig von der Betriebsgrösse. Einfache Kennwerte wie zum Beispiel Anzahl Fahrten pro Mitarbeiter führen somit oft zu verzerrten Ergebnissen [11].

Obwohl die meisten Studien die Betriebsgrösse als einzige Erklärungsvariable betrachten, gibt es – vor allem in der neueren Literatur – immer mehr Studien mit Regressionsmodellen, die weitere Einflussgrössen einbeziehen, was ihre Erklärungskraft erhöht [11], [14], [19]. Dabei werden unterschiedliche Charakteristika erfasst, die das Güterverkehrsaufkommen beeinflussen.

- **Infrastruktur:** verfügbare Parkplätze, Breite Zufahrtstrasse, Lagerfläche;
- **Lage:** Distanz zur nächsten Autobahn [22], Geschäftsdichte in der Umgebung, Bodenpreis, Bodennutzung;
- **Wirtschaftliche Attribute:** Branche/Sektor, Güterarten, Anteil Transportkosten an den Gesamtkosten.

Die Literatur befasst sich vor allem mit städtischen Nutzungen. Aus diesem Grund wird ein in der Schweiz wichtiger Faktor, das Vorhandensein von Anschlussgleisen, nicht untersucht.

2.1.6 Segmentierung

Eine saubere Abgrenzung der Nutzungen bedingt ein Klassifizierungssystem, also eine systematische Methode, Nutzungen oder Einrichtungen in vordefinierte Kategorien oder Klassen zu gruppieren (z.B. Wohnen, Gewerbe und Industrie).

Die Segmentierung der Nutzungen muss konsequent nach diesem System erfolgen. In der Literatur gibt es keine einheitliche Segmentierung der Nutzungen, was einer der Hauptgründe für die fehlende Übertragbarkeit der Kennwerte darstellt [24]. Die Segmentierungen sind sehr unterschiedlich und können sowohl auf Bauzonen basieren (wie z.B. Lawson et al. [25]) als auch auf einzelnen Betriebstypen (wie z.B. Muñuzuri et al. [26]) oder ganzen Branchen (wie z.B. Caspersen [14]).

Im Leitfaden für die Ermittlung von Verkehrsaufkommensraten im Güterverkehr weisen Holguín-Veras et al. [11] auf die Notwendigkeit hin, möglichst homogene Nutzungssegmente zu bilden. Die Betriebe innerhalb eines Segments sollen eine möglichst ähnliche Produktionsstruktur aufweisen.

2.1.7 Differenzierung nach Fahrzeugtypen

Die Verkehrserzeugungsraten werden selten nach Fahrzeugtypen differenziert (z.B. [15]). Die Differenzierung nach Fahrzeugtyp hat eine massive Erhöhung des Datenbedarfes zur Folge. Die Fahrzeuge werden meist nach Gewicht in zwei Fahrzeugtypen unterteilt (z.B. [23], [24], [27]), wobei die Grenze üblicherweise bei 3.5 Tonnen liegt.

2.1.8 Aggregierte / disaggregierte Daten

In der Literatur werden zwei Kategorien von Daten verwendet. Ein kleiner Teil der Studien stützt sich auf aggregierte Daten (wie z.B. [24]). Aggregierte Daten fassen eine Vielzahl von Einzelbeobachtungen (Betriebe) zusammen und werden auch als **Makrodaten** bezeichnet.

Die Mehrheit der Studien basiert jedoch auf disaggregierten Daten (z.B. [11], [27]). Disaggregierten Daten sind Informationen auf der untersten Ebene (Betrieb) und werden als **Mikrodaten** bezeichnet.

Die Berechnung von Verkehrsaufkommensraten aufgrund von aggregierten Daten erfolgt zum Beispiel aufgrund von Statistiken auf Kantons-/Bundesebene (Gesamt- Aufkommen auf Kantonsebene geteilt durch Anzahl Arbeitsplätze auf Kantonsebene). Mit disaggregierten Daten erfolgt die Berechnung hingegen aufgrund von Daten zu Aufkommen und Arbeitsplätzen der einzelnen Einrichtungen, die typischerweise durch Befragungen erhoben werden.

2.1.9 Erhebungsmethoden

Für die Sammlung von Mikrodaten werden unterschiedliche Erhebungsmethoden eingesetzt. Holguín-Veras et al. [8] haben in einer umfassenden Literaturübersicht die eingesetzten Methoden zur Datensammlung überprüft und diese grundsätzlich in fünf Kategorien eingeteilt:

- **Einrichtungsbasierte Erhebungen:** eine häufig verwendete Methode zur Erhebung von Daten über die Gesamtheit der LKW-Fahrten von/zu bestimmten Einrichtungen oder über die Art der Fracht, die be-/entladen wird. Dazu gehören die Spediteurs-, Lieferanten-, die Fahrer- und die Parkplatzbefragungen. Der wesentliche Vorteil dieser Methode ist die Möglichkeit, die Charakteristika der gesendeten/empfangenen Güter zu erheben. Der wesentliche Nachteil ist, dass die Routen des Transportes nicht erhoben werden, insbesondere bei der Befragung der Empfänger;
- **Fahrzeugsbasierte Erhebung:** Die Informationen zu den durchgeführten Fahrten werden durch das Fahrtenbuch oder GPS gesammelt. Es stehen somit zuverlässige

Informationen zu den vom Güterfahrzeug angefahrenen Standorten sowie Routendetails, Ankunfts- und Abfahrtszeiten, die benötigte Zeit für das Be-/Entladen etc. zur Verfügung. Diese Methode ist geeignet, wenn die genauen Routen der Transporte relevant sind. Sie ist hingegen nicht geeignet, wenn Informationen bezüglich der transportierten Güterart benötigt werden;

- **Querschnitterhebungen:** Befragungen oder Verkehrszählungen an einem Strassenquerschnitt (z.B. Zu-/Ausfahrt eines Quartiers oder Areals). Diese Methode kann für ein einzelnes Areal statistisch gesicherte Resultate liefern, ist aber für eine Hochrechnung/Generalisierung der Resultate mit statistischen Risiken verbunden;
- **Tourbasierte Erhebung:** einzelne Sendungen können entlang der Route dokumentiert werden. Als Alternative können die Datensammler mit den Fahrern mitfahren. Diese Erhebungsmethode erlaubt einen guten Überblick über die Logistikkette, ist aber sehr aufwändig, sowohl in der Konzeption als auch in der Durchführung.

2.1.10 Übertragbarkeit der Resultate

Die Erhebung und Auswertung von qualitativ guten Daten ist mit hohem Aufwand verbunden. Die statistische Signifikanz sowie die Genauigkeit der Kennzahlen nehmen mit der Anzahl gesammelter Daten zu. Im Idealfall sollten alle international gesammelten Daten zusammengeführt und zentral ausgewertet werden. Dabei ist jedoch folgendes zu beachten:

- Es besteht eine grosse Vielfalt an Rahmenbedingungen, die von Land zu Land, von Stadt zu Stadt und sogar von Quartier zu Quartier unterschiedlich sind [24];
- Es fehlen internationale Standards bezüglich der Klassifizierung der Nutzungen/Arbeitsbranchen [28].

Entsprechend sind Kennwerte oder Raten nur eingeschränkt übertragbar und mit dem Ausland vergleichbar.

2.1.11 Form und Darstellung der Resultate

Da die Resultate wegen der verschiedenen Nutzungen und Methoden in der Regel nicht vergleichbar sind, wird hier lediglich ein Beispiel pro Methode zur Illustration dargestellt. Die Resultate werden meist nach betrachteter Nutzung in tabellarischer Form dargestellt.

Verkehrsaufkommensraten

Als Beispiel werden die Resultate von Muñuzuri et al. [26] dargestellt. In dieser Forschung wurden die Aufkommensraten als Grundlage zur Bildung eines (Güter-) Verkehrsmodells ermittelt. Dazu wurde die Anzahl Lieferung (d.h. Anziehung) pro Einrichtung erhoben. Das Ergebnis sind einfache Durchschnittswerte von Verkehrsaufkommen pro Zeiteinheit (hier Tag) und Verkehrsverursacher (hier pro Nutzung).

Tab. 3 Beispiel für Verkehrserzeugungsraten (Verkehrsanziehung).

Nutzung	Anzahl Lieferungen pro Tag (Durchschnitt)
Apotheke	2
Blumenladen	1
Coiffeur	0.2
Parfümerie	0.5
Haushaltsgeräte	1.5
Deko/Geschenke	0.4
Hardware	1
Optiker	0.8
Discounter	1
Telefonzubehör	1
Bank	1
Bar	1
Fitnesscenter	1.5
Tabakgeschäft	0.2
Bäckerei	3
Pizzeria	0.4
Schmuckladen	1
Spielwarengeschäft	4
Zeitungskiosk	4
Möbelladen	0.6
Lederwarenladen	0.2
Souvenirladen	0.2
Kunstgeschäft	0.6
Sportladen	1.5
Grosser Kleiderladen	1
Kleiner Kleiderladen	0.2
Grosser Schuhladen	1
Kleiner Schuhladen	0.4
Kleines Lebensmittelgeschäft	1

Quelle: Muñuzuri et al. [23].

Regressionsanalyse

Als Beispiel für die Anwendung einer Regressionsanalyse sind in der folgenden Tabelle die Ergebnisse der Studie von Caspersen [14] zusammenfasst. In der Studie wurden vier Modelle geschätzt: eines je Sektor/Nutzung (Bau, Herstellung von Gütern, Einzelhandel) und eines für alle Sektoren/Nutzungen gemeinsam. Für jedes Modell wurden eine Konstante (d.h. der Achsenabschnitt) und die Koeffizienten für jede Erklärungsvariable (wie z.B. Arbeitsplätze) ermittelt. In diesem Fall wurden die Erklärungsvariable Arbeitsplätze und die abhängige Variable FTA (Freight Trip Attraction) logarithmiert.

F, R^2 und adj. R^2 sind Indikatoren für die statistische Modellgüte.

Tab. 4 Beispiel für Ergebnisse aus einer Regressionsanalyse.

	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4
	ln(FTA) Alle Sektoren	ln(FTA) Bau	ln(FTA) Industrie/Herstellung	ln(FTA) Einzelhandel
ln(Arbeitsplätze)	0.291**	0.877**	0.638***	0.693*
Intermediäre Unternehmen	0.223	2.438*	0.806	
intermediäre Unternehmen x ln(Arbeitsplätze)	0.17	-0.589	-0.255	
Güterintensiver Sektor	0.466			
Güterintensiver Sektor x ln(Arbeitsplätze)	0.022			
Transport-/Lagerfirma	1.850***			
Konstante	1.091**	-0.285	1.548***	1.032*
R ²	0.393	0.35	0.529	0.278
adj. R ²	0.379	0.293	0.514	0.259
F	22.67	7.693	18.59	21.86

*p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

Quelle: Caspersen [14].

Multiple Classification Analysis (MCA)

Als Beispiel für die Resultate aus einer MCA sind in der folgenden Tabelle die Resultate aus einer Studie von Lawson et al. dargestellt. Die Ergebnisse werden bei dieser Methode nach Betriebsgrößen-Klassen differenziert. Für jede Klasse und Zone sind die durchschnittlichen Verkehrsaufkommensraten in Fahrten pro Tag angegeben.

Tab. 5 Beispiel für Ergebnisse aus einer MCA.
Sachtransportfahrten pro Tag

Arbeits- plätze	Zentrale Geschäfts- viertel	Arbeits- zone	Misch- zone 1	Misch- zone 2	Misch- zone 3	Misch- zone 4	Alle Zonen
0-10	2.97	1.49	3.28	2.37	0.95	1.14	2.70
11-20	3.53	2.25	4.38	3.47	2.05	2.24	3.28
21-30	6.10	5.67	8.33	7.42	6.00	6.19	5.86

Quelle: Lawson et al. [25]

2.2 Stand der Forschung in der Schweiz

In der Schweiz fehlen aktuelle und umfassende Erhebungen zu Verkehrsaufkommensraten des Güterverkehrs. Dies im Gegensatz zu anderen europäischen Ländern (wie zum Beispiel Frankreich, siehe [29]). In diesem Bereich wurde bisher wenig Forschung betrieben und die verfügbaren Grundlagen sind entsprechend dürftig. Die wichtigsten Forschungen und Grundlagen zum Thema Güterverkehrserzeugung sind nachfolgend aufgeführt.

Gesetzmässigkeiten des Anlieferverkehrs

Die SVI-Forschung 1999/328 Gesetzmässigkeiten des Anlieferverkehrs [6] hat aufgrund von Expertengesprächen sowie einer Befragung Kenngrössen zur Verkehrserzeugung von Produktions-, Distributions- und Verkaufsanlagen ermittelt. Diese berücksichtigen sowohl schwere Güterfahrzeuge als auch Lieferwagen. Anlieferverkehre im Detailhandel und in Stadtzentren wurden nicht erforscht. Die Erhebungen hatten einen geringen Rücklauf und die resultierenden Verkehrserzeugungswerte weisen grosse Unsicherheiten auf.

Leitfaden zur Güterverkehrserschliessung der Stadt Zürich

Im Leitfaden zur Güterverkehrserschliessung der Stadt Zürich [30] sowie in der VSS Norm 71 104 (2021 publiziert) sind Hinweise zu Aufkommensraten enthalten. Beide Dokumente beziehen sich auf Grundlagen der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin. Diese gibt für 22 verschiedene Nutzungen Güterverkehrserzeugungsraten nach Beschäftigten und nach Bruttogeschossfläche an. Für gewisse Nutzungen sind aber sehr grosse Bandbreiten angegeben. Die Übertragbarkeit auf die Schweiz wurde bisher nicht untersucht.

Datenbank für Verkehrsaufkommensraten

Die VSS-Forschung 2005/203 [31] befasst sich mit der Einrichtung einer Datenbank zur Ermittlung von Aufkommensraten im Personenverkehr verschiedener Verkehrserzeuger. Es besteht kein Bezug zum Güterverkehr, eine ähnliche Methodik könnte aber grundsätzlich auch im Güterverkehr angewendet werden.

Norm SN 40 015A Verkehrserhebungen

Die Norm SN 40 015A [3] befasst sich mit Verkehrserzeugungsraten, ohne Bezug zum Güterverkehr. Trotzdem sind in der Norm Konzepte für die Messung und Dokumentation von Verkehrserzeugungsraten enthalten, die auch für die Messungen im Güterverkehr relevant sind.

Güterverkehrsintensive Branchen und Güterverkehrsströme in der Schweiz

Die Studie SVI 2009/003 [10] setzt sich mit güterverkehrsintensiven Einrichtungen und Güterverkehrsströmen auseinander. Gestützt auf bestehende Statistiken (wie die Gütertransporterhebung GTS, die Erhebung zum grenzquerenden Güterverkehr und anderen) identifiziert die Studie die Schlüsselbranchen für den Güterverkehr. Diese Schlüsselbranchen generieren insgesamt mehr als 80% des Gesamtaufkommens und werden in der Studie vertieft analysiert. Die Studie zeigt auf, wie die Transportmengen aus der Gütertransporterhebung (GTS) den wirtschaftlichen Tätigkeiten nach NOGA³ zugeteilt werden können. Für die vorliegende Studie ist SVI-Forschung SVI 2009/003 im Hinblick auf die Ermittlung der Kennwerte aus bestehenden Statistiken sehr wertvoll.

³ Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige.

Verfahren und Kennwerte zur Abschätzung von Verkehrswirkungen

Das Forschungsprojekt SVI 2014/005 [1] hatte die Beurteilung der bestehenden Kennwerte und Verfahren zur Abschätzung von Verkehrswirkungen und ihre Verbesserung zum Ziel. Betrachtet werden Kennzahlen zu den verkehrlichen Auswirkungen bei einer geänderten oder neuen Nutzung von Bauzonen⁴, unter anderen auch Transport/Umschlag/Logistik. Die Kennwerte beziehen sich auf das gesamte generierte Verkehrsaufkommen und unterscheiden nicht zwischen Personen- und Güterverkehr. In der Forschung wurden mehr als 400 Kennwerte gesammelt und beurteilt.

Qualität der Strassenanbindung von güterverkehrsintensiven Einrichtungen

Das VSS-Forschungsprojekt VSS 2011/806 «Qualität der Strassenanbindung von güterverkehrsintensiven Einrichtungen», [32] analysiert Konflikte und unerwünschte Wirkungen bei güterverkehrsintensiven Anlagen wie Kapazitätsengpässe, Verkehrssicherheitsprobleme bei den Zufahrtstrecken und negative Umweltwirkungen. Mittels Fallbeispielen wird die Verkehrsbelastung güterintensiver Einrichtungen evaluiert. Die Beispiele wurden so ausgewählt, dass sie eine grosse Bandbreite an Fällen abdecken. Jeder Standort wird detailliert charakterisiert, unter anderem auch mit Angaben bezüglich des generierten (Güter-) Verkehrs, der Anzahl Mitarbeiter und der Flächengrösse. Da nur 8 Fallbeispiele betrachtet werden, können daraus keine allgemein gültigen Aufkommensraten abgeleitet werden.

Gesetzmässigkeiten im Strassengüterverkehr und seine modellmässige Behandlung

Das SVI-Forschungsprojekt 49/96 «Gesetzmässigkeiten im Strassengüterverkehr und seine modellmässige Behandlung» [33] schlägt u.a. die Verwendung von Regressionen vor, um für 20 Warengruppen das Gesamtaufkommen pro Grossregion unter Verwendung der Anzahl der Beschäftigten pro Branche und der Bevölkerung als Erklärungsvariablen zu schätzen. Auf diese Weise lassen sich 20 Modelle erstellen, die zusammengenommen eine Schätzung des Aufkommens anhand von Arbeitsplätzen und Bevölkerung ermöglichen.

Schätzung des Verkehrsaufkommens durch Lieferdienste in Singapur und Zürich

Die Masterarbeit Schätzung des Verkehrsaufkommens durch Lieferdienste in Singapur und Zürich (Übersetzung des Originaltitels «Estimate of traffic generated by delivery services in Singapore and Zurich») [34] befasst sich mit der Berechnung der Anziehungsrates des Warenverkehrs durch die Bevölkerung aufgrund von Online-Shopping und Online-Lebensmittelbestellungen. Die Anziehung des Güterverkehrs wird auf Basis einer Umfrage in der Bevölkerung und einer Hochrechnung geschätzt.

2.3 Erkenntnisse aus der Literatur

Während in der Schweiz die Grundlagen lückenhaft sind, ist auf internationaler Ebene umfassende Literatur zum Thema Verkehrsaufkommensgeneration im Güterverkehr vorhanden. Das Thema wird mit zahlreichen Kombinationen aus Methoden (insbesondere Aufkommensraten, Regressionen, MCA) und unterschiedlichen Typen von Daten (aggregierte, disaggregierte, aus Befragungen, Verkehrszählungen und anderen Erhebungen) angegangen. Die drei für die vorliegende Studie ausgewählten Methoden

⁴ 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.

wurden auch in anderen Forschungsarbeiten angewendet. Besonders empfohlen werden darin die Regressionsanalysen mit disaggregierten Daten (z.B. aus Befragungen von Betrieben) [11].

Bei Studien zum güterverkehrlichen Aufkommen von Nutzungen sollte unbedingt zwischen zwei Grössen unterschieden werden: die Fahrten (FTG) und die Mengen (FG). Je nach Anwendungszweck der gesuchten Kennwerte ist die eine oder die andere Grösse geeignet. Um die verkehrlichen Auswirkungen einer bestimmten Nutzung abzubilden, ist FTG geeignet. Dabei muss beachtet werden, dass FTG sich nicht proportional zur Betriebsgrösse verhält. Hinter den FTG-Kenngrössen stecken logistische Entscheidungen der Betriebe, wie die von der Tätigkeit generierten Mengen (FG) transportiert werden sollen. Wenn der Fokus der Untersuchung auf den logistischen Prozessen liegt, sind FG-Kenngrössen sinnvoll.

Neben der Unterscheidung zwischen Mengen und Fahrten muss einem dritten Typ von Aufkommen Aufmerksamkeit geschenkt werden: den Dienstleistungsfahrten (mit und ohne Güter). Diese werden fälschlicherweise oft mit dem Güterverkehr vermischt. Dies stellt für die Ergebnisqualität ein Problem dar [11]. Für unsere Forschung impliziert dies zwei Dinge: Die Unterscheidung zwischen Güterverkehr- und Dienstleistungsfahrten muss klar definiert sein. Dieser Definition entsprechend, sollen in der Erhebung sowohl Güter- als auch Dienstleistungsfahrten erhoben werden. Dadurch können Fehler in der Berechnung von Aufkommensraten im Güterverkehr reduziert werden.

Die Betriebsgrösse (als Fläche oder in Arbeitsplätzen) ist die zentrale Einflussgrösse in praktisch allen FTP- und FG-Modellen [14], [19]. Die Betriebsgrösse stellt die wichtigste Erklärungsvariable bei den Regressionsanalysen und die Bezugsgrösse für die Aufkommensraten dar. Bei der Definition der funktionalen Form von Regressionen muss beachtet werden, dass die Beziehung zwischen Betriebsgrösse und Aufkommen (insbesondere FTG) nicht linear ist [16]. Die zugrunde liegenden Beziehungen müssen in der funktionalen Form der Regressionen beachtet werden [11]. Die nichtproportionale Beziehung zwischen FTP und Betriebsgrösse hat auch für die Kennwerte Implikationen. Da die Kennwerte einfache Durchschnittswerte sind, können sie die Effekte der Betriebsgrösse nicht wiedergeben und weisen daher eine begrenzte Aussagekraft auf.

Die Betriebsgrösse kann sowohl als Fläche oder in Arbeitsplätzen angegeben werden. In der Literatur zeichnet sich ab, dass die Arbeitsplätze ein besseres Merkmal für die Betriebsgrösse als die Fläche sind. Die Intensität einer Nutzung hat einen stärkeren Einfluss auf das Güterverkehrsaufkommen als die physische Betriebsgrösse. Die Anzahl an Arbeitsplätzen bildet diese Intensität besser ab. Aus demselben Grund sind auch die vollzeitäquivalenten Arbeitsplätze der Anzahl an Beschäftigten vorzuziehen.

Neben der Betriebsgrösse werden in den Regressionsanalysen weitere Einflussfaktoren als Variablen einbezogen. Die Anschlussgleise werden in keiner Studie als Einflussfaktor betrachtet. In der Schweiz sollte diese jedoch, insbesondere für Güterverkehrsanlagen, einbezogen werden.

Die Segmentierung der Tätigkeiten spielt in der Ermittlung der Kenngrössen eine zentrale Rolle. Die Homogenität der wirtschaftlichen Aktivitäten innerhalb der Segmentierungsgruppen trägt entscheidend zur statistischen Zuverlässigkeit der Ergebnisse bei. Dies muss bei der Segmentierung der Nutzung im Vordergrund stehen.

Die gewichtsbasierte Segmentierung der Fahrzeuge, die in der Literatur vorkommt, ist für die Schweiz nicht optimal. Falls eine Differenzierung gewünscht ist, muss die Segmentierung mit den potenziellen Nutzern anderer Fahrzeugkategorien abgestimmt werden (wie z.B. <3.5 t Lieferwagen; <7.5 t Kleinlast, schwerer Lieferwagen etc.; >7.5 t Lastwagen, Sattelschlepper etc.).

3 Anforderungen der Nutzer

3.1 Vorgehen

Ergänzend zur Literaturanalyse (vgl. Kap. 2) wurden die Bedürfnisse und Anforderungen der Nutzer von Aufkommensraten für den Güterverkehr ermittelt. Die ergänzende Erhebung diente dazu, deren Bedürfnisse besser zu verstehen und die Herleitung der Aufkommensraten besser auf die Anforderungen der künftigen Anwender auszurichten.

Ursprünglich war vorgesehen, gestützt auf einen strukturierten Interviewleitfaden 8 bis 10 Interviews mit Nutzern von Aufkommensraten durchzuführen. Es hat sich jedoch in Abstimmung mit der Begleitkommission gezeigt, dass mit einer Online-Umfrage die Bedürfnisse systematischer ermittelt und breiter abgestützt werden können.

Es wurden effektive und potenzielle Nutzer von Aufkommensraten im Güterverkehr aus der ganzen Schweiz befragt. Dabei wurden folgende Gruppen berücksichtigt:

- Die Mitglieder der Begleitkommission des Projektes (10 Personen); diese wurden direkt durch die Forschungsstelle angeschrieben;
- Eine Fokusgruppe aus ausgewählten effektiven oder potenziellen Anwendern: Verkehrsplaner, Raumplaner, Immobilienentwickler, Anlagenbetreiber, Vertreter von Logistik-/Transportunternehmen, Vertreter von kommunalen, kantonalen und nationalen Planungsbehörden (46 Personen); diese wurden direkt durch die Forschungsstelle angeschrieben;
- Freiwillige Teilnehmer aus den Mitgliederlisten der Verbände SVI (Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und -experten, Total ca. 600 Mitglieder) und VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute, Total ca. 40 Mitglieder der relevanten Normierungs- und Forschungskommissionen); der Versand des Links zur Online-Umfrage erfolgte über die Geschäftsstellen der Verbände. Bei den Mitgliedern der beiden Verbände war davon auszugehen, dass sich nur ein geringer Teil mit Aufkommensraten für den Güterverkehr befasst bzw. solche nutzt oder nutzen wird.

Die Online-Befragung besteht aus vier Teilen:

- Angaben zur interviewten Person;
- Heutige Praxis;
- Anforderungen an die zu ermittelnden Kenngrössen;
- Form und Eigenschaften des Produktes.

Der Zeitbedarf für das Ausfüllen des Fragebogens beträgt ca. 15 bis 20 Minuten.

Die Teilnahme an der Befragung war grundsätzlich anonym. Diejenigen Befragten, welche weitere Informationen zu den Resultaten der Forschung bekommen wollten, konnten ihre Kontaktdaten angeben. Rund 2/3 der Teilnehmer haben diese Möglichkeit genutzt.

3.2 Durchführung und Rücklauf der Nutzerbefragung

Die Online-Umfrage (zweisprachig Deutsch und Französisch) wurde im Dezember 2020 und Januar 2021 durchgeführt. Zur Erhöhung des Rücklaufs wurden die angeschriebenen Personen vor Ablauf der Umfrage nochmals erinnert. Der ursprüngliche Endtermin vom 23.12.2020 wurde auf den 06.01.2021 verlängert.

Insgesamt wurde der Link zur Online-Umfrage an ca. 690 Personen verschickt. 74 Personen haben den Online-Fragebogen ausgefüllt. Die Rücklaufquote ist mit 11% erwartungsgemäss tief, weil nur ein geringer Teil der angeschriebenen Personen bei den Verbänden SVI und VSS mit Güterverkehrsfragen zu tun hat. Alle Fragebogen sind vollständig ausgefüllt worden. Alle drei Sprachregionen sind abgedeckt, wobei mehr als 80% der ausgefüllten Fragebogen aus der Deutschschweiz stammen. Die Teilnehmenden sind vor allem für Planungsbüros (22%), für Kantone (20%), für Transport-/Logistikfirmen (19%) und Gemeinden (14%) tätig. Teilgenommen haben auch Personen, die beim Bund (9%), in Verbänden (4%) und Industrie-, Handelsunternehmen (4%) tätig sind.

Tab. 6 Institution der Teilnehmenden.

Institution/Organisation	Anzahl Teilnehmer	Anteil
Planungsbüro	16	22%
Kanton	15	20%
Transport-, Logistikfirma	14	19%
Gemeinde	10	14%
Bund	7	9%
Verband	3	4%
Industrie-, Handelsunternehmen	3	4%
Andere	6	8%
Total	74	100%

40% der Teilnehmenden sind in der Verkehrsplanung tätig, 23% im Transport/Logistik, 17% in der Raumplanung und 8% in der Arealentwicklung (Mehrfachnennungen möglich).

3.3 Ergebnisse aus der Nutzer-Umfrage

In diesem Kapitel werden die Erkenntnisse der Befragung zusammengefasst. Die detaillierten Ergebnisse in graphischer Form befinden sich im Anhang (ab Seite 139).

3.3.1 Ergebnisse zur heutigen Praxis

Typischer Anwendungsfall von Verkehrserzeugungsraten im Güterverkehr

Gemäss den Resultaten der Befragung von potenziellen Nutzern werden die Kennwerte in der heutigen Praxis hauptsächlich für die Abschätzung des Verkehrsaufkommens verwendet, insbesondere für die Evaluation der verkehrlichen Auswirkungen von Bauvorhaben sowie für die Planung der Verkehrserschliessung und die Dimensionierung von Umschlaganlagen verwendet. Weniger oft wird die Modellierung als typischer Anwendungsfall angegeben.

Heute verwendete Grundlagen für die Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens

Die Mehrheit der Befragten (62%) geben an, dass sie keine Abschätzungen vornehmen. Diejenigen, die das Güterverkehrsaufkommen schätzen, stützen sich auf eigene Erfahrungswerte (33%) und auf einfache Aufkommensraten (30%). Circa ein Viertel der Befragten verfügt über Modelle oder Tools (23%).

Diejenigen Befragten, welche Abschätzungen des Güterverkehrsaufkommens vornehmen, verwenden folgende Grundlagen:

- Normen⁵ und Leitfaden
 - VerBau (Bosserhoff) und FGSV Deutschland;
 - Leitfaden Stadt Zürich;
- (Verkehrs-) Modelle
 - Verkehrsmodelle (kantonal/national);
 - Aggregierte Methode Güterverkehr (AMG) des ARE (entwickelt im Rahmen Verkehrsperspektiven 2040 ARE);
 - Eigene statistische Modelle;
- Ad-hoc-Erhebungen
 - Verkehrserhebungen;
 - Befragungen;
 - Angaben von Dritten.

Betrachtungsebene für die Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens

Die potenziellen Nutzer geben an, dass sie heute das Aufkommen meist kleinräumig abschätzen, und zwar auf Arealebene (23% der Nennungen) und auf Ebene der einzelnen Einrichtung (22% der Nennungen). Weniger oft wird das Güterverkehrsaufkommen auf Ebene Stadt, Stadtteil oder Region geschätzt (je 16%). Grossräumige Schätzungen erfolgen vergleichsweise selten (8%).

⁵ Die VSS Norm 71104 «Planung und Projektierung von Umschlaganlagen für den Strassengüterverkehr: Grundlagen und externe Erschliessung» wurde erst Ende 2021 publiziert und stand bei der Durchführung noch nicht zur Verfügung.

3.3.2 Ergebnisse zu Anforderungen an die zu ermittelnden Kenngrössen

Benötigte Kennwerte des Aufkommens

Das generierte Aufkommen kann als Fahrten oder als Menge (z.B. Tonnen) ausgedrückt werden. Kennwert erster Priorität sind die Fahrten (35% aller Nennungen). Kennwert zweiter Priorität ist die in Tonnen ausgedrückte Menge (20% der Nennungen). Weniger bedeutend sind weitere Mengenangaben wie Sendungen, Volumen und Anzahl Paletten (je zwischen 10-14%). Wenig relevant scheint auch das in Wert (CHF) und Lademeter gemessene Aufkommen zu sein (je 3% der Nennungen).

Gewünscht werden jedoch Umrechnungsfaktoren von Fahrten in Mengen (zum Beispiel von Fahrten nach Tonnen).

Zeitliche Auflösung des Aufkommens

Das Aufkommen soll in Aufkommen pro Tag ausgedrückt werden (35% der Nennungen). Etwas weniger priorisiert werden das Aufkommen pro Stunde (20%) und pro Jahr (18%). Weniger Bedeutung wird dem Aufkommen pro Woche und pro Monat beigemessen (je etwa 10%).

Aufkommens-Ganglinien

Eine Mehrheit wünscht sich Aufkommens-Ganglinien, am liebsten die Tagesganglinie (41% aller Nennungen); dies vor allem, um Angaben zu den Spitzenstunden zu erhalten. Die Wochenganglinie wird weniger oft genannt (25%). Monats- und Jahresganglinie haben bei den potenziellen Nutzern eine niedrigere Priorität.

Genauigkeitsgrad des Aufkommens

Die potenziellen Nutzer sind sich bewusst, dass die Schätzungen mit einer gewissen Unsicherheit verbunden sind und wünschen sich eine Schätzung, die einerseits so genau wie möglich und andererseits auch realisierbar ist. Etwa die Hälfte aller Befragten hält eine Genauigkeit (Konfidenzintervall) von 10% für angemessen. Ein Fünftel aller Befragten sieht eine Genauigkeit von 20% als ausreichend an. Die benötigte Genauigkeit ist abhängig von der Projektphase. In früheren Projektphasen werden Schätzungen mit einer tieferen Genauigkeit als ausreichend angesehen.

Fahrzeugdifferenzierung des Fahrtenaufkommens

Die wichtigste zu erfassende Kategorie sind die schweren Fahrzeuge (Lastwagen Solo, Lastwagen mit Anhänger, schwere und leichte Sattelmotorfahrzeuge). Zusammengefasst erhalten diese Fahrzeuge insgesamt 57% aller Nennungen. Lieferwagen (16%), die Personenwagen (13%) und das Lastenvelo (10%) haben eine deutlich tiefere Priorität.

Gemäss mehreren Hinweisen wäre eine einfachere Fahrzeugdifferenzierung ausreichend und erwünscht. Gemäss den Kommentaren wäre eine Unterscheidung <3.5t bzw. >3.5t denkbar. In einem Kommentar wird die Berücksichtigung der Bahn gefordert. Aufgrund des unterschiedlichen Platzbedarfs wäre auch eine Differenzierung der Fahrzeugtypen >3.5t erwünscht (Lastwagen Solo, Lastwagen mit Anhänger, usw.)

Bezugsgrössen für das Aufkommen

Die Fläche als Bezugsgrösse für das Aufkommen erhält in der Befragung mit etwa 40% der Nennungen die grösste Bedeutung. Am meisten interessiert dabei die Bruttogeschosfläche (24% der Nennungen). Mit 32% der Nennungen stellen die Arbeitsplätze (Beschäftigte und Vollzeitäquivalente zusammen) ebenfalls eine wichtige Bezugsgrösse für die potenziellen Anwender dar. Als weniger bedeutend zeigen sich die Anzahl Arealnutzer (13%) oder die Kunden (12%).

Einflussfaktoren für das Aufkommen

Die Einflussfaktoren, die bei Aufkommenschätzungen betrachtet werden sollen, sind folgende (mehr als 10% aller Nennungen, geordnet nach abnehmender Anzahl Nennungen):

- die Bahnerschliessung mit Anschlussgleis;
- die Strassenerreichbarkeit;
- die Lage (z.B. Distanz vom Stadtzentrum);
- der Zonentyp (z.B. Arbeitszone, Mischzone etc.);
- die Regulierung (z.B. Lieferzeitfenster, sektorale Fahrverbote etc.);
- die verfügbare Lagerfläche am Standort.

Geringere Priorität wird der Anzahl am Standort basierter Fahrzeuge, der Funktion in der Lieferkette (Beschaffung, Distribution etc.), der am Standort vorhandenen Anlieferinfrastruktur (z.B. Rampen) und der Information, ob die Firma Heimlieferung anbietet, beigemessen.

Prognosehorizont für das Aufkommen

Keinem der vorgeschlagenen Prognosehorizonte wird eine höhere Priorität eingeräumt. Ein Prognosehorizont von 1 bis auf 5 Jahren erzielt etwa 21% aller Nennungen. Etwa gleich viele Nennungen erhält der Prognosehorizont 5 bis 10 Jahre, während der IST-Zustand (Gegenwart) 18% aller Nennungen erhält. Prognosen von über 20 Jahren werden weniger nachgefragt.

Segmentierung der Nutzungen

Je etwa 30% der Befragten geben die Art der Einrichtung und die logistische Funktion als wichtigste Segmentierungen der Nutzungen an. Weniger priorisiert werden die Segmentierungen nach wirtschaftlicher Tätigkeit (20%) und nach Zonenplan (18%).

Die Befragten weisen darauf hin, dass die Informationen zur Segmentierung der Nutzungen öffentlich zugänglich sein sollten. Sie wünschen sich auch aggregierte Werte (nicht nach Nutzung differenziert).

Relevante Sektoren

Alle Sektoren, bis auf den landwirtschaftlichen Sektor, werden von mehr als 65% der Befragten als relevant eingestuft. Eine speziell hohe Quote erreicht der Logistiksektor mit mehr als 90%. Der Landwirtschaftliche Sektor ist für die potenziellen Nutzer wenig relevant.

Für jeden Sektor, der als relevant eingestuft wurde, werden in den nächsten Abschnitten die jeweiligen Einrichtungen beurteilt.

Relevante Einrichtungen Industrie-/Produktionsanlagen

Für die Einrichtungen der Industrie-/Produktionsanlagen bestehen keine besonderen Präferenzen. Alle Einrichtungen weisen zwischen 30 und 55 Nennungen (bei 74 Befragten) auf. Die vier Einrichtungen, die am meisten Nennungen erhalten haben (je mehr als 40 oder 10% den Nennungen) sind:

- Anlage zur Herstellung von Nahrungsmitteln und Getränken;
- Anlage zur Herstellung von Baustoffen (Zement, Beton etc.);
- Anlage zur Herstellung von Gebrauchs- und Verbrauchsgütern;
- Anlage zur Herstellung von chemischen Erzeugnissen.

Relevante Einrichtungen Handel

Auch für die Einrichtungen im Handel gibt es keine besondere Präferenz. Einzig die Autohändler haben deutlich weniger Nennungen als andere erhalten. Die anderen Einrichtungen wurden jeweils mehr als 35 Mal (mehr als 10% der Nennungen) genannt:

- Einkaufszentrum;
- grossflächiger Einzelhandelsmarkt;
- Warenhaus (Hypermarkt);
- Möbelmarkt (z.B. Ikea);
- Discountmarkt;
- kleinflächiger Einzelhandelsmarkt.

Relevante Einrichtungen Logistik

Auch in der Logistik gibt es keine stark ausgeprägten Präferenzen unter den Befragten. Am meisten interessieren die Einrichtungen Lager Stückgut und Hubs der City-Logistik sowie Umschlaganlagen und nationale Warenverteilzentren. Etwas weniger, aber immerhin über 30 Nennungen, erzielen Deponien und Tanklager. Folgende Einrichtungen in der Logistik haben mehr als 10% aller Nennungen erzielt:

- Lager Stückgut (Konsumgut);
- Hubs in der City-Logistik;
- Umschlaganlage (Hafen, Terminal, Freiverlade);
- Nationales Warenverteil-/Distributionszentrum;
- Spedition (Speditionshof);
- Recyclinghof/Sammelstelle;
- Kehrlichtverbrennung.

Relevante Einrichtungen Gewerbe

Bei den Einrichtungen des Gewerbes interessieren Einrichtungen des Kleingewerbes am meisten (34 Nennungen, 28% aller Nennungen). Die weiteren Einrichtungen erhalten nur geringfügig weniger Nennungen. Das Gesamtbild ist somit undifferenziert: auf alle Einrichtungen entfallen etwa 20% der Nennungen oder mehr:

- Kleingewerbe (Gipserei, Malerei, Schlosserei, Elektro-/Sanitärinstallation etc.);
- Werkhof Tiefbau;
- Werkhof Hochbau;
- Instandhaltung von Fahrzeugen.

Relevante Einrichtungen Dienstleistungen

Das Gesamtbild ist auch bei den Dienstleistung-Einrichtungen undifferenziert: alle Einrichtungen erhalten mehr als 35 Nennungen. Am relevantesten sind publikumsorientierte Einrichtungen und Büros mit je etwa ein Viertel der Nennungen (je mehr als 40 Nennungen).

- publikumsorientierte Dienstleistungen (z.B. Banken, Poststellen);
- Büros;
- Gastronomie;
- Hotels.

3.3.3 Ergebnisse zu Form und Eigenschaften des Produktes

Die meisten potenziellen Nutzer wünschen einfache Kennwerte/Durchschnittswerte (43% aller Nennungen). Etwa ein Drittel der Befragten wünscht sich ein Berechnungstool. Etwa ein Viertel der Befragten hätte gerne eine Berechnungsformel (d.h. ein Regressionsmodell) aufgrund der wichtigsten Merkmale der Nutzung.

3.4 Synthese Nutzeranforderungen

In der Praxis werden heute mehrheitlich Erfahrungswerte und einfache Kennwerte benützt, um das Güterverkehrsaufkommen zu schätzen. Meistens werden die Schätzungen für Areale oder Einrichtungen durchgeführt.

In Tab. 7 sind die Erwartungen der potenziellen Nutzer zusammengefasst. In der letzten Spalte ist zudem die Eindeutigkeit der Resultate angegeben. Bei gewissen Fragen sind die Antworten sehr heterogen (mit «wenig eindeutig» gekennzeichnet), bei anderen gibt es eine klare Tendenz (mit «stark eindeutig» gekennzeichnet). Bei ersteren ist es schwierig, die häufigsten Antworten zu erkennen, entsprechend sind die Prioritäten der potenziellen Nutzer kaum identifizierbar.

Bei den einzelnen Sektoren⁶ wurden nur diejenigen Nutzungen aufgelistet, die am meisten Nennungen in ihrem Sektor oder mehr als 50% der möglichen Nennungen erreicht haben.

⁶ Logistik, Handel, Industrie-/Produktionsanlagen, Dienstleistungen und Gewerbe. Der landwirtschaftliche Sektor wird nicht weiter betrachtet, weil er von den Befragten als nicht relevant eingestuft wurde.

Tab. 7 Synthese der Anforderungen der Befragten.

Thema/Frage	Häufigste Antworten	Eindeutigkeit der Resultate
Aufkommen	Fahrten und Menge in Tonnen	Stark eindeutig
Zeiteinheit	Hauptsächlich pro Tag und pro Stunde (Spitzenstunde)	Stark eindeutig
Ganglinien	Tagesganglinie und Wochenganglinie	Stark eindeutig
Genauigkeitsgrad	Hohe Genauigkeit: 10-20%	Stark eindeutig
Fahrzeugdifferenzierung	Lastwagen, Lieferwagen, PW, Lastenvelos	Mässig eindeutig
Bezugsgrössen	Fläche (Bruttogeschossfläche und Arealfläche) sowie Beschäftigte/Arbeitsplätze (Beschäftigte und VZÄ)	Wenig eindeutig
Einflussfaktoren	Bahnerschliessung, Strassenerreichbarkeit, Lage (Distanz zum Zentrum), Zonentyp, Regulierung, Lagerfläche und Anzahl Fahrzeuge am Standort	Mässig eindeutig
Prognosehorizont	Gegenwart (Ist-Zustand), bis zu 5 Jahren, 5 bis 10 Jahre, 10 bis 15 Jahre, 15 bis 20 Jahre	Wenig eindeutig
Segmentierung der Nutzungen	Art der Einrichtung (z.B. Hotel, Büro, Gastronomie, Einkaufszentrum etc.), logistische Funktion der Einrichtung	Mässig eindeutig
Relevante Sektoren	Logistik, Handel, Industrie-/Produktionsanlagen, Dienstleistungen und Gewerbe.	Wenig eindeutig
Relevante Einrichtungen Logistik	Lager Stückgut (Konsumgut) Hubs in der City-Logistik Umschlaganlage (Hafen, Terminal, Freiverlade) Nationales Warenverteilzentrum Spedition (Speditionshof) Recyclinghof/Sammelstelle Kehrichtverbrennung	Wenig eindeutig
Relevante Einrichtungen Handel	Einkaufszentrum grossflächiger Einzelhandelsmarkt Warenhaus (Hypermarkt) Möbelmarkt (z.B. Ikea) Discountmarkt kleinflächiger Einzelhandelsmarkt	Wenig eindeutig
Relevante Industrie-/Produktionsanlagen	Anlage zur Herstellung von Nahrungsmitteln und Getränken Anlage zur Herstellung von Baustoffen (Zement, Beton etc.) Anlage zur Herstellung von Gebrauchs- und Verbrauchsgütern Anlage zur Herstellung von chemischen Erzeugnissen	Wenig eindeutig
Relevante Dienstleistungen	Publikumsorientierte Dienstleistungen (z.B. Banken, Poststellen) Büros Gastronomie	Wenig eindeutig
Relevante Gewerbe	Kleingewerbe (Gipserei, Malerei, Schlosserei, Elektro-/Sanitärinstallation etc.)	Wenig eindeutig
Form der Resultate	Einfache Kennwerte/Durchschnittswerte, Berechnungstool	Stark eindeutig

Die potenziellen Nutzer sind besonders interessiert an einfachen Kennwerten, welche die Schätzung vom Aufkommen in Tonnen/Fahren pro Tag ermöglichen. Zusätzlich sind Angaben zur Spitzenstunde gewünscht. Die Kennwerte sollen sich sowohl auf die Fläche als auch auf die Arbeitsplätze beziehen. Der Prognosehorizont umfasst sämtliche Zeiträume bis 20 Jahre und die Betrachtungsebene ist eher kleinräumig (Einrichtung bis Areal). Eine Differenzierung zwischen Lastwagen, Lieferwagen und Personenwagen wäre zweckmässig.

Erwartet wird eine relativ hohe Genauigkeit der Kennzahlen mit Abweichungen (Konfidenzintervall) nicht grösser als 10-20%. Die Segmentierung der Nutzungen soll aufgrund der Art der Einrichtung oder gemäss ihrer logistischen Funktion erfolgen. Die Einrichtungen in der Logistik sowie im Handel und in der Industrie wecken das grösste Interesse. Weniger Bedarf besteht für Einrichtungen des Gewerbes. Der Bedarf für Kennwerte in der Landwirtschaft ist gering.

Die Erkenntnisse zu den Nutzeranforderungen wurden bei den späteren Erhebungen so gut als möglich berücksichtigt.

4 Kennwerte und Regressionen aus bestehenden Statistiken

4.1 Bestehende Statistiken und mögliche Kennwerte

Wie aus der Literaturrecherche hervorgeht (Kap. 2), kann das durch Nutzung erzeugte Güterverkehrsaufkommen entweder durch Transportintensitäten oder ein Regressionsmodell geschätzt werden. Transportintensitäten setzen das Verkehrsaufkommen ins Verhältnis zu einer Bezugsgrösse und berücksichtigen nur eine Variable, während Regressionsmodelle die Beziehungen zwischen abhängigen und unabhängigen Variablen modellieren und dabei mehrere Variablen gleichzeitig berücksichtigen können. **Transportintensitäten** (= Aufkommensraten) sind einfach, aber ungenau, da sie nur eine Variable berücksichtigen (üblicherweise die Betriebsgrösse, siehe Kapitel 1.4 und [7]) können und andere Einflussfaktoren (wie z.B. Vorhandensein eines Anschlussgleises, Lagerfläche, Erreichbarkeit mit Schiene/Strasse, etc.) ignorieren.

Die Transportintensitäten sind einfache Kennwerte und bestehen aus zwei Elementen, nämlich einem Zähler, dem generierten Güterverkehrsaufkommen, und einem Nenner, der Bezugsgrösse, auf die sich das Aufkommen bezieht. Mit den vorhandenen Statistiken kann das Verkehrsaufkommen als Menge der beförderten Güter oder als Fahrten ausgedrückt werden. Gemäss den Anforderungen der potenziellen Nutzer (siehe Kap. 3) sind die Bezugsgrössen Arbeitsplätze und Fläche zu berücksichtigen. Damit ergeben sich grundsätzlich vier mögliche Kombinationen von Zählern und Nennern. Mit den vorhandenen statistischen Grundlagen lassen sich die folgenden drei Transportintensitäten berechnen:

- Menge [t] pro Arbeitsplatz (nach Branche);
- Fahrten pro Arbeitsplatz (nach Branche)⁷;
- Menge [t] pro Fläche in Industrie-/Gewerbezone [m²].

Die Kennzahl Fahrten/Fläche kann aufgrund fehlender Daten nicht berechnet werden.

Im Gegensatz zu Transportintensitäten können **Regressionsmodelle** das von einer Einrichtung erzeugte Aufkommen genauer abschätzen, da sie mehrere Einflussfaktoren gleichzeitig berücksichtigen. In unserem Fall könnten neben der Fläche und der Anzahl der Mitarbeiter des Unternehmens auch andere Informationen über die Einrichtung berücksichtigt werden, z. B. die Anzahl der Fahrzeuge oder ob ein Anschlussgleis vorhanden ist. Der grösste Nachteil der Regressionsmodellen besteht darin, dass grosse Datenmengen benötigt werden, um die Regressionskoeffizienten mit der nötigen Genauigkeit berechnen zu können. Um die Regressionsmodellen in einem konkreten Fall anwenden zu können, ist es ausserdem erforderlich, über Daten zu allen berücksichtigten Variablen zu verfügen.

In der folgenden Tabelle sind die für die Ermittlung der Kennwerte bzw. der Regressionsmodelle verwendeten statistischen Grundlagen beschrieben. Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, handelt es sich hierbei nur um aggregierte Daten, die für die Analyse auf nationaler oder regionaler Ebene konzipiert sind. Diese Tatsache muss bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

⁷ Unter den Fahrten in diesem Kapitel sind nicht die von einer Betriebsstätte erzeugten Fahrten zu verstehen, sondern die in einem Gebiet durchschnittlich von jedem VZÄ erzeugten Fahrten.

Tab. 8 *Verwendete statistische Grundlagen.*

Erhebung	Art der Statistik	Regionalisierungs- - grad	Periodizität	Details Erhebung	Relevante Grössen
Erhebung leichte Nutzfahrzeuge (LWE) [35]	Stichproben- erhebung	Grossregionen	Ab 2013 alle 10 Jahre geplant	<ul style="list-style-type: none"> • Stichprobenerhebung bei den Haltern von in der Schweiz immatrikulierten leichten Güterfahrzeugen (<3.5t) • Brutto-Gütergewicht • Für eine Stichprobe im Umfang von rund 70'000 zufällig ausgewählten leichten Güterfahrzeugen wurden die während eines Tages erbrachten Fahrleistungen und transportierten Güter mittels Fragebogen einmalig im Verlauf des Jahres 2013 erhoben. • Die Teilnahme war für geschäftlich genutzte Fahrzeuge obligatorisch, für ausschliesslich privat genutzte Fahrzeuge fakultativ. • Die Kennzahlen der LWE-Statistik sind mit NOGA-Code verfügbar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrleistung total in Mio. Fzkm • Transportgut in 1000 t • Transportleistung in 1000 tkm • Fahrten (berechnet aus obigen Kenngrössen)
Gütertransporterhebung (GTE) [36]	Stichproben- erhebung	Grossregionen	Ab 2008 jährlich	<ul style="list-style-type: none"> • Stichprobenerhebung bei den Haltern von in der Schweiz immatrikulierten schweren Güterfahrzeugen (>3.5t) • Brutto-Gütergewicht • Für eine Stichprobe im Umfang von rund 8'500 zufällig ausgewählten schweren Güterfahrzeugen werden die während einer Woche erbrachten Fahrleistungen und transportierten Güter mittels Fragebogen einmalig im Verlauf des Jahres erhoben. Die Erhebung wird in allen 52 Wochen des Jahres durchgeführt, wobei die Zuordnung der Erhebungswoche je Fahrzeug nach dem Zufallsprinzip erfolgt. • Die Teilnahme ist obligatorisch. • Die Kennzahlen der GTE-Statistik sind mit NOGA-Code verfügbar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrleistung total in Mio. Fzkm • Transportgut in 1000 t • Transportleistung in 1000 tkm • Fahrten (berechnet aus obigen Kenngrössen)
Statistik der Unternehmensstruktur (STATENT) [37]	Synthesestatistik von Registerdaten	Stufe Gebäude	Ab 2011 jährlich	<ul style="list-style-type: none"> • STATENT basiert auf Daten des Registers der AHV sowie auf Informationen aus dem Unternehmens- und Betriebsregister des BFS • Die Auswertungseinheiten sind die Arbeitsstätte und das Unternehmen (institutionelle Einheit) <p>Erfasste Merkmale:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wirtschaftliche Tätigkeit (NOGA) • Anzahl Beschäftigte und Vollzeitäquivalente nach Geschlecht • Betriebsart (Hauptsitz / Filiale) • Rechtsform • Wirtschaftliche Ausrichtung (marktwirtschaftlich / nicht 	<ul style="list-style-type: none"> • Beschäftigte nach NOGA-Code • Vollzeitäquivalente nach NOGA-Code

				marktwirtschaftlich)	
Bauzonenstatistik Schweiz [38]	Synthesestatistik von Nutzungsplanungen der Gemeinden	Gemeinde	Ab 2017 alle 5 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> • Die Bauzonenstatistik gibt Auskunft über die Grösse und die räumliche Verteilung der Bauzonen in der Schweiz. • Als Grundlage für die Statistik dienen die am 1.1.2017 bei den kantonalen Fachstellen für Raumplanung verfügbaren Geodaten zur Nutzungsplanung der Gemeinden 	<ul style="list-style-type: none"> • Fläche Arbeitszonen
Statistik der Bevölkerung und der Haushalte (STATPOP) [39]	Synthesestatistik von Registerdaten	Stufe Gebäude	Ab 2010 jährlich	<ul style="list-style-type: none"> • STATPOP liefert Informationen zum Bestand und zur Struktur der Wohnbevölkerung am Jahresende sowie zu den Bevölkerungsbewegungen während des Kalenderjahres. Zusammen mit der Strukturerhebung bildet sie zudem die Grundlage für die Haushaltsstatistik 	<ul style="list-style-type: none"> • Anzahl Einwohner

4.2 Transportintensitäten

Die Transportintensität einer Einrichtung i wird wie folgt berechnet (siehe auch Kapitel 1.4):

$$\text{Transportintensität}_i = \frac{\text{Aufkommen}_i}{\text{Bezugsgrösse}_i}$$

Das Aufkommen kann entweder als Menge oder als Anzahl der Fahrten ausgedrückt werden. Die Bezugsgrösse kann entweder die Fläche oder die Zahl der Arbeitsplätze der analysierten Einheit i darstellen.

Die **Zahl der Arbeitsplätze** kann wiederum in Anzahl der Vollzeitäquivalente (VZÄ) oder Anzahl der Beschäftigten ausgedrückt werden. Mit den vorhandenen Statistiken ist beides möglich. VZÄ sind die Summe aller Stellen, wobei der Prozentsatz der Anstellung und nicht die Anzahl der einzelnen Mitarbeiter verwendet wird. Dies spiegelt die Arbeitsintensität in einem Unternehmen besser wider als die Anzahl der Beschäftigten. Aus diesem Grund werden wir in diesem Kapitel nur die VZÄ als Indikator für Arbeitsplätze verwenden.

Zur Berechnung der **Transportintensitäten pro Arbeitsplatz** haben wir folgende Grundlagen verwendet:

- **Aufkommen:** Fahrten oder Menge (in Tonnen)
Fahrleistungen und transportierten Güter nach Wirtschaftszweigen aus der GTE [36] und der LWE [35]. Die GTE und die LWE ermitteln Fahrleistungen und transportierten Güter der schweizerischen, schweren bzw. leichten Güterfahrzeuge. Fahrzeuge mit ausländischen Nummernschildern sind bei diesen Erhebungen nicht berücksichtigt⁸. Da die LWE-Daten aus dem Jahr 2013 stammen, wurden sie auf das Jahr 2018 hochgerechnet. Dazu wurden die vom BFS jährlich veröffentlichten Zeitreihen der GTE-Statistik verwendet [40];
- **Bezugsgrösse:** Arbeitsplätze als Vollzeitäquivalente
Anzahl Vollzeitäquivalente aus der STATENT [37] für das Jahr 2018.

Die Fahrleistungen und transportierten Güter sind in der GTE und LWE den wirtschaftlichen Tätigkeiten gemäss NOGA zugeteilt und können geografischen Regionen zugeordnet werden. Die Zuordnung zu einer NOGA-Kategorie ermöglicht es, eine Verbindung zwischen dem Verkehrsaufkommen und den VZÄ-Arbeitsplätzen herzustellen. Die Zuordnung eines NOGA-Codes zum Verkehr erfolgte durch das BFS und ist trotz einiger Ungenauigkeiten bei der Zuordnung eine sicherere und präzisere Methode als die von Stölzle et al. vorgeschlagene Methode [10], die den Verkehr über die Warengruppen mit verschiedenen Wirtschaftssektoren verknüpft.

Die Transportintensitäten pro VZÄ-Arbeitsplatz wurden zunächst für 21 sogenannte Abschnitte (nach der NOGA-Struktur) berechnet. Abschnitte sind Kategorien, die thematisch homogene Wirtschaftszweige zusammenfassen. Im Hinblick auf den Güterverkehr können diese aber auch sehr heterogen sein. Der Abschnitt, der die Logistikaktivitäten umfasst (Abschnitt «Verkehr und Lagerei»), beinhaltet zum Beispiel gleichzeitig Landverkehr, Schifffahrt und Luftfahrt. Um hier zumindest teilweise Abhilfe zu schaffen, haben wir die Transportintensitäten auf einer detaillierteren Ebene berechnet, d.h. für 88 sogenannte Abteilungen (wiederum nach der NOGA-Struktur)⁹. Darin werden die 21 Abschnitte in 88 Unterkategorien differenziert. Um bei dem Beispiel des Abschnitts

⁸ Die Bedeutung der Transporte mit ausländischen Nummernschildern wird im Kapitel 4.2.4 diskutiert.

⁹ Diese Daten müssen bestellt werden und sind auf der Internetseite vom BFS nicht erhältlich.

"Verkehr und Lagerei" zu bleiben, ist dieser in 5 Abteilungen unterteilt (Landverkehr, Schifffahrt, Luftfahrt, Lagerei und Post-/Kurier-/Expressdienste).

Das in Fahrten ausgedrückte Verkehrsaufkommen wurde berechnet, indem das Transportaufkommen (in Tonnen) durch die mittlere Beladung der Fahrzeuge (siehe **Abb. 4**) geteilt wurde. Letztere wurde ermittelt, indem die Transportleistung (tkm) durch die Fahrleistung (Fahrzeug-km) geteilt wurde. Bei den mittleren Beladungen sind somit die Leerfahrten berücksichtigt.

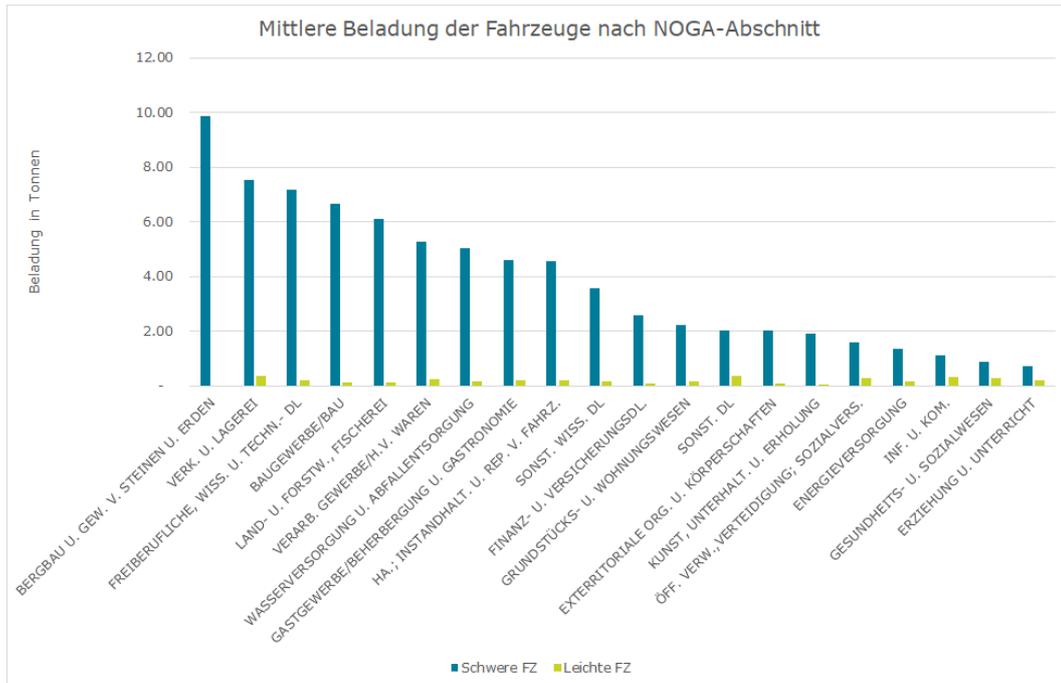


Abb. 4 Mittlere Beladung der Fahrzeuge nach NOGA-Kategorie.

Für die Berechnung der **Transportintensitäten pro Fläche** haben wir folgende Grundlagen verwendet:

- **Verkehrsaufkommen:** Menge in Tonnen
Güterströme (in Tonnen) zwischen den Grossregionen und dem Ausland von der GTE und der LWE. Die Daten werden jährlich veröffentlicht und erlauben es, zwischen Anziehung und Erzeugung zu unterscheiden. Transportleistung (in tkm) und Fahrleistung (in Fzkm) werden in der Statistik der Warenflüsse zwischen Grossregionen nicht ausgewiesen. Aus diesem Grund ist es nur möglich, die Menge pro Fläche und nicht die Anzahl der Fahrten pro Fläche zu ermitteln. Bei Warenflüssen ist es möglich, zwischen angezogenen (FP: Freight Production) und erzeugten (FG: Freight Generation) Mengen zu unterscheiden. Die angezogene Menge kann berechnet werden, indem sämtliche Mengen, die in die Grossregion eintreten, zur Hälfte des Binnenwarenflusses addiert werden. In ähnlicher Weise können die erzeugten Mengen berechnet werden, indem man die Mengen, die die betrachtete Grossregion verlassen, zur Hälfte der Mengen addiert, die innerhalb dieser Region transportiert werden.
- **Bezugsgrösse:** Fläche in m²
Bauzonenstatistik Schweiz, die lediglich auf Ebene Grossregion für das Jahr 2017 verfügbar ist.

4.2.1 Aufkommen in Tonnen pro VZÄ-Arbeitsplatz

Die Menge pro VZÄ-Arbeitsplatz wurde ermittelt, indem die Gesamtmenge, der in einer der 88 NOGA-Kategorien durchgeführten Transporte durch die Gesamtzahl VZÄ-Arbeitsplätze in der entsprechenden NOGA-Kategorie geteilt wurde. Daraus ergibt sich die durch jeden VZÄ-Arbeitsplatz erzeugte Transportmenge in Tonnen pro Jahr. Die Mengen pro Tag wurden aufgrund von 250 Arbeitstagen ermittelt, es handelt sich damit um Mengen pro Werktag. Um die Transportintensitäten aller Kategorien einheitlich anzugeben, werden diese in kg pro Werktag ausgedrückt. Ausserdem ist es aufgrund der grossen Bandbreite notwendig, eine logarithmische Skala zu verwenden. Damit können alle Kategorien in einem Diagramm dargestellt werden (siehe Abb. 5). Da es sich bei LWE und GTE um Stichprobenerhebungen handelt und die 88 Kategorien zahlreicher sind als in der Konzeption der Statistik vorgesehen, gibt es Kategorien, für die keine Transportleistung erfasst wurde. Für diese Kategorien sind somit keine Daten verfügbar.

Wenn man sowohl leichte als auch schwere Güterfahrzeuge betrachtet (Abb. 5), weisen insgesamt 69 NOGA-Abteilungen mehr als eine Beobachtung auf und die Aufkommensrate ist grösser als null. Der Durchschnitt für diese 69 Abteilungen liegt bei 602 kg/Tag pro VZÄ. Die Abteilung «Gewinnung von Steinen und Erden» erzeugt mit 16'935 kg pro VZÄ pro Tag das höchste Verkehrsaufkommen. Das täglich generierte Aufkommen in der Abteilung «Reparatur von Datenverarbeitungsgeräten» ist in Durchschnitt 1.25 kg pro VZÄ und damit das tiefste erzeugte Verkehrsaufkommen. Der Unterschied zwischen diesen Abteilungen ist damit beträchtlich.

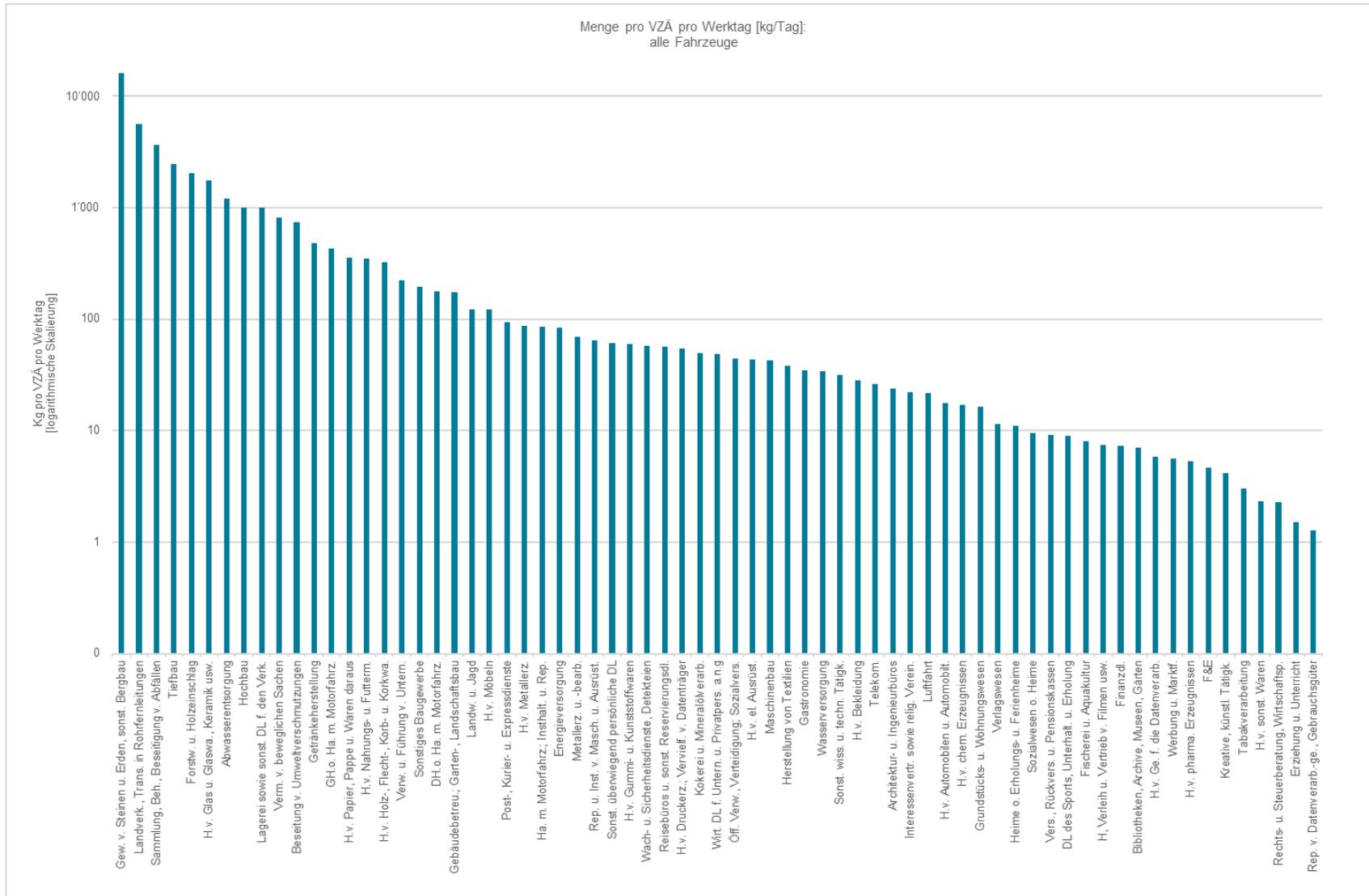


Abb. 5 Aufkommensraten: Menge (kg) pro Werktag pro VZÄ nach NOGA-Abteilung – alle Fahrzeugtypen.

Wenn man lediglich schwere Güterfahrzeuge betrachtet (Abb. 6), weisen insgesamt 51 NOGA-Abteilungen mehr als eine Beobachtung und damit Aufkommensraten grösser null auf. Mit 770 kg/VZÄ ist der Tagesdurchschnitt erwartungsgemäss etwas höher als bei der Betrachtung aller Fahrzeuge. Mit 16'935 kg/VZÄ ist die Abteilung «Gewinnung von Steinen und Erde» erneut diejenige mit dem höchsten täglichen Transportaufkommen. Es ist zu beachten, dass die Transporte dieser Abteilung ausschliesslich mit schweren Güterfahrzeugen durchgeführt werden. Der Unterschied mit der Abteilung, die am wenigsten Aufkommen generiert ist auch in diesem Fall beträchtlich. Die Abteilung «Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen» generiert 1.25 kg / VZÄ pro Tag.

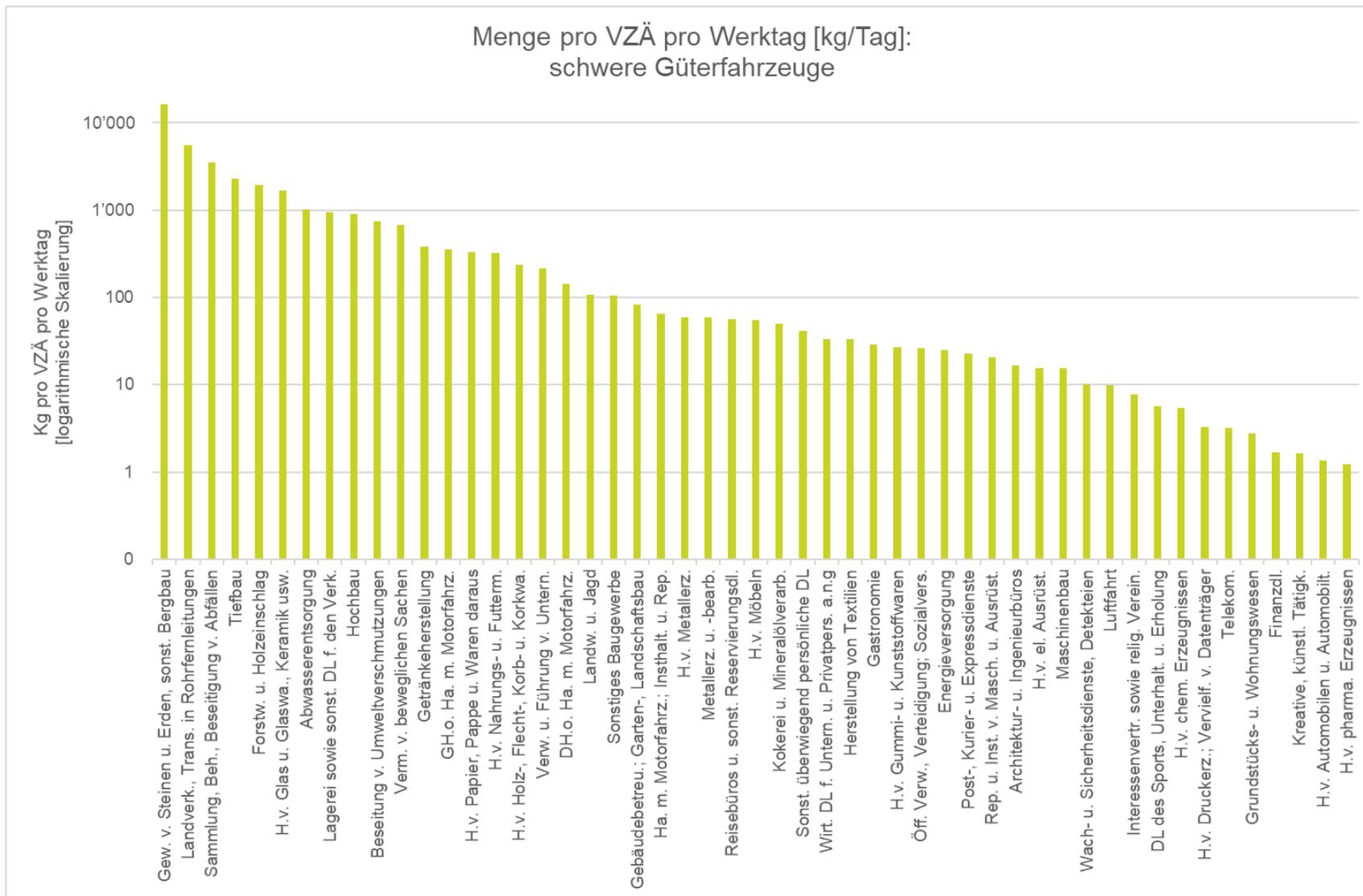


Abb. 6 Aufkommensraten: Menge (kg) pro Werktag pro VZÄ nach NOGA-Abteilung – Schwere Güterfahrzeuge.

Betrachtet man lediglich leichte Güterfahrzeuge (Abb. 7), weisen insgesamt 65 NOGA-Abteilungen mindestens eine Beobachtung und damit Aufkommensraten grösser null auf. Mit 35 kg/VZÄ ist der Tagesdurchschnitt erwartungsgemäss tiefer als bei der schweren Güterfahrzeugen. Auch der Unterschied zwischen den Extremen ist kleiner. Mit 202 kg/VZÄ ist die Abteilung «Abwasserentsorgung» diejenige mit dem höchsten täglichen Transportaufkommen. Die Abteilung «Erziehung und Unterricht» generiert hingegen nur 1.16 kg /VZÄ pro Tag.

Mit den Ergebnissen nach Fahrzeugkategorien lässt sich der Anteil des Transportaufkommens (in Tonnen) pro Abteilung berechnen, der mit leichten bzw. schweren Fahrzeugen abgewickelt wird.

Fasst man diese Ergebnisse gewichtet mit der pro Abteilung beförderten Menge zusammen, so ergibt sich, dass 94% aller transportierten Mengen mit schweren Fahrzeugen und nur 6% mit leichten Fahrzeugen befördert werden.

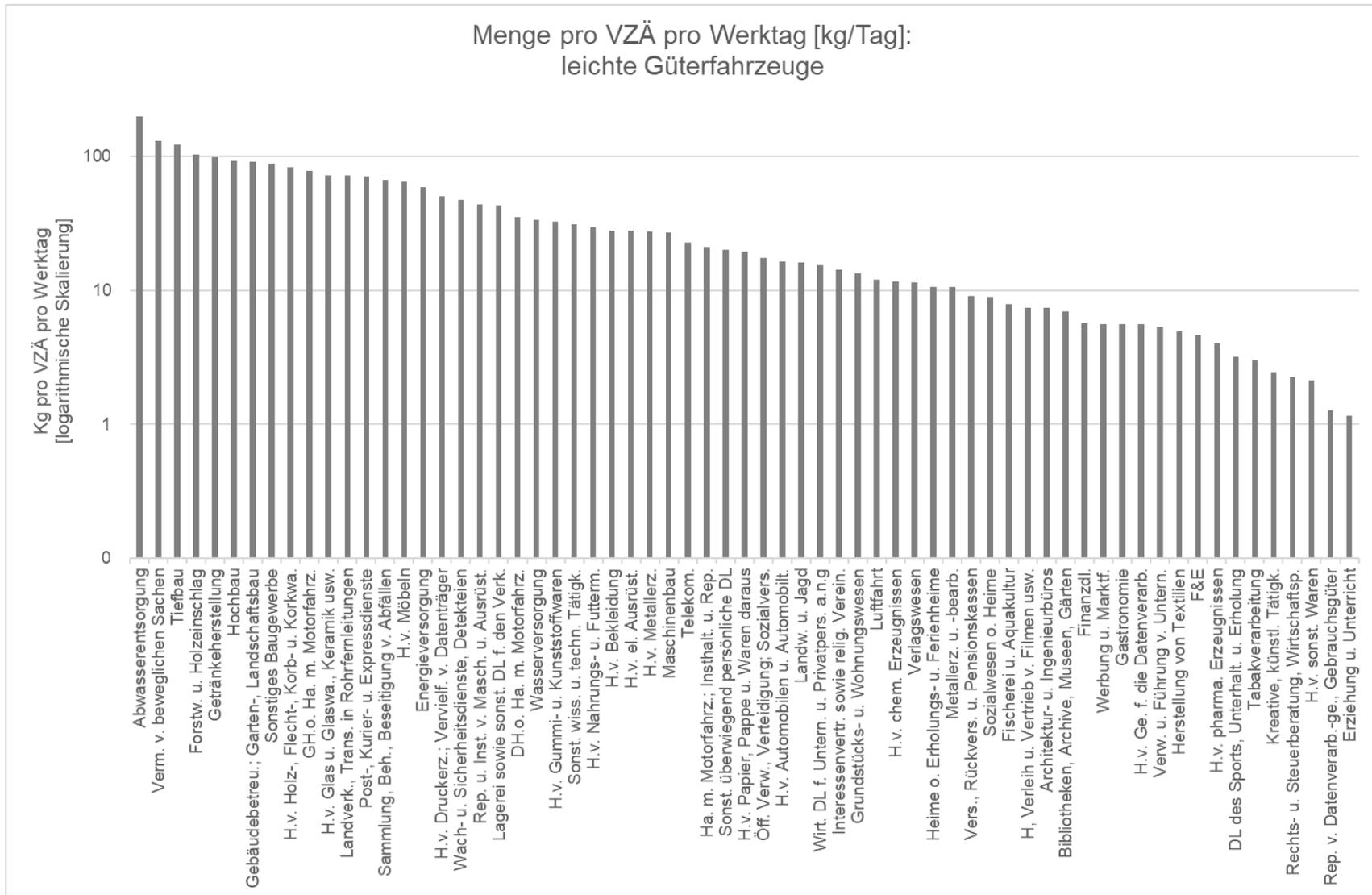


Abb. 7 Aufkommensraten: Menge (kg) pro Werktag pro VZÄ nach NOGA-Abteilung – leichte Güterfahrzeuge.

Die Aggregation der Abteilungen nach Tätigkeitsfeldern (vgl. später) ergibt aus statistischer Sicht aussagekräftigere Werte, da sie auf einer grösseren Anzahl von Beobachtungen beruhen als für eine einzelne Abteilung. Die Zusammenfassung mehrerer Abteilungen impliziert jedoch, dass die zugehörigen Aufkommensraten auch sehr unterschiedliche Wirtschaftszweige zusammenfassen. Es ist daher zu berücksichtigen, dass es sich bei den nach Tätigkeiten zusammengefassten Abteilungen um heterogene Gruppen handelt. Die Zuordnung der Abteilungen zu den Tätigkeitsfeldern ist im Anhang (Seite 150) dargestellt.

Die unterschiedlichen Aufkommensraten zwischen den Tätigkeitsfeldern gehen aus der Abb. 8 deutlich hervor. Auch ist die Vorherrschaft der schweren Fahrzeuge deutlich zu erkennen. Die Logistik weist eine tägliche Aufkommensrate von knapp 2'200 kg/VZÄ aus, wobei 97% der Menge mit schweren Güterfahrzeugen und 3% mit leichten Güterfahrzeugen befördert werden. Das Tätigkeitsfeld der Produktion erzeugt mit 860 kg/VZÄ weniger als halb so viel Menge pro Tag wie die Logistik. Auch hier wird fast die gesamte Menge, nämlich 95% des Gewichtes, mit schweren Fahrzeugen transportiert. Handel und Dienstleistungen haben deutlich niedrigere Aufkommensraten. Jeder VZÄ-Arbeitsplatz im Handel erzeugt 232 kg pro Tag, im Dienstleistungssektor nur 45 kg. Generell lässt sich feststellen, dass der Anteil der schweren Fahrzeuge umso höher ist, je grösser die erzeugte Menge (als Gewicht) ist. Im Handel liegt der Anteil der schweren Fahrzeuge bei 81%, im Dienstleistungssektor bei 70%.

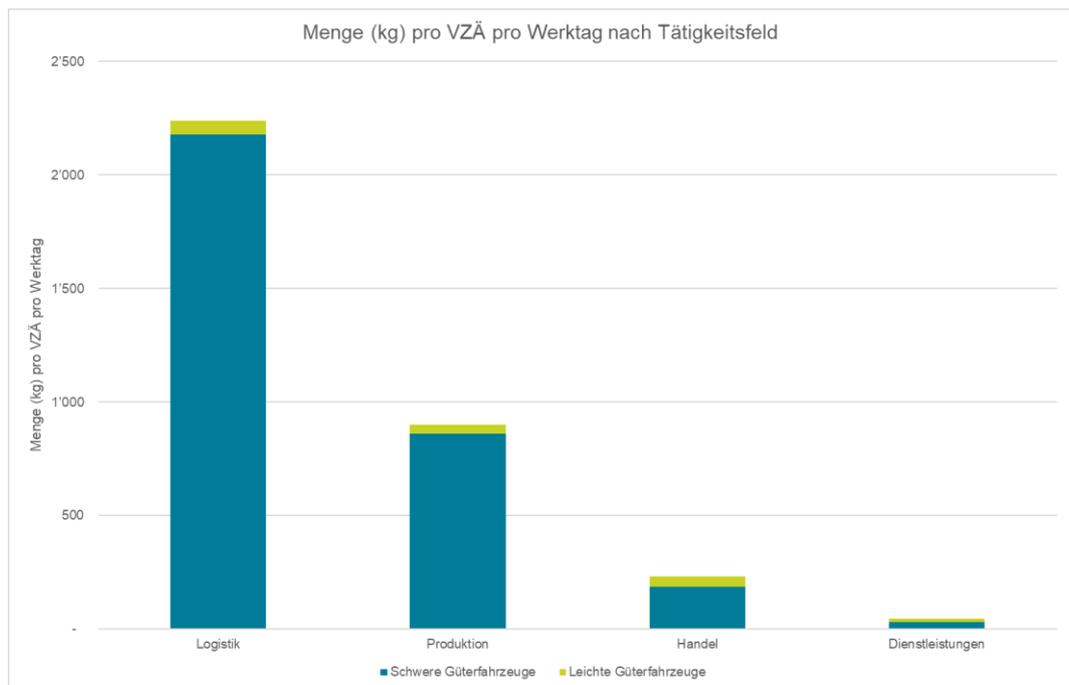


Abb. 8 Aufkommensraten: Menge (kg) pro Tag pro VZÄ nach wirtschaftlichem Tätigkeitsfeld – leichte und schwere Güterfahrzeuge.

4.2.2 Aufkommen in Fahrten pro VZÄ-Arbeitsplatz

Die Anzahl Fahrten pro VZÄ-Arbeitsplatz wurde ermittelt, indem die Anzahl Fahrten, in einer der 88 NOGA-Kategorien durchgeführten Transporte durch die Gesamtzahl VZÄ-Arbeitsplätze in der entsprechenden NOGA-Kategorie geteilt wurde (Abb. 9). Die Anzahl Fahrten ergibt sich nämlich aus der Division der beförderten Gesamtmenge (in t) durch die Mittlere Beladung (t/Fahrzeug). Die mittlere Beladung ergibt sich wiederum aus der Division der Transportleistung (in tkm) durch die Fahrleistung (in Fzkm). In der Transportleistung sind auch die Leerkilometer enthalten.

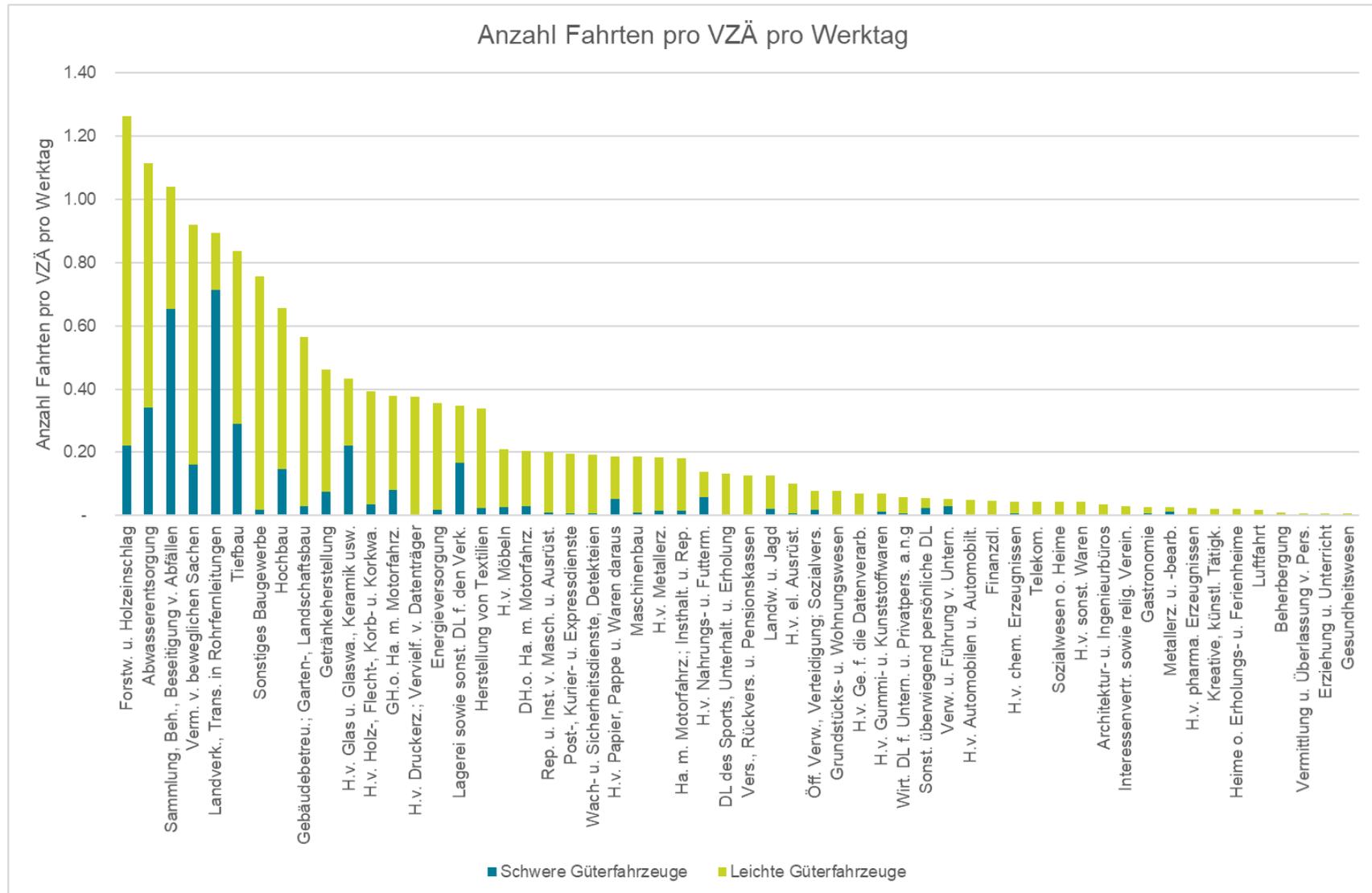


Abb. 9 Aufkommensraten: Anzahl Fahrten pro VZÄ pro Werktag: leichte und schwere Güterfahrzeuge.

Insgesamt weisen 56 NOGA-Abteilungen mehr als eine Beobachtung¹⁰ auf und haben somit eine Aufkommensrate grösser null. Im Durchschnitt erzeugt ein vollzeitäquivalenter Beschäftigter 0.26 Fahrten/VZÄ pro Tag. Die Extremwerte für Fahrten reichen von 1.26 Fahrten/VZÄ in der NOGA-Abteilung «Forstwirtschaft und Holzschlag» bis 0.005 Fahrten/VZÄ in den Abteilungen «Gesundheitswesen» und «Erziehung und Unterricht». Anteilsmässig werden die meisten Fahrten mit leichten Fahrzeugen durchgeführt, und zwar 84% im Durchschnitt über alle Abteilungen. Der Anteil des Schwerververkehrs liegt im Durchschnitt bei 16%, mit einem Spitzenwert von 80% für die Abteilung «Landverkehr und Transporte in Rohrfernleitungen».

Wie auch in Kapitel 4.2.1 haben wir die Abteilungen zu wirtschaftlichen Tätigkeitsfeldern zusammengefasst, um eine höhere statistische Aussagekraft zu erreichen (wenn auch auf Kosten der Homogenität der Kategorien). Aus der Abb. 10 ist ersichtlich, dass Logistik und Produktion eine ähnliche Anzahl von Fahrten pro VZÄ und Tag erzeugen, und zwar 0.48 bzw. 0.45 Fahrten/VZÄ. Der wesentliche Unterschied zwischen den beiden Tätigkeitsfeldern ist der Anteil des Transports mit schweren Fahrzeugen: während in der Logistik 62% der Fahrten mit schweren Fahrzeugen durchgeführt werden, sind es in der Produktion nur 42%. Der Handel erzeugt etwa halb so viele Fahrten pro Tag und VZÄ wie die Logistik und die Produktion, wobei 16% des Verkehrsaufkommens auf schwere Fahrzeuge entfallen. Der Dienstleistungssektor erzeugt 0.11 Fahrten pro Beschäftigte, wovon nur 11 % mit schweren Fahrzeugen durchgeführt werden.

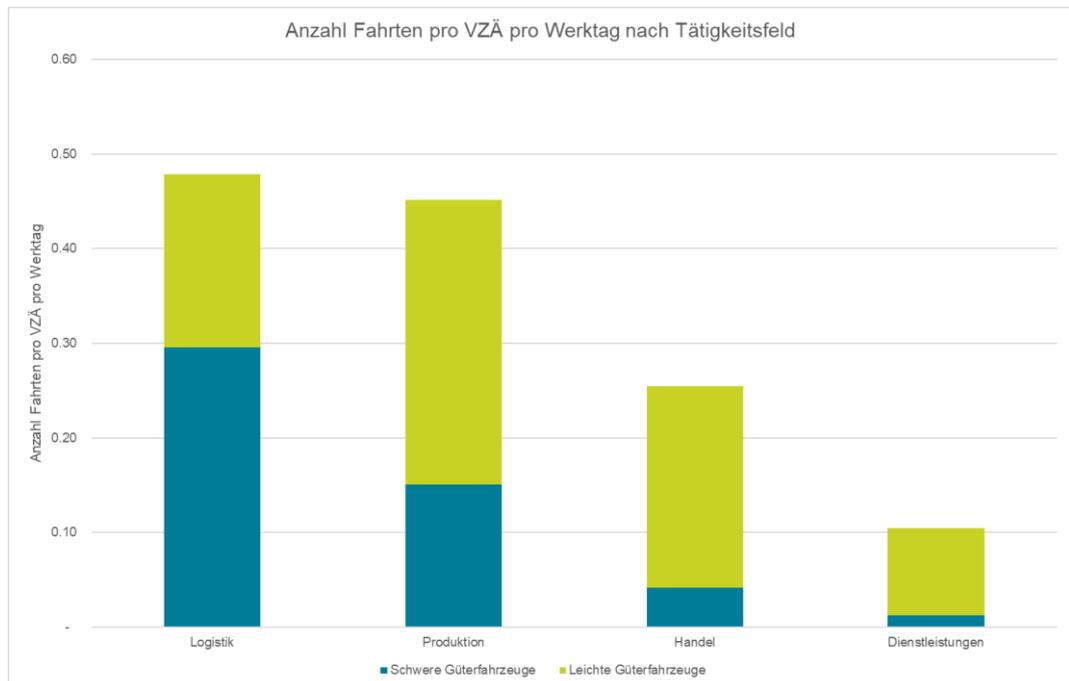


Abb. 10 Aufkommensraten: Anzahl Fahrten (pro Tag pro VZÄ) nach wirtschaftlichem Tätigkeitsfeld – leichte und schwere Güterfahrzeuge.

¹⁰ Die Anzahl Beobachtungen wird in der Diskussion behandelt.

4.2.3 Aufkommen in Tonnen pro Fläche in Arbeitszonen

Die Menge pro Fläche wurde ermittelt, indem der gesamte Warenfluss (in t) zwischen Grossregionen, zwischen Grossregionen und dem Ausland und innerhalb von Grossregionen (aus LWE und GTE) durch die Gesamtfläche der Arbeitszonen in der entsprechenden Grossregion geteilt wurde. Als Arbeitszonen wurden alle Zonen aus der Bauzonenstatistik Schweiz betrachtet, in welchen in der Regel gewerbliche Nutzungen zugelassen sind, namentlich

- reine Arbeitszonen;
- Mischzonen;
- Zentrumszonen.

Um eine aussagekräftige Statistik zu erhalten, müssen die unüberbauten Flächen von der Gesamtfläche abgezogen werden. Der Überbauungsgrad ist zwischen den Regionen unterschiedlich. Die Tab. 9 zeigt den Anteil der noch nicht überbauten Flächen, auf denen Arbeiten zugelassen ist. Der Anteil der unüberbauten Zonen schwankt zwischen 14% in der Grossregion Zürich und 30% der Genferseeregion. Die Unterschiede sind bei den reinen Arbeitszonen besonders ausgeprägt, bei welchen der Anteil an unüberbauten Bauzonen von 25% in der Grossregion Zürich bis zu 45% in der Genferseeregion reicht.

Tab. 9 Anteil unüberbaute Bauzonen nach Grossregion.

	Arbeitszonen	Mischzonen	Zentrumszonen	Total
Genferseeregion	45%	42%	11%	30%
Espace Mittelland	40%	21%	9%	23%
Nordwestschweiz	34%	13%	6%	20%
Zürich	25%	9%	9%	14%
Ostschweiz	37%	14%	6%	19%
Zentralschweiz	31%	14%	6%	21%
Tessin	36%	20%	4%	19%

Quelle Bauzonenstatistik 2017.

In der Bauzonenstatistik wird die Fläche der unüberbauten Zonen mit zwei Methoden geschätzt: einer konservativeren, die die Untergrenze darstellt, und einer etwas grosszügigeren, die die Obergrenze der Schätzung bildet. Wir verwenden einen Mittelwert zwischen diesen beiden Grenzwerten. Die Ergebnisse der Aufteilung des Warenflusses auf die Gesamtflächen wurden in kg pro Arbeitstag umgerechnet (Annahme: 250 Arbeitstage pro Jahr). Die Aufkommensraten pro Quadratmeter sind über die drei Jahre, für welche Daten vorliegen, relativ stabil (Abb. 11). Der Schweizer Durchschnitt liegt bei 2.50 kg/m². Die Unterschiede zwischen den Grossregionen sind jedoch sehr gross. Sie reichen von 1.71 kg/m² im Kanton Genf bis 3.92 kg/m² in der Zentralschweiz.

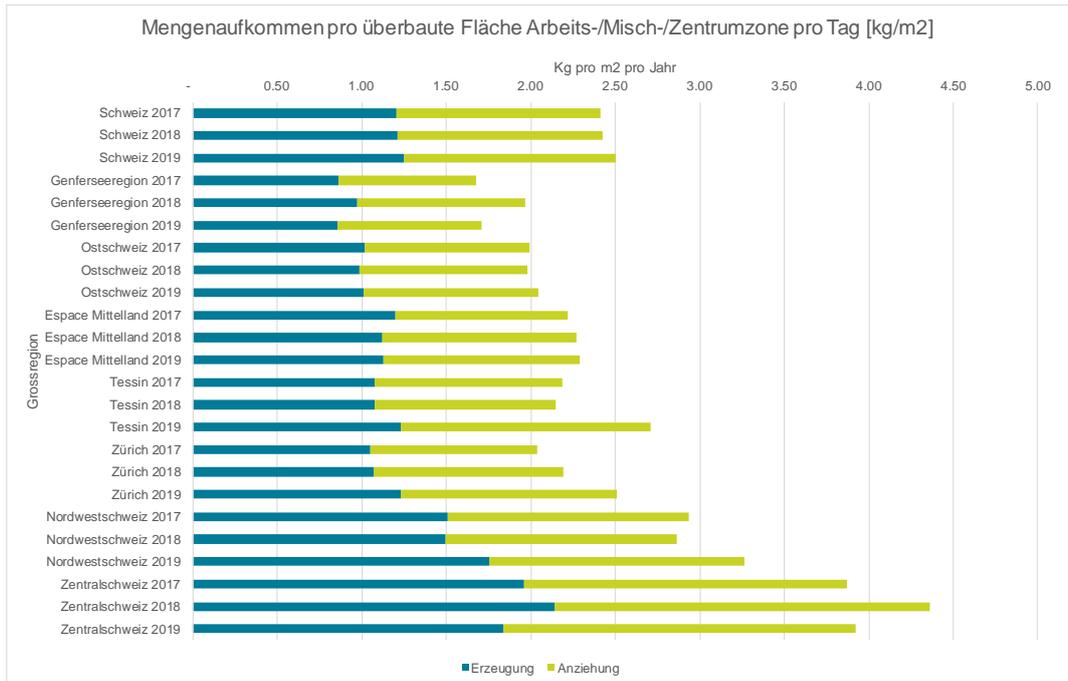


Abb. 11 Aufkommensraten: Menge (kg) pro Quadratmeter Arbeits-/Misch-/Zentrumszone pro Werktag.

Für das Jahr 2019 sind die GTE-Daten auch für schwere Fahrzeuge mit ausländischen Kennzeichen verfügbar. So ist es möglich, für jede Region Güterströme aus dem/ins Ausland zu addieren. Nach dieser Ergänzung fehlt nur noch das Verkehrsaufkommen ins/aus dem Ausland durch leichte Fahrzeuge mit ausländischen Kennzeichen. Die Abb. 12 zeigt die Aufkommensraten pro Fläche, die auch schwere Fahrzeuge mit ausländischen Nummernschildern einschliessen.

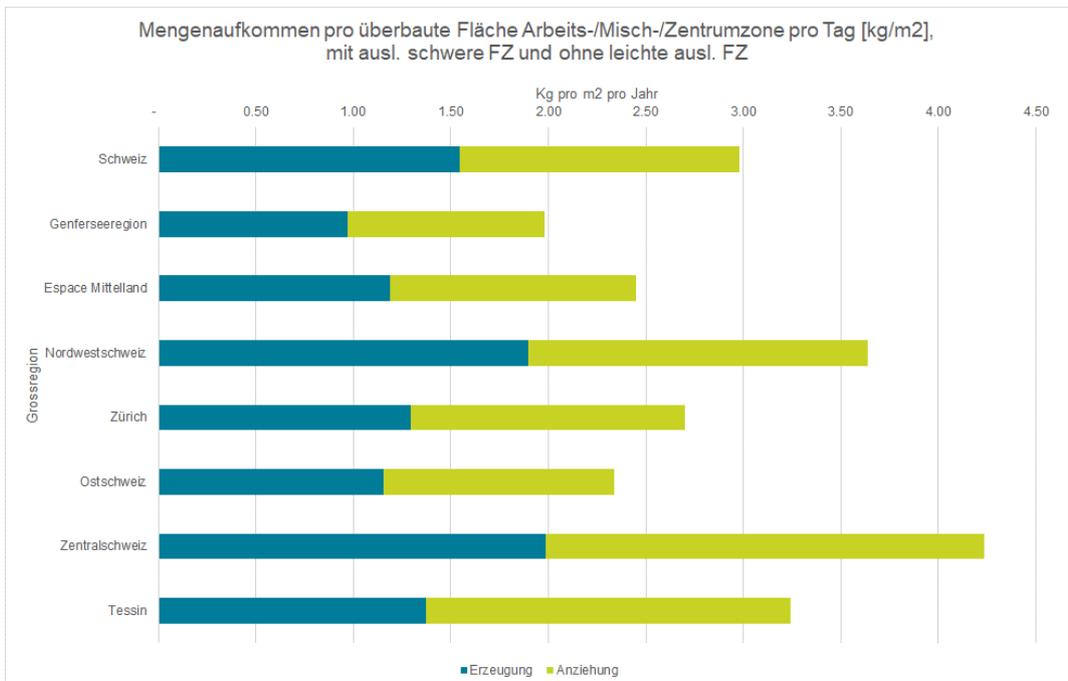


Abb. 12 Aufkommensraten: Menge (kg) pro Tag pro Quadratmeter in Arbeits-/Misch-/Zentrumszone pro Tag, inkl. schwere FZ mit ausl. Kennzeichen.

4.2.4 Diskussion und Empfehlungen für die Anwendung

In Bezug auf die Boden- und Arbeitsproduktivität kann es grosse Unterschiede zwischen den Produktionssystemen eines Standorts und eines anderen geben. Ein Faktor, der in den Aufkommensraten nicht berücksichtigt wird und der die Aufkommensrate pro Arbeitsplatz stark beeinflusst, ist der Automatisierungsgrad. Die Automatisierung erhöht die Produktivität in dem Sinne, dass sie bei gleichem Personaleinsatz die Abläufe beschleunigt und damit ein grösseres Verkehrsaufkommen erzeugt.

Von den vorhandenen Statistiken sind die LWE und GTE für die berechneten Transportintensitäten unerlässlich, weil sie die einzigen Statistiken sind, die den Güterverkehr in der Schweiz quantifizieren. Diese Statistiken weisen jedoch mehrere Grenzen auf. Eine erste Grenze ist, dass nur Fahrzeuge mit Schweizer Nummernschildern berücksichtigt werden. Alle Transporte mit Fahrzeugen mit ausländischen Nummernschildern werden nicht berücksichtigt. In Anbetracht des Kabotageverbots handelt es sich dabei nur um Transporte vom/zum Ausland. Nur für das Jahr 2019 sind die GTE-Daten auch für schwere Fahrzeuge mit ausländischen Kennzeichen verfügbar. Daraus kann der Anteil der Gütertransporte, die mit Lastkraftwagen mit ausländischem Kennzeichen durchgeführt werden, im Verhältnis zu den gesamten Warenflüssen mit inländischen schweren Güterfahrzeugen berechnet werden (siehe Tabelle unten). In der Schweiz beträgt der Anteil des Verkehrs aus dem/ins Ausland mit ausländischen schweren Güterfahrzeugen 7% (ohne Durchgangsverkehr). Dieser Prozentsatz ist etwas höher für den Kanton Tessin, wo diese Transporte einen Anteil von 13% darstellen. In allen anderen Grossregionen ist der Anteil höchstens 10%.

Tab. 10 Bedeutung der Warenflüssen mit ausländischen schweren Fahrzeugen.

Grossregion	Inländische schwere Fahrzeuge [in 1'000 t]	Ausländische schwere Fahrzeuge [in 1'000 t]	Anteil ausländische schwere Fahrzeuge
Genferseeregion	73'020	7'427	10%
Espace Mittelland	138'426	6'263	5%
Nordwestschweiz	94'825	7'913	8%
Zürich	93'372	4'919	5%
Ostschweiz	99'116	9'131	9%
Zentralschweiz	68'912	3'779	5%
Tessin	21'898	2'761	13%
Schweiz	589'568	42'191	7%

Quelle: Gütertransportstatistik (GTS).

Ausserdem ist zu beachten, dass sich die jüngsten verfügbaren Lieferwagen-Statistiken (LWE) auf das Jahr 2013 beziehen. Projektionen dieser Daten für das Jahr 2018 sind verfügbar und wurden für die ermittelten Kennwerte verwendet. Allerdings könnte nur die neue, für 2023 geplante Erhebung strukturelle Veränderungen bei dieser Beförderungsart in den letzten Jahren aufzeigen.

Transportintensitäten pro Arbeitsplatz

Die grössten Unsicherheiten stellt bei den Transportintensitäten pro Arbeitsplatz die Zuteilung der Transporte auf die NOGA-Kategorien dar.

Die Transporte werden in der LWE bzw. GTE aufgrund des Fahrzeugbesitzers den NOGA-Kategorien zugeteilt. Das bedeutet, dass implizit davon ausgegangen wird, dass die Unternehmen ihre Transporte selbst durchführen. Alle Transporte, die im Auftrag an externe Unternehmen (z.B. an ein Logistikunternehmen) vergeben werden, werden nicht als Transporte des auftraggebenden Unternehmens erfasst, sondern des beauftragten Unternehmens, das die Transporte durchführt. Dies führt zu einer Unterschätzung des Verkehrsaufkommens in allen Sektoren, die den Verkehr auslagern.

Die NOGA-Kategorie wurde nicht direkt beim befragten Unternehmen abgefragt, sondern im Nachhinein durch Abgleich der von der befragten Firma bereitgestellten Angaben mit STATENT-Datensätzen zugewiesen. Mit dieser Methode liessen sich rund 85% der befragten Unternehmen einer Branche zuordnen. Bei 15% der befragten Unternehmen konnte der Sektor jedoch nicht definiert werden. Diesen Teil des Verkehrs, der keinem Sektor zugerechnet wird, haben wir proportional auf alle Sektoren verteilt.

Ein weiteres Problem ist die mangelnde Homogenität der NOGA-Kategorien. Diese sind zwar thematisch und in Bezug auf die Wirtschaftstätigkeit homogen. Aus Sicht des Verkehrs können sie jedoch sehr unterschiedlich sein. In den Verkehrskategorien wird zum Beispiel nicht systematisch zwischen Personen- und Güterverkehr getrennt. Wir haben versucht, dieses Problem durch die Berücksichtigung von 88 verschiedenen NOGA-Kategorien zu entschärfen. Je stärker die Differenzierung, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Kategorie homogen ist. Mit zunehmender Anzahl der Kategorien sinkt jedoch die Zahl der Beobachtungen und damit auch die statistische Signifikanz. Bei wenigen Beobachtungen steigt die Wahrscheinlichkeit, dass die Daten nicht repräsentativ für den jeweiligen Sektor sind. Es gibt auch Sektoren, für die keine Daten verfügbar sind. Für künftige Forschungen sollte eine Zusammenführung (Pooling) von LWE- und GTE-Daten über mehrere Jahre in Betracht gezogen werden.

Die folgende Tabelle zeigt die Anzahl der Beobachtungen (ausgefüllte Formulare) in der LWE bzw. GTE nach Tätigkeitsfeld.

Tab. 11 Anzahl Beobachtungen nach Tätigkeitsfeld.

Grossregion	GTE (schwere Güterfahrzeuge)	LWE (leichte Güterfahrzeuge)
Produktion	1'415	3'938
Handel	715	1'877
Logistik	1'598	859
Dienstleistungen	527	1'748
Total	4'255	8'422

Transportintensitäten pro Fläche

Bei den Transportintensitäten pro Fläche sehen wir grössere Unsicherheiten als bei den Transportintensitäten pro Arbeitsplatz. Es stellt sich die Frage, inwieweit die grossen Unterschiede zwischen den Regionen tatsächlich auf eine unterschiedliche Erzeugung des Güterverkehrs pro Quadratmeter oder auf Unterschiede in der Intensität der Flächennutzung zurückzuführen sind. Es sind nämlich nicht die Flächen selbst, die Warenverkehr erzeugen, sondern die Tätigkeiten, die dort stattfinden. Die Tatsache, dass es Arbeitszonen gibt, bedeutet nicht automatisch, dass auch Güterverkehr erzeugt wird: Es gibt keinen direkten kausalen Zusammenhang zwischen der Fläche an Arbeitszonen und der Intensität ihrer Nutzung. Insbesondere sind folgende kritischen Punkte zu erwähnen:

- Die Gesamtfläche der überbauten Bauzonen liefert keine Information darüber, wie stark die überbebauten Flächen genutzt werden. In der Tat gibt es keine Daten über die Bruttogeschossfläche, die ein geeigneter Index zur Quantifizierung der Intensität der Bodennutzung wäre;
- Es ist auch zu berücksichtigen, dass mehrere Wirtschaftszweige, die oft ein sehr hohes Güterverkehrsaufkommen generieren, ausserhalb der Bauzonen angesiedelt sind (z.B. Deponien, Kiesgruben). So befinden sich nach unserer Auswertung der STATENT-Daten etwa ein Drittel der Unternehmen in der NOGA-Kategorie 'Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden' ausserhalb der Bauzonen.

Empfehlungen für die Anwendung

Alle Transportintensitäten geben Auskunft über das Verkehrsaufkommen (in Menge und Fahrten), das durch Arbeitsplätze bzw. Arbeitszonen in einem Gebiet erzeugt wird. Da es sich um Statistiken handelt, die auf aggregierten Daten basieren, können die Transportintensitäten nur für grossräumige Anwendungen verwendet werden (z.B. Schätzung der Verkehrserzeugung für einen Kanton oder eine Region). Bei der Betrachtung von längeren Zeiträumen können auch Entwicklungstrends abgeleitet werden.

Die ermittelten Transportintensitäten sind jedoch für kleinräumige Anwendungen nicht geeignet, wie z. B. für die Planung von Arealen oder Einrichtungen. Der Hauptgrund ist, dass die Eigenschaften des Standorts bzw. der Einrichtung nicht berücksichtigt werden können (z.B. die Nutzung der Einrichtung, die Verfügbarkeit eines Bahnanschlusses).

Insgesamt muss man sich bewusst sein, dass diese Kennzahlen eine sehr grosse Unsicherheitsspanne haben. Insbesondere die Grenzen der Kennwerte pro Fläche scheinen uns sehr bedeutend zu sein und stellen deren Anwendung in Frage. Die auf Arbeitsplätzen basierenden Kennwerte haben eine höhere Aussagekraft. Allerdings muss man sich auch bewusst sein, dass es sich um Durchschnittswerte handelt, die auf der Grundlage landesweiter Daten berechnet wurden. Es ist daher unvermeidlich, dass der Fehler umso grösser wird, je kleiner oder je spezifischer das Gebiet ist, für welches solche Kennwerte angewendet werden.

4.3 Regressionsmodelle

4.3.1 Prinzip und Vorgehen

Das statistische Verfahren der Regression gibt eine Beziehung zwischen zwei oder (meist) mehreren Variablen an. Dabei werden mit unabhängigen Variablen eine abhängige Variable geschätzt bzw. quantitative Zusammenhänge zwischen den Variablen untersucht. In unserem Fall soll das Güteraufkommen, welches z.B. für den Schwerverkehr nur einmal jährlich auf Bundesebene mit der Gütertransporterhebung erhoben wird, mit Hilfe der Daten zu Einwohnern und Arbeitsplätzen, welche kleinräumig und aktuell als Vollerhebung vorliegen, geschätzt werden. Das Ziel ist es, so auch auf kleinräumiger Ebene eine Schätzung des Güteraufkommens vornehmen zu können.

Für die Durchführung der Analyse werden die Daten der Gütertransporterhebung (GTE) und der Erhebung des grenzquerenden Güterverkehrs (GQGV) für das Erhebungsjahr 2019 zusammengefasst und ein Güteraufkommen nach NST-Kategorie pro MS-Region berechnet. Diese Variable ist die abhängige Variable der Regressionsanalyse. Dazu werden die Aufkommen der in der Region ankommenden Verkehre und der ausgehenden Verkehre addiert. Binnenverkehre werden nur einmal einbezogen. Die MS-Region bietet als Raumkategorie einen Kompromiss zwischen Anzahl der Beobachtungen pro Raumkategorie, Anzahl der resultierenden Aufkommensbeobachtungen (dieser Wert entspricht der Anzahl der MS-Regionen: 106 gültige Beobachtungen) und Granularität der Beobachtungen. Auf höheren Raumebenen wie z.B. Kanton oder Grossregion, ist die Datengrundlage zwar robuster, es entstehen jedoch zu wenig Aufkommensbeobachtungen, um eine verlässliche Regressionsanalyse durchführen zu können. Gleichzeitig kann auf Ebene der Gemeinden nicht mehr sichergestellt werden, dass genügend Beobachtungen je Warengruppe für die Zusammenfassung des Aufkommens vorliegen.

Die unabhängigen Variablen werden ebenfalls auf Ebene der MS-Regionen berechnet. Für die Einwohnerzahl dient die Statistik der Bevölkerung und der Haushalte (STATPOP) [41] auf Gemeindeebene mit Stichtag auf Jahresende als Grundlage. Für die Arbeitsplätze wird die Variable Vollzeitäquivalente verwendet. Diese spiegelt die reale Arbeitsleistung besser wider als die Anzahl an Arbeitsplätzen mit unterschiedlichen Arbeitspensen und korreliert damit besser mit dem Güterverkehrsaufkommen. Als Datengrundlage wird die Statistik der Unternehmensstruktur (STATENT) [42] ebenfalls für das Jahr 2018 verwendet. Die Daten liegen ebenfalls auf Gemeindeebene vor und werden auf Ebene der MS-Regionen aggregiert. Als Kategorien der Branchen wird die NOGA-Klassifizierung mit zweistelligen Codes verwendet (88 Kategorien). Hierbei ist zu beachten, dass bei einer Anzahl von weniger als vier Arbeitsplätzen innerhalb einer Gemeinde in einer NOGA-Kategorie aus Datenschutzgründen nur <4 als Wert angegeben wird. In diesem Fall werden pauschal 1.5 Vollzeitäquivalente als Mittelwert angenommen.

Die Zusammenstellung der Regressionsgleichungen erfolgt manuell, jedoch wird zur Orientierung vorab ein Modell für jede NST-Warengruppe automatisch mit der Regression-Tree Methode berechnet. Hierbei teilt ein Algorithmus den Datensatz automatisch anhand der Werte einer Variable in zwei Hälften mit dem Ziel, die Summe der quadrierten Residuen (Residual sum of squares, RSS) bei der Berechnung der mit eben dieser Teilungsvariable geschätzten Regressionsgleichung zu minimieren. Dieser Prozess wird rekursiv wiederholt, solange sich die RSS verbessern mit einer maximalen Tiefe von zwölf Teilungen und Teilen von 20 Beobachtungen. Mit den resultierenden Regressionsgleichungen kann ein erster Eindruck gewonnen werden, welche unabhängigen Variablen auf den Wert der abhängigen Variable Einfluss nehmen.

Weiterhin werden die abhängigen und unabhängigen Variablen transformiert, um ihre Verteilung näher an die Normalverteilung zu bringen¹¹. Dazu wird die Verteilung visuell

¹¹ Eine lineare Regression setzt voraus, dass idealerweise alle Variablen normalverteilt sind.

mithilfe eines Histogramms begutachtet, die Variable anschliessend transformiert und das Ergebnis nochmals begutachtet und bei Bedarf die Transformationsmethode angepasst.

Anschliessend werden die Regressionsgleichungen zusammengestellt. Für jede NST-Warengruppe wird ein eigenes Modell geschätzt. Bei der Auswahl der unabhängigen Variablen werden die Ergebnisse der automatischen Analyse sowie alle Variablen, deren Einfluss auf das jeweilige Aufkommen plausibel erklärt werden kann, berücksichtigt. Nach der «Methode Versuch und Irrtum» werden verschiedene Kombinationen getestet. Ausgewählt wird am Ende jene Regressionsgleichung, die den höchsten angepassten R^2 -Wert aufweist und zugleich plausible Variablen enthält. Es wird dabei darauf geachtet, dass nur Variablen mit möglichst direktem Einfluss in den Gleichungen enthalten sind und nicht solche, die eher indirekt einen anderen Effekt in die Gleichung einbringen (Proxy-Variablen). Diese direkte Wirkung ist entscheidend, um die Modelle auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen einsetzen zu können.

Die resultierenden Modelle werden anschliessend getestet (Tab. 13), indem für ein reales Beispiel das Güteraufkommen geschätzt wird. Dazu dienen die gesamte Schweiz, der Kanton Zürich und die Stadt Bern. Es zeigt sich, dass mit den Modellen das Aufkommen der gesamten Schweiz gut geschätzt werden kann, bei der Stadt Bern ergeben sich teilweise grosse Unterschiede zur (ebenfalls nur abgeschätzten) Realität.

4.3.2 Ergebnisse

Das Kernergebnis der Analyse sind die Regressionsmodelle. Ihre Gleichungen sind in Tab. 12 vereinfacht dargestellt. Für fast alle Warengruppen konnten Modelle mit einer zufriedenstellenden Güte gefunden werden. NST Gruppe 2 (Kohle; rohes Erdöl und Erdgas) spielt in der Schweiz generell eine vernachlässigbare Rolle. Mineralölzeugnisse (NST Gruppe 7) treten in grossen Mengen sehr lokal auf, ohne jedoch viele Arbeitskräfte zu binden (Tanklager); gleichzeitig lässt sich kleinteiliger Konsum kaum über die Arbeitsplätze abbilden und auch die Einwohnerzahl ist kein signifikanter Einflussfaktor. Auch für die NST Gruppe 'Fahrzeuge' konnte nur ein Modell mit tiefem angepasstem R^2 gefunden werden. Da in der Schweiz keine Fertigung existiert und weniger zentral importiert wird als in Küstenstaaten, kann das kleinteilige Aufkommen auch hier schlecht mit Arbeitsplätzen oder Einwohnern verknüpft werden. Auch die NST-Gruppe 20 lässt sich nur schwer schätzen, sie ist als Sammelgruppe, für alles was, nicht zuordenbar ist, jedoch generell kaum fassbar.

Tab. 12 Regressionsgleichungen

NST-Warengruppe (abhängige Transportaufkommen in Tonnen)	Variable	Angepasstes R ²	Unabhängige Variablen (Anzahl VZÄ in der jeweiligen NOGA-Kategorie oder Anzahl Einwohner)	Transformation	Koeff.	Signifikanz
		0.56	Achsenabschnitt		-1088.32	***
			NOGA 01 - Landwirtschaft, Jagd und damit verbundene Tätigkeiten	log	120.01	***
			NOGA 10 - Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	log	123.09	***
sqrt(NST 01 - Land-, Forstwirt. Erz.)			NOGA 36 - Wasserversorgung	sqrt	23.79	**
log(NST 02 - Kohle, Erdöl, Erdgas)		0.03	Achsenabschnitt		0.54	
			NOGA 20 - Herstellung von chemischen Erzeugnissen	log	0.29	.
sqrt(NST 03 - Bergbauerzeugnisse)		0.45	Achsenabschnitt		-800.55	**
			NOGA 05 - Kohlenbergbau	log	520.08	*
			NOGA 08 - Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau	sqrt	30.55	**
		0.69	NOGA 41 - Hochbau	log	277.98	***
			Achsenabschnitt		-965.22	***
			NOGA 10 - Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	log	225.5	***
sqrt(NST 04 - Nahrungs-, Genussmittel)		0.50	NOGA 11 - Getränkeherstellung	log	49.87	***
			NOGA 36 - Wasserversorgung	sqrt	38.68	***
log(NST 05 - Textilien, Bekleidung, Leder)		0.50	Achsenabschnitt		-25.33	***
			Einwohner	log	2.99	***
sqrt(NST 06 - Holz(-waren), Papier)		0.53	Achsenabschnitt		-492.94	***
			NOGA 16 - Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	log	125.62	***
			NOGA 17 - Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	log	25.99	***
log(NST 07 - Koks, Mineralöl)		0.14	Achsenabschnitt		10.16	***
			NOGA 08 - Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau	sqrt	0.23	***
			NOGA 12 - Tabakverarbeitung	log	0.002	
		0.56	NOGA 19 - Kokerei und Mineralölverarbeitung	log	0.004	
			Achsenabschnitt		-14.91	
			NOGA 17 - Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	log	17.21	**
sqrt(NST 08 - Chemische Erz.)			NOGA 20 - Herstellung von chemischen Erzeugnissen	log	28.82	***
			NOGA 21 - Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	log	14.94	**

		NOGA 22 - Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	log	17.27	*
	0.73	Achsenabschnitt		108.54	**
		NOGA 23 - Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	sqrt	15.66	***
sqrt(NST 09 - Mineralerzeugnisse)		NOGA 45 - Handel mit Motorfahrzeugen; Instandhaltung und Reparatur von Motorfahrzeugen	sqrt	17.77	***
	0.64	Achsenabschnitt		-3.79	
		NOGA 23 - Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	sqrt	8.03	**
		NOGA 24 - Metallerzeugung und -bearbeitung	log	13.74	*
sqrt(NST 10 - Metall(-erz.), Halbzeuge)		NOGA 45 - Handel mit Motorfahrzeugen; Instandhaltung und Reparatur von Motorfahrzeugen	sqrt	9.11	***
	0.58	Achsenabschnitt		-47.42	*
		NOGA 25 - Herstellung von Metallerzeugnissen	sqrt	2.73	**
		NOGA 28 - Maschinenbau	log	7.97	
sqrt(NST 11 - Maschinen, elek. Geräte)		NOGA 42 - Tiefbau	sqrt	7.99	***
	0.24	Achsenabschnitt		1.88	*
log(NST – 12 Fahrzeuge)		NOGA 45 - Handel mit Motorfahrzeugen; Instandhaltung und Reparatur von Motorfahrzeugen	sqrt	0.19	***
	0.55	Achsenabschnitt		-14.15	***
		Einwohner	log	2.05	***
log(NST 13 - sonstige Erz.)		NOGA 22 - Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	log	0.25	*
	0.62	Achsenabschnitt		-2181.63	***
		Einwohner	log	241.72	***
		NOGA 38 - Sammlung, Behandlung und Beseitigung von Abfällen; Rückgewinnung	log	37.01	.
sqrt(NST 14 - Sek.rohstoffe, Abfälle)		NOGA 39 - Beseitigung von Umweltverschmutzungen und sonstige Entsorgung	Keine	8.09	*
	0.37	Achsenabschnitt		-5.95	***
log(NST 15 - Post, Pakete)		NOGA 53 - Post-, Kurier- und Expressdienste	log	2.61	***
	0.65	Achsenabschnitt		-24.98	
		NOGA 45 - Handel mit Motorfahrzeugen; Instandhaltung und Reparatur von Motorfahrzeugen	sqrt	10.84	***
sqrt(NST 16 - Güterbeförderung)		NOGA 52 - Lagerei sowie Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Verkehr	log	21.33	*
	0.58	Achsenabschnitt		31.14	
		NOGA 24 - Metallerzeugung und -bearbeitung	log	15.06	**
sqrt(NST 17 - Nichtmarktbestimmt)		NOGA 45 - Handel mit Motorfahrzeugen; Instandhaltung und Reparatur von Motorfahrzeugen	sqrt	10.48	***

	0.55	Achsenabschnitt		3.45	***
log(NST 18 - Sammelgut)		NOGA 52 - Lagerei sowie Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Verkehr	log	0.2	
		NOGA 53 - Post-, Kurier- und Expressdienste	log	1.28	***
	0.34	Achsenabschnitt		0.85	
log(NST 19 - Nicht identifizierbar)		NOGA 52 - Lagerei sowie Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Verkehr	log	0.74	***
		NOGA 72 - Forschung und Entwicklung	log	0.58	**
	0.26	Achsenabschnitt		3725.5	
NST 20 - Sonstige Güter		NOGA 22 - Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	log	-3164	*
		NOGA 37 - Abwasserentsorgung	sqrt	4689.8	***
Die Bezeichnung der NST-Warengruppe ist zugunsten der Lesbarkeit abgekürzt. Die vollständige Bezeichnung kann mithilfe des Codes ermittelt werden					
Signifikanz: * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001					

Tab. 13 Testbeispiele Regressionsanwendung.

	Schweiz				Kanton Zürich				Stadt Bern			
	Transportaufkommen in 1000 t				Transportaufkommen in 1000 t				Transportaufkommen in 1000 t			
NST- Warengrupp e	Geschätzt mit GTS	Geschätzt mit Regression	Differenz	Prozentuale Abweichung	Geschätzt mit GTS	Geschätzt mit Regression	Differenz	Prozentuale Abweichung	Geschätzt mit GTS	Geschätzt mit Regression	Differenz	Prozentuale Abweichung
1	30129.1	7241.5	22888	76%	3306.3	2499.0	807	24%	149.7	247.0	-97.2	-65%
2	269.9	0.0	270	100%	28.8	0.0	29	100%	0.9	0.0	0.9	99%
3	144236.7	26203.1	118034	82%	24486.7	6119.5	18367	75%	903.3	1899.9	-996.6	-110%
4	47304.8	13256.4	34048	72%	6855.7	4870.5	1985	29%	1615.6	845.2	770.4	48%
5	1997.0	5.3E+06	-5.32E+06	-2.66E+03	346.9	28944.6	-2.86E+04	-8244%	58.5	21.3	37.2	64%
6	8019.5	1106.4	6913	86%	1330.5	475.7	855	64%	159.3	86.7	72.6	46%
7	17012.7	2.9E+10	-2.89E+10	-1.70E+06	1444.1	4010.8	-2567	-178%	289.3	62.0	227.3	79%
8	8482.0	581.6	7900	93%	845.4	299.3	546	65%	139.2	113.7	25.6	18%
9	54080.2	49898.4	4182	8%	10878.1	8041.5	2837	26%	753.5	706.3	47.2	6%
10	14223.3	13616.1	607	4%	2609.2	2194.6	415	16%	151.2	193.6	-42.5	-28%
11	3902.6	4056.0	-153	-4%	722.0	523.2	199	28%	54.1	30.1	24.0	44%
12	2247.7	1.0E+21	-1.03E+21	-4.59E+17	347.9	6.9E+07	-6.92E+07	-1.99E+05	3.3	3.2	0.1	4%
13	4502.4	1446935.0	-1442433	-32037%	757.6	21986.8	-21229	-2802%	65.4	55.6	9.8	15%
14	45324.1	14352.3	30972	68%	12441.3	2852.9	9588	77%	1580.5	790.7	789.8	50%
15	6375.6	1338487.1	-1332112	-20894%	1265.3	9574.3	-8309	-657%	308.7	2214.8	-1906.1	-617%
16	12974.2	10468.5	2506	19%	2558.2	2196.8	361	14%	341.9	230.8	111.1	32%
17	11915.9	9613.1	2303	19%	2081.4	1938.1	143	7%	72.3	198.0	-125.8	-174%
18	11954.2	152398.2	-140444	-1175%	2718.5	9882.8	-7164	-264%	177.7	3223.5	-3045.8	-1714%
19	1736.2	2494.4	-758	-44%	375.9	271.4	104	28%	6.6	19.5	-12.9	-194%
20	1462.8	282.4	1180	81%	492.0	127.8	364	74%	20.3	34.2	-13.9	-69%

4.3.3 Diskussion und Empfehlungen für die Anwendung

Um die ermittelten Regressionsgleichungen zu validieren, wurde mit dem Güteraufkommen für die Stadt Bern auf Ebene der statistischen Bezirke geschätzt (siehe Tab. 13) und mit anderen Schätzungen verglichen. Dabei zeigte sich, dass die Abweichungen zur Schätzung mit der GTS teilweise sehr gross sind, einige Warengruppen jedoch gut geschätzt werden können. Dies gilt vor allem für produktionsorientierte Gütergruppen (z.B. chemische Erzeugnisse, Metall, Mineralerzeugnisse). In den meisten Fällen werden eher konsumorientierte Gütergruppen (z.B. Nahrungs- und Genussmittel oder Sammelgut) deutlich unterschätzt. Dies ist dadurch zu begründen, dass die Regressionsgleichungen hauptsächlich durch Arbeitsplätze in der Produktion bestimmt sind und nicht durch Konsum. Zwar ist bei der Schätzung auch der Detailhandel als NOGA-Kategorie geprüft worden, dieser konnte die Regressionsgleichungen jedoch nicht signifikant verbessern bzw. verschlechterte sie sogar.

Zum Vergleich sind in Tab. 13 auch Schätzungen für den Kanton Zürich und die gesamte Schweiz aufgezeigt. Hier zeigen sich teilweise unterschiedliche Abweichungen, aber auch gemeinsame Probleme. Die Warengruppen 5 (Bekleidung), 7 (Mineralöl), 12 (Fahrzeuge) werden um mehrere Grössenordnungen erheblich falsch geschätzt. Ebenso schwierig zu erfassen sind Warengruppen, die stark mit Logistik, aber in der Theorie auch mit anderen Branchen verbunden sind. Dazu gehören die Warengruppen 15 (Post und Pakete) und 18 (Sammelgut). Die meisten anderen relevanten Warengruppen können in einem Rahmen von +/- 100% geschätzt werden. Damit ist es zumindest für diese Gruppen möglich eine grobe Grössenordnung und Verhältnisse untereinander zu schätzen.

Generell ist die Anwendung der Regressionsanalyse für die Berechnung von Aufkommensraten theoretisch sinnvoll, in der Umsetzung jedoch mit erheblichen Hindernissen verbunden. Dazu zählt vor allem die kleinräumig kaum aussagekräftige Gütertransportstatistik, die es verunmöglicht, eine höhere Granularität für die Regression zu erreichen. In den Kontrollbeispielen werden die Gleichungen, die für die MS-Regionen erstellt sind, auf andere Raumkategorien angewendet. Dies führt tendenziell zu grösseren Verzerrungen, als wenn kleinräumigere Modelle auf einen grösseren Raum angewendet werden. Dies ist insbesondere auf den Achsenabschnitt zurückzuführen, der als Basis der Gleichung das Schätzergebnis massgebend bestimmt und stark abhängig von der Grösse des Raumtyps ist. Eine Methode, diesem Effekt entgegenzuwirken, könnte das Datenpooling der Gütertransportstatistik über mehrere Jahre sein, im Idealfall unter Anwendung von ebenso jährlich differenzierten Arbeitsplatzdaten. So liessen sich mehr Daten erzeugen, und es könnten Modelle je Raumtyp berechnet werden. Unter Verwendung von geographisch gewichteten Regressionen könnten sogar lokale Unterschiede berücksichtigt werden. Die Komplexität eines solchen statistischen Verfahrens übersteigt jedoch die Möglichkeiten des vorliegenden Projektes.

Eine weitere mögliche unabhängige Variablen­gruppe ist die Flächennutzung. Auch sie kann auf das Güteraufkommen hinweisen. Sind in einer Region viele industriell genutzte Gebiete vorhanden, so wird tendenziell auch das Aufkommen an Industriegütern höher sein. Auf kleinräumiger Ebene ist die Einteilung der Gebiete jedoch zu grob, sodass mehr unterschiedliche Waren im Aufkommen enthalten sind als in einem speziellen Gebiet tatsächlich produziert werden. Die Anzahl der Vollzeitäquivalente liefert eine genauere Schätzbasis.

Die Anwendung der Modelle zeigt, dass vor allem konsumorientiertes Aufkommen unterschätzt wird, gleichzeitig aber Vollzeitäquivalente in eher konsumorientierten Branchen keine Signifikanz in den Regressionsgleichungen erzielen. In dieser Studie werden Quell- und Zielaufkommen zusammen betrachtet. Diese stehen jedoch teilweise in Konflikt. Eine Stadt z.B. kann ein hohes Zielaufkommen an Nahrungsmitteln besitzen, ohne eigene Produktion und damit ein Quellaufkommen innerhalb der Stadtgrenzen aufzuweisen. Zu vermuten ist, dass in den meisten Branchen Quelle und Ziel von Waren selten in derselben Raumeinheit vorkommen. Eine Trennung von Quelle und Ziel kann das Ergebnis verbessern, da die Effekte so getrennt und nach verschiedenen Branchen und deren Vollzeitäquivalenten differenziert werden können. Dies bedingt jedoch eine grössere Anzahl an Daten bzw. Beobachtungen.

Die Regressionsmodelle können grundsätzlich auf jeder Granularitätstufe innerhalb der Schweiz eingesetzt werden um einen Eindruck und eine Grössenordnung des Güteraufkommens differenziert nach Warengruppen zu erhalten. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Warengruppen 5, 7, und 12 ab der Ebene Kanton und grösser keine sinnvollen Ergebnisse produzieren. Auch die Ergebnisse zu den Warengruppen 15 und 18 sind sehr unsicher. Alle anderen Warengruppen weisen besonders auf kleinräumiger Ebene (MS-Region, Gemeinde) ein brauchbares Ergebnis auf, bei dem aber dennoch mit einer Abweichung von bis zu 70% in relevanten Warengruppen zu rechnen ist. Pauschal einen Faktor zu nennen, um den das Ergebnis korrigiert werden kann, ist nicht möglich. Generell können bei einer solchen, einfachen Regressionsanalyse keine spezifischen Unterschiede zwischen verschiedenen Regionen untersucht werden, da die Basis die gesamte Schweiz ist. Dennoch können besonders für durch Produktion verursachtes Aufkommen, durch die hohe Auflösung der Arbeitsplatzdaten, relativ genaue Ergebnisse erzielt werden. Es empfiehlt sich die Methode der Regression mit weiteren Methoden zu kombinieren, um eine Schätzung auf breiter Basis durchzuführen.

5 Kennwerte und Regressionen aus Befragung

5.1 Vorgehen

Die Verwendung disaggregierter Daten ist die in der Literatur am häufigsten verwendete Methode zur Ermittlung von Kennwerten der Güterverkehrserzeugung (vgl. Kapitel 2.1). Insbesondere werden häufig Daten aus Unternehmensbefragungen verwendet. In diesem Kapitel stellen wir die Methode und die Ergebnisse der standortbasierten Unternehmensbefragung vor, die im Rahmen dieses Forschungsprojekts in der Schweiz durchgeführt wurde. Die Umfrage erfolgte in folgenden Arbeitsschritten:

1. Formulieren der Umfrageziele;
2. Auswahl der Umfragemethode;
3. Erstellen des Fragebogens;
4. Durchführen einer Pilotumfrage und Review durch Experten;
5. Überarbeitung/Anpassung des Fragebogens;
6. Identifizieren der Stichprobe aus der Zielpopulation (Sampling);
7. Durchführen der Erhebung;
8. Analyse und Interpretation der erhobenen Daten.

5.1.1 Umfrageziele

Bei den Umfragezielen wurden die Bedürfnisse der potenziellen Kennzahlennutzer berücksichtigt (siehe Kapitel 3.3): Die Umfrage soll Informationen zu den befragten Standorten bezüglich Anziehung und Erzeugung von Güterverkehr sowie zu den Merkmalen des Standorts, wie z.B. beschäftigtes Personal, Bruttogeschossfläche, etc. erheben, um die Berechnung von Kennzahlen der Verkehrserzeugung im Güterverkehr zu ermöglichen. Die Daten aus der Befragung sollen sowohl für die Berechnung von einfachen Kennwerten (Transportintensitäten) als auch für eine Regressionsanalyse zur Vorhersage des von einem Standort generierten Aufkommens verwendet werden können. Insbesondere sollen folgende Transportintensitäten (jeweils auf Ebene Einrichtungstyp) berechnet werden können.

- Aufkommen in Menge [t] pro Arbeitsplatz [VZÄ];
- Aufkommen in Fahrten pro Arbeitsplatz [VZÄ];
- Aufkommen in Menge [t] pro Bruttogeschossfläche [m²];
- Aufkommen in Fahrten pro Bruttogeschossfläche [m²].

5.1.2 Erhebungsmethode

Mehrere Erhebungsmethoden kommen in Frage. Direkte Interviews mit Unternehmensvertretern (wie z. B. in [43]) garantieren die beste Qualität der Antworten, sind aber sehr aufwändig. Als Erhebungsmethode haben wir uns daher für die Online-Umfrage entschieden, die es ermöglicht, mit begrenzten Ressourcen mehr Antworten zu erhalten. Der Nachteil dieser Methode ist, dass der Fragebogen für eine Vielzahl von Fällen geeignet sein muss: von Logistikunternehmen bis hin zu kleinen Läden oder Büros. Unternehmen, die unter völlig anderen Bedingungen arbeiten und vor allem ein völlig anderes Verständnis von ihrer Rolle in der Logistikkette haben.

5.1.3 Fragebogen

Der Fragebogen orientiert sich an der internationalen Forschung (vor allem [11], [44]). Die Fragebögen, die den Veröffentlichungen in der Literatur zugrunde liegen, sind meist einfach und zielen auf die Erhebung einiger weniger Daten ab. Die Anforderungen der befragten potenziellen Nutzer von Verkehrserzeugungsraten (siehe Kapitel 3.3) sind jedoch sehr hoch (z.B. Differenzierung zwischen verschiedenen Fahrzeugtypen, Differenzierung von Aufkommen nach Warentypen). Um den Anforderungen der potenziellen Nutzer gerecht zu werden, wurde der literaturinspirierte Basisfragebogen mit zusätzlichen Fragen ergänzt.

Gemäss den zu Beginn des Kapitels dargelegten Arbeitsschritten haben wir zunächst eine erste Version des Fragebogens erstellt. Diese erste Version des Fragebogens umfasste fünf Abschnitte mit Fragen. Im ersten Abschnitt wurden grundlegende Informationen über das Unternehmen abgefragt (Anzahl der Beschäftigten, BGF, Anzahl der eigenen Fahrzeuge usw.). Der zweite Abschnitt enthielt Fragen zum Aufkommen von Gütertransporten zum und vom Standort (Anzahl der Fahrten, transportierte Mengen, Art der Güter, ggf. Nutzung von Anschlussgleisen). Der dritte Abschnitt widmete sich Fragen zum Einfluss der COVID-19-Pandemie auf die logistischen Aktivitäten des Standorts, um zu verstehen, wie sich das Aufkommen während der Pandemie veränderte. Den Ratschlägen aus [11] folgend, haben wir einen eigenen Abschnitt, den vierten, den Dienstleistungsfahrten gewidmet. Die Trennung der Güterverkehrsfahrten von den Dienstleistungsfahrten sollte deutlich machen, dass es sich um unterschiedliche Arten des Wirtschaftsverkehrs handelt (reiner Güterverkehr und Dienstleistungsverkehr mit/ohne Waren). Dies mit der Absicht, die beiden Aufkommen klar voneinander zu trennen. Im letzten Abschnitt baten wir um Informationen darüber, wie sich das Aufkommen der Dienstleistungsfahrten verändert hat.

Dieser erste Entwurf des Fragebogens wurde in zwei Schritten überprüft. Zum einen durch eine Testumfrage, zum anderen durch Validierung des Fragebogens durch zwei internationale Experten. Die Testerhebung wurde bei Unternehmen aus vier verschiedenen Tätigkeitsfeldern durchgeführt (Distribution und Logistik, Büros/Dienstleistungen, Produktion und Handel). Die Befragten im Rahmen des Tests wurden dann telefonisch kontaktiert, um den Fragebogen zu besprechen. Der Entwurf des Fragebogens wurde parallel dazu den Experten José Holguin-Veras vom Rensselaer Polytechnic Institute (USA) und Florence Toilier vom Laboratoire Aménagement Économie Transports (Frankreich) vorgelegt, welche als ausgewiesene Spezialisten gelten und die Fragebögen verfasst haben, an denen wir uns orientiert haben.

Diese beiden Überprüfungen zeigten zunächst, dass eine Vereinfachung des Fragebogens notwendig war. Ein einfacherer Fragebogen erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass die Befragten teilnehmen und alle Fragen beantworten. Es wurde daher beschlossen, den Abschnitt mit den Fragen zu den Dienstleistungsfahrten vollständig zu streichen und die beiden Fragebogenabschnitte zu den Auswirkungen der COVID-Pandemie durch eine einzige Frage zu ersetzen. Um die Streichung der Fragen zu den Dienstleistungsfahrten auszugleichen, haben wir die Frage nach den Güterfahrten präzisiert und mit einem Beispiel ergänzt. Der abschliessende Fragebogen besteht dann lediglich aus zwei Teilen: einem zu den Informationen zur befragten Betriebsstätte und einem zum Güterverkehrsaufkommen.

Die beiden Abschnitte umfassen die folgenden Themen:

- Information zur befragten Betriebsstätte:
 - Kontaktdaten;
 - Tätigkeitsfeld der Einrichtung;
 - Typ der Betriebsstätte bzw. Einrichtung;
 - Durchführung von Heimlieferungen;
 - Verfügbarkeit und Nutzung Anschlussgleis;
 - Anzahl Mitarbeiter und Betriebszeit;
 - Brutto- und Lagerfläche;
 - Besitz von Fahrzeugen.
- Lieferung mit Waren:
 - Aufkommen Warentransporte (ein- und ausgehend nach Fahrzeugtyp sowie Dauer der Be-/Entladung)
 - Art und Menge der versendeten/empfangenen Waren im Strassenverkehr;
 - Spitzen (Spitzen tag im Vergleich mit Jahresdurchschnitt);
 - Auswirkung der COVID-Pandemie auf das Aufkommen;
 - Art und Menge der versendeten/empfangenen Waren im Schienenverkehr (nur falls Anschlussgleis benützt wird).

Die Papierversion des endgültigen Fragebogens, der für die Erhebung verwendet wurde, ist im Anhang I.3 zu finden. Der Fragebogen wurde ins Französische und Italienische übersetzt, um alle Sprachregionen des Landes zu erreichen. Abschliessend wurde eine Online-Version erstellt, die über eine Webadresse und einen QR-Code zugänglich ist. Die Online-Version ist sowohl auf Computern als auch auf Mobiltelefonen nutzbar. Das Ausfüllen des Fragebogens dauert etwa 20-25 Minuten.

5.1.4 Stichprobenkonzept

Das Stichprobenkonzept orientiert sich an der Methode der geschichteten Zufallsstichprobe, die auch im SVI Projekt 1999/328 [6] verwendet wurde. Dabei werden die beprobten Betriebsstätten in homogene Untergruppen (Schichten) nach verschiedenen Schichtungsmerkmalen eingeteilt. In unserem Fall sind die zwei massgebenden Merkmale der Einrichtungstyp (13 Typen) und die Betriebsgrösse (4 Klassen). Total ergeben sich 52 Schichten. Die Stichprobe wurde innerhalb jeder dieser Untergruppen nach dem Zufallsprinzip gezogen. Konkret erfolgte die Stichprobenziehung durch das Betriebs- und Unternehmensregister (BUR) des Bundesamtes für Statistik, das die Auslosung vornahm. Für die Stichprobeziehung haben wir dem BFS die NOGA-Kategorien, die wir erreichen wollten, und die Grössenklassen der Unternehmen mitgeteilt.

Die Einrichtungen wurden so gewählt, dass sie 4 Tätigkeitsfelder abdecken. Für jedes Tätigkeitsfeld wurden die zu berücksichtigenden Einrichtungstypen ausgewählt. Eine erste Auswahl der zu berücksichtigenden Einrichtungen wurde vom Bearbeitungsteam gestützt auf die Ergebnisse der Umfrage der potenziellen Kennzahlennutzer (siehe Kapitel 3.3) getroffen. Nachdem die zu berücksichtigenden Einrichtungstypen mit der Begleitgruppe abgestimmt worden waren, wurden die NOGA-Kategorien identifiziert, die die gewählten Einrichtungen enthalten. In der Tab. 14 sind die ausgewählten Einrichtungstypen nach Tätigkeitsfeld dargestellt. Die drei Spalten der Tabelle zeigen das Tätigkeitsfeld, die für jedes Tätigkeitsfeld gewählten Einrichtungstypen (Ebene 2) und die NOGA-Kategorien, in denen die Einrichtungen enthalten sind (Ebene 3). Die Bestimmung des NOGA-Codes der einzelnen Einrichtungstypen ermöglicht es, die genaue Grösse der Standorte zu ermitteln. Auf diese Weise konnte das BUR Stichproben für alle Grössenklassen auslosen. Der Hauptzweck der Berücksichtigung der Betriebsgrösse besteht darin, sicherzustellen, dass Einrichtungen unterschiedlicher Grösse erfasst werden. Dies ist von grosser Bedeutung, um falsche Schlussfolgerungen zu vermeiden, insbesondere weil die Beziehung zwischen Aufkommen und Betriebsgrösse nicht zwingend linear ist (vgl. Kapitel 2).

Sollte die Rücklaufquote zu gering sein, können die Einrichtungstypen in den 4 Tätigkeitsfeldern zusammengefasst werden, wie dies in der früher in der Schweiz durchgeführten Untersuchung geschehen ist [6].

Tab. 14 Ausgewählte Einrichtungstypen.

Ebene 1: Tätigkeitsfeld	Ebene 2: Einrichtungstyp	Ebene 3: NOGA-Bezeichnung
Distribution/Logistik		
	Nationales Warenverteilzentrum	Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Verkehr a. n. g.
	Spedition (Speditionshof)	Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Landverkehr
	Lager Stückgut (Konsumgut)	Güterbeförderung im Strassenverkehr
	Umschlaganlage (Hafen, Terminal, Freiverlade)	Lagerung
		Frachturnschlag
Produktion		
	Herstellung von Baustoffen (Zement, Beton, etc.)	Gewinnung von Natursteinen, Kies, Sand, Ton und Kaolin
		Herstellung von Erzeugnissen aus Beton, Zement und Gips
	Herstellung von Nahrungsmitteln und Getränken	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln
		Getränkherstellung

Herstellung von Gebrauchs- und Verbrauchsgütern	Textilien
	Bekleidung
	Körperpflegemittel
	Foto, el. Geräte (inkl. Uhren)
	Möbel
	Herstellung von sonstigen Waren
Handel	
Warenhaus (Hypermarkt)	Sonstiger Detailhandel mit Waren verschiedener Art
grossflächiger Einzelhandelsmarkt	Detailhandel mit Waren verschiedener Art, Hauptrichtung Nahrungs- und Genussmittel, Getränke und Tabakwaren
Dienstleistungen	
Gastronomie: Restaurants	Restaurants, Gaststätten, Imbissstuben, Cafés, Eissalons u. Ä.
Hotels	Hotels, Gasthöfe und Pensionen
Service: publikumsorientierte Dienstleistungen (z.B. Postfiliale)	Postdienste von Universaldienstleistungsanbietern
	Kreditinstitute (ohne Spezialkreditinstitute)
Büros	Architektur- und Ingenieurbüros
	Allgemeine öffentliche Verwaltung

Das BUR lieferte 8'969 Standorte, die beide Kriterien (NOGA-Kategorie, Grössenklasse) erfüllten und mehr als 2 VZÄ aufweisen. Tab. 15 zeigt die Anzahl der Standorte nach NOGA-Kategorie und Grösse der Standorte (in 4 Grössenkategorien). Standorte mit weniger als zwei VZÄ wurden nicht berücksichtigt, um mögliche Nebentätigkeiten oder reine Verwaltungsstellen (ohne physische wirtschaftliche Tätigkeit) auszuschliessen.

Tab. 15 Anzahl der Standorte/Einrichtungen nach Grösse und NOGA-Code.

Einrichtungstyp	Grössenklasse 2 – 10 VZÄ	Grössenklasse 10 – 20 VZÄ	Grössenklasse 20 – 50 VZÄ	Grössenklasse >50 VZÄ
Distribution/Logistik				
Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Verkehr a. n. g.	150	40	40	40
Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Landverkehr	40	15	15	15
Güterbeförderung im Strassenverkehr	400	120	80	40
Lagerung	30	10	10	10
Frachturnschlag	5	2	2	0
Produktion				
Gewinnung von Natursteinen, Kies, Sand, Ton und Kaolin	500	100	100	100
Herstellung von Erzeugnissen aus Beton, Zement und Gips	35	20	20	20
Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	300	150	100	65
Getränkeherstellung	50	15	15	15
Textilien	50	15	15	15
Bekleidung	50	10	9	10
Körperpflegemittel	20	10	10	10
Foto, el. Geräte (inkl. Uhren)	150	70	70	70
Möbel	60	20	20	20
Herstellung von sonstigen Waren	210	30	20	20
Handel				
Sonstiger Detailhandel mit Waren verschiedener Art	125	50	30	20
Detailhandel mit Waren verschiedener Art, Hauptrichtung Nahrungs- und Genussmittel, Getränke und Tabakwaren	500	220	150	50
Dienstleistungen				
Restaurants, Gaststätten, Imbissstuben, Cafés, Eissalons u. Ähnliches	800	500	150	15
Hotels, Gasthöfe und Pensionen	500	230	150	60
Postdienste von Universaldienstleistungsanbietern	200	90	50	30
Kreditinstitute (ohne Spezialkreditinstitute)	300	100	100	100
Architektur- und Ingenieurbüros	160	95	60	15
Allgemeine öffentliche Verwaltung	150	150	115	50
Total	4'785	2'062	1'331	790

5.1.5 Durchführung der Erhebung

Vor dem Versand der Fragebögen haben wir uns mit den wichtigsten Dachverbänden der ausgewählten Einrichtungen in Verbindung gesetzt und sie um Unterstützung gebeten, indem sie uns Zugang zu ihrer Mailingliste gewährten und die Möglichkeit gaben, ihr Logo auf dem Fragebogen zu platzieren. Die folgenden Organisationen haben uns unterstützt:

- ASTAG;
- Economiesuisse;
- Swiss Retail Federation;
- Handelsverband.swiss;
- IG Detailhandel Schweiz;
- Spedlogswiss;
- Swiss Shippers Council;
- GS1;
- VAP - Verband der verladenden Wirtschaft.

Die befragten Betriebsstätten wurden über zwei Kanäle kontaktiert: per Post und per E-Mail. 8'968 Betriebsstätten wurden per Post kontaktiert. Die Schreiben wurden am 9. Mai 2022 verschickt. Im Anschreiben wurde der 10. Juni 2022 als Frist für das Ausfüllen des Fragebogens angegeben. Gleichzeitig haben die Dachverbände den Fragebogen per Post über die Mailingliste ihren Mitgliedern zugestellt. Während der Versand über die vom BUR zur Verfügung gestellten Adressen eine Mindestabdeckung aller Regionen, aller gewünschten Einrichtungstypen und aller Unternehmensgrößen gewährleisten soll, ist die Nutzung von E-Mail dazu gedacht, die Zahl der Teilnehmer zu erhöhen. Für diesen Teil der Sendungen ist nicht bekannt, wie viele Unternehmen erreicht wurden. Während des gesamten Erhebungszeitraums standen wir für Fragen zum Ausfüllen des Fragebogens sowohl telefonisch als auch per E-Mail zur Verfügung. Zahlreiche Befragte nutzten diese Möglichkeit.

Nach der ersten Versandaktion war der Rücklauf unbefriedigend. Wir haben daher weitere Dachverbände¹² kontaktiert, um zusätzliche Unternehmen zu erreichen, und die Frist für das Ausfüllen der Formulare bis zum 21. August 2022 verlängert. Personen, welche den Fragebogen zu diesem Zeitpunkt teilweise ausgefüllt hatten, wurden persönlich kontaktiert. Bis zum Ablauf der Frist am 21. August 2022 wurden insgesamt etwa 635 Fragebögen ausgefüllt, davon 352 weitgehend. 97 der 352 weitgehend ausgefüllten Formulare wurden nach Rückfrage von den Befragten ergänzt und geprüft. Diese Formulare wurden sorgfältig ausgefüllt und womöglich revidiert und haben daher eine höhere Zuverlässigkeit.

¹² Culinaria Suisse – Verband Schweizerische Hersteller von Suppen und Saucen DSM – Dachverband Schweizerischer Müller; Foederation der Schweiz. Nahrungsmittel-Industrien (fial); Glacesuisse (nur Grosskunden); IG Bio; Interessengemeinschaft Tee, Gewürze und verwandte Produkte; Lignum Holzwirtschaft Schweiz; Schweizer Brauerei-Verband; Schweizerischer Fachverband metallverarbeitender Zulieferer SMZ; Swiss Association of Nutrition Industries (SANI); Swiss Protein Association; swisstextiles; Verband Schweizerischer Mineralquellen und Soft-Drink-Produzenten (SMS); Vereinigung der Schweizerischen Milchindustrie (VMI); VHK – Verband der Hersteller von Bäckerei- und Konditoreihalfabrikaten.

5.2 Daten aus der Befragung

5.2.1 Selektion gültiger Formulare

Die Qualität der Antworten aus den retournierten 635 Formularen ist heterogen. Einige dieser Formulare können nicht verwendet werden. Insbesondere haben wir Formulare aus den folgenden Gründen ausgeschlossen:

- Es gibt keinen Inhalt (d.h. die Formulare wurden nicht ausgefüllt);
- Wurden in weniger als 2 Minuten ausgefüllt¹³;
- Keine Anzahl Fahrten (LKW und LW) und kein Aufkommen (Menge) angegeben;
- Das Tätigkeitsfeld wurde nicht angegeben;
- Sowohl VZÄ als auch BGF wurden nicht angegeben;
- Der Fragebogen wurde als Test ausgefüllt¹⁴.

Die Stichprobe wurde dadurch auf 248 verwertbare Fragebögen reduziert. Diese sind nicht alle vollständig. Einige enthalten Informationen über die Fahrten, aber nicht das Verkehrsaufkommen in Menge oder umgekehrt. Andere enthalten die Anzahl der VZÄ, nicht aber die Bruttogeschossfläche oder umgekehrt. Obwohl diese Fragebögen nicht vollständig sind, können sie zur Berechnung der einen oder anderen Transportintensität verwendet werden und wurden daher beibehalten.

5.2.2 Beschreibung der Daten

Insgesamt wurden 248 Fragebögen für die Berechnung der Transportintensitäten und Regressionsmodelle berücksichtigt. Zunächst ist es notwendig, die Verteilung der betrachteten Fragebögen auf die Einrichtungstypen zu analysieren, um zu verstehen, ob es möglich ist, Transportintensitäten auf der Ebene der Einrichtungstypen zu berechnen oder ob eine gewisse statistische Aussagekraft nur auf der Ebene der Tätigkeitsfelder gewährleistet werden kann. Alle Ergebnisse auf Ebene der Einrichtungstypen werden im vorliegenden Bericht aufgezeigt. Auch wenn die statistische Signifikanz nicht gewährleistet ist, können sie als Referenz dienen. Mit der nötigen Vorsicht betrachtet, können sogar einzelne Daten eines Einrichtungstyps als Anhaltspunkt dienen.

Tab. 16 zeigt die durchschnittlichen Rohdatenwerte der 248 berücksichtigten Fragebögen (=Standorte) nach Einrichtungstyp und Tätigkeitsfeld.

¹³ Die Bearbeitungszeit wurde vom Online-Tool automatisch erfasst.

¹⁴ Es handelt es sich um Formulare, in die ein zufälliger Wert eingegeben wurde, um im Formular voranzukommen und die Fragen sehen zu können. Diese Fragebögen wurden in den Kommentaren als Tests bezeichnet.

Tab. 16 Durchschnittliche Werte pro Einrichtungstyp.

Einrichtungstyp	Anzahl Standorte	Anzahl Standorte mit Gleisanschl.	VZÄ	BGF [m ²]	Fahrten/Tag ausg.	Fahrten/Tag eing.	t/Tag ausg.	t/Tag eing.
Logistik	80	28	204	25'488	96	114	579	517
Lagerung	1	-	24	13'000	26	30	4	10
Spedition	32	9	121	22'381	38	40	500	517
Umschlag	1	1	48	30'000	160	160	NA	NA
Warenverteilz.	38	15	304	31'139	106	127	609	495
Andere	8	3	108	12'069	310	380	883	703
Produktion	58	8	96	60'642	44	12	545	73
Baustoffe	7	3	212	10'143	298	18	3'946	233
Gebrauchsgüter	11	-	96	2'416	4	5	1	1
Nahrungsmittel	27	5	79		8	11	35	51
				122'437				
Andere	13	-	69	8'757	10	16	84	94
Handel	32	4	355	26'883	19	23	114	148
Hauptrichtung Nahrungsmittel	10	1	955	21'612	6	8	35	136
Waren verschiedener Art	5	-	20	1'200	1	9	10	11
Andere	17	3	101	37'537	31	35	196	200
Dienstleistung	78	1	59	1'377	1	2	0	0
Büro	18	-	69	839	2	1	1	1
Gastro	18	-	58	457	2	2	0	0
Hotel	9	-	38	4'474	1	3	0	0
Service	9	-	39	763	1	1	0	0
Andere	24	1	66	1'539	0	2	1	1

6 von 12 Einrichtungstypen weisen weniger als 10 verwertbare Fragebögen auf. Auf der Ebene des Tätigkeitsfeldes sind insgesamt 80 Fragebögen für die Logistik, 58 für die Produktion, 32 für den Handel und 78 für den Dienstleistungssektor vorhanden. In der Stichprobe sind insgesamt 41 Standorte vorhanden, die über einen Gleisanschluss verfügen. Mehr als die Hälfte (28) gehört zum Logistiksektor, insbesondere Warenverteilzentren (15). Im Dienstleistungsbereich gibt es nur einen Standort mit Anschlussgleis. Es handelt sich um ein Unternehmen, das im Personentransportsektor tätig ist. Für den Einrichtungstyp Umschlag gibt es nur eine Beobachtung in der Stichprobe. Leider ist dieser Datensatz nicht vollständig: die Menge des Aufkommens in Tonnen wurde für diesen Standort nicht angegeben. Da es sich in diesem Fall um einen Standort mit Gleisanschluss handelt, stehen für diesen Einrichtungstyp keine Kennzahlen für Standorte ohne Gleisanschluss zur Verfügung. Auch für den Einrichtungstyp Lagerung gibt es nur eine Beobachtung in der Stichprobe. In diesem Fall ist der Datensatz jedoch vollständig.

Auf der Ebene der Arbeitsplätze (VZÄ) ist die Branche mit dem höchsten Durchschnitt der Handel. Die hohe Zahl der VZÄ pro Einrichtung wird vor allem durch den Einrichtungstyp Detailhandel mit Hauptrichtung Nahrungsmittel beeinflusst, in dem durchschnittlich 955 VZÄ¹⁵ beschäftigt sind. Der personalintensivste Einrichtungstyp in der Logistik ist das Warenverteilzentrum, das im Durchschnitt mehr als 300 Vollzeitkräfte beschäftigt. Der Durchschnitt der Vollzeitbeschäftigten in der gesamten Stichprobe beträgt 153. Nur Logistik und Handel liegen über diesem Durchschnitt.

¹⁵ Zahl beeinflusst von nur einem Standort mit 9'000 angegebenen VZÄ. Ohne diese beträgt der Durchschnitt 61 VZÄ.

Was die Bruttogeschossfläche in m² betrifft, liegt der Durchschnitt der gesamten Stichprobe bei 26'300 m², was im Grossen und Ganzen dem Durchschnitt des Logistik- und Handelssektors entspricht. Der Produktionssektor weist eine höhere durchschnittliche Fläche auf als die anderen Tätigkeitsfelder. Besonders flächenintensiv sind mit mehr als 120'000 m² die Nahrungsmittelproduktionsstandorte. Unter den Einrichtungstypen der Logistik sind Warenverteilzentren und Umschlag die flächenmässig grössten mit durchschnittlich etwa 30'000 m². Es muss beachtet werden, dass beim Einrichtungstyp Umschlag nur 1 Standort in der Stichprobe vorhanden ist.

Sowohl bei den Fahrten als auch beim Volumen in Tonnen hebt sich die Logistik von den anderen Tätigkeitsfeldern ab. Bei den Fahrten, die LKW und LW berücksichtigen, weist die Logistik einen Tagesdurchschnitt (gesamt ein- und ausgehend in einem Betriebstag) von über 200 Fahrten und 1'100 Tonnen aus. Der Tagesdurchschnitt aller Standorte in der Stichprobe liegt bei 90 Fahrten (45 ausgehend und 45 eingehend) und rund 540 Tonnen (343 t ausgehend und 199 t eingehend).

Wie bereits im Kapitel 5.1.4 zum Stichprobenkonzept erwähnt, ist es wichtig, verschiedene Arten von Standorten zu erfassen, sowohl hinsichtlich der Grösse (ob in VZÄ oder BGF) als auch hinsichtlich der geografischen Herkunft. Im Folgenden analysieren wir die Verteilung der Stichprobe nach verschiedenen Faktoren.

Betrachten wir zunächst die Verteilung der Stichprobe auf die Grössenklassen, kann man feststellen, dass die Stichprobe alle Grössenklassen umfasst. Kein Tätigkeitsfeld hat Grössenklassen ohne Beobachtungen, wie in Abb. 13 zu sehen ist. Die homogenste Verteilung über alle Klassen hinweg ist die des Tätigkeitsfeldes Logistik, wo sowohl die Klassen der grössten und kleinsten als auch durchschnittliche Grössenklassen gut vertreten sind.

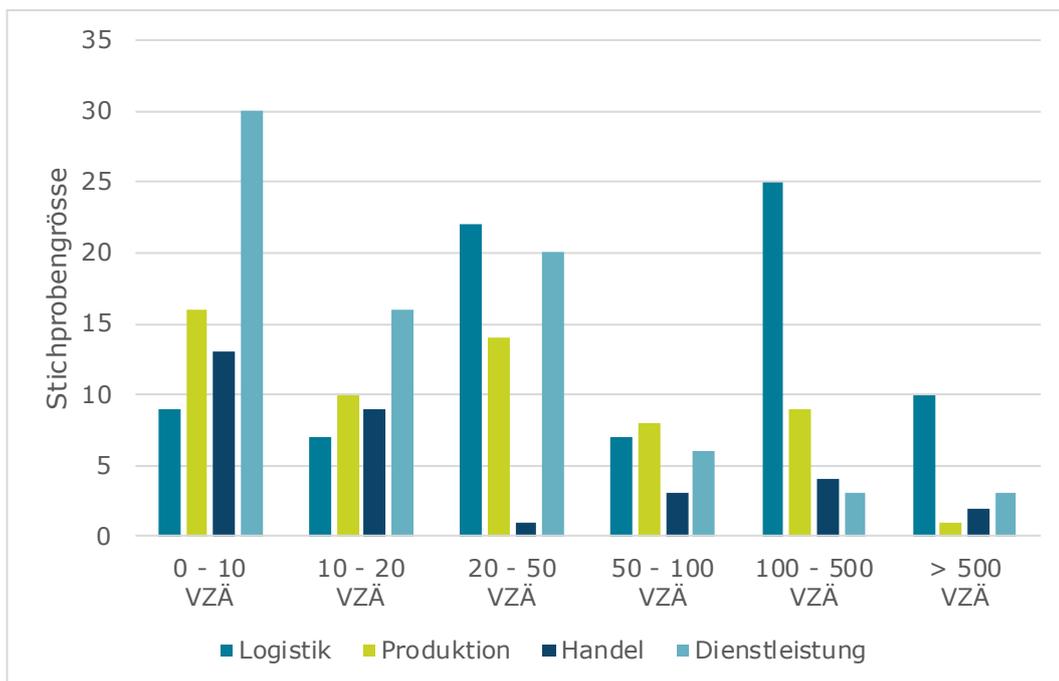


Abb. 13 Stichprobengrösse nach Anzahl VZÄ.

Auch bei der Betrachtung der Verteilung der Stichprobe (Abb. 14) hinsichtlich der Bruttogeschossfläche lässt sich feststellen, dass alle Grössenklassen relativ gut vertreten sind. Da Logistikstandorte in der Regel flächenintensiv sind, konzentrieren sie sich hauptsächlich in der Kategorie von mehr als 10'000 m². Auffällig ist die starke Konzentration von Beobachtungen in der Kategorie 100-500 m² für den Dienstleistungssektor.

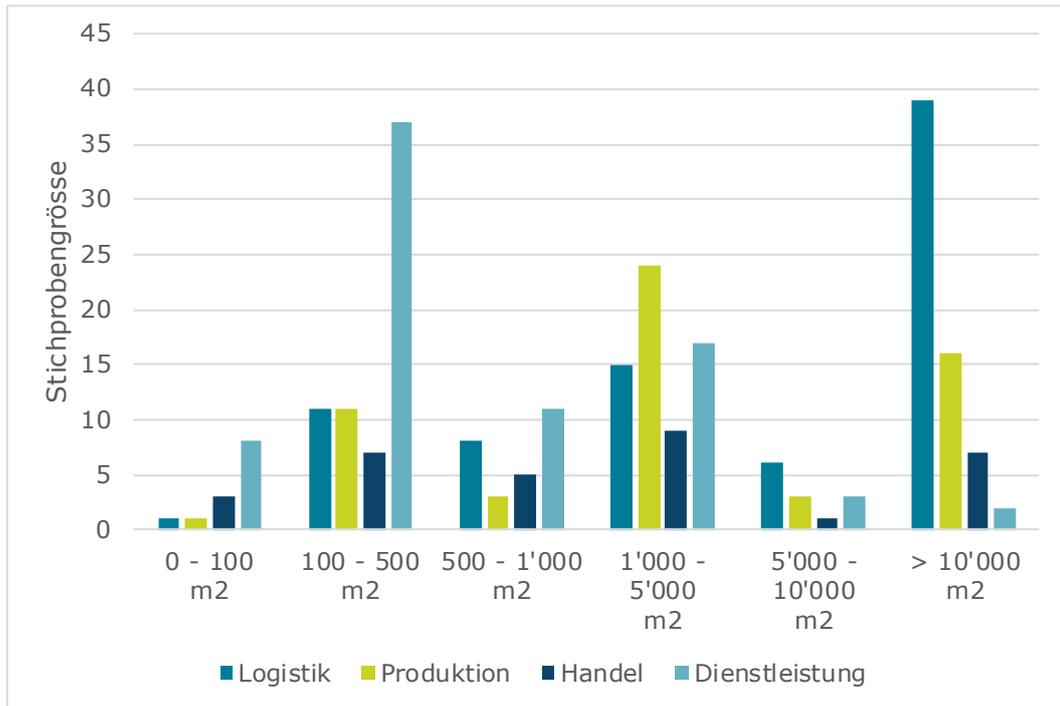


Abb. 14 Stichprobenverteilung nach Bruttogeschossfläche.

Die Abb. 15 zeigt die Verteilung der Stichprobe auf die wichtigsten Regionen. Die geografische Verteilung ist ausgewogen: alle Grossregionen (wie auch alle Sprachregionen) sind in der Stichprobe für alle Tätigkeitsfelder vertreten. Die in der Stichprobe enthaltenen Standorte der Logistikbranche sind besonders gut über das gesamte Land verteilt.

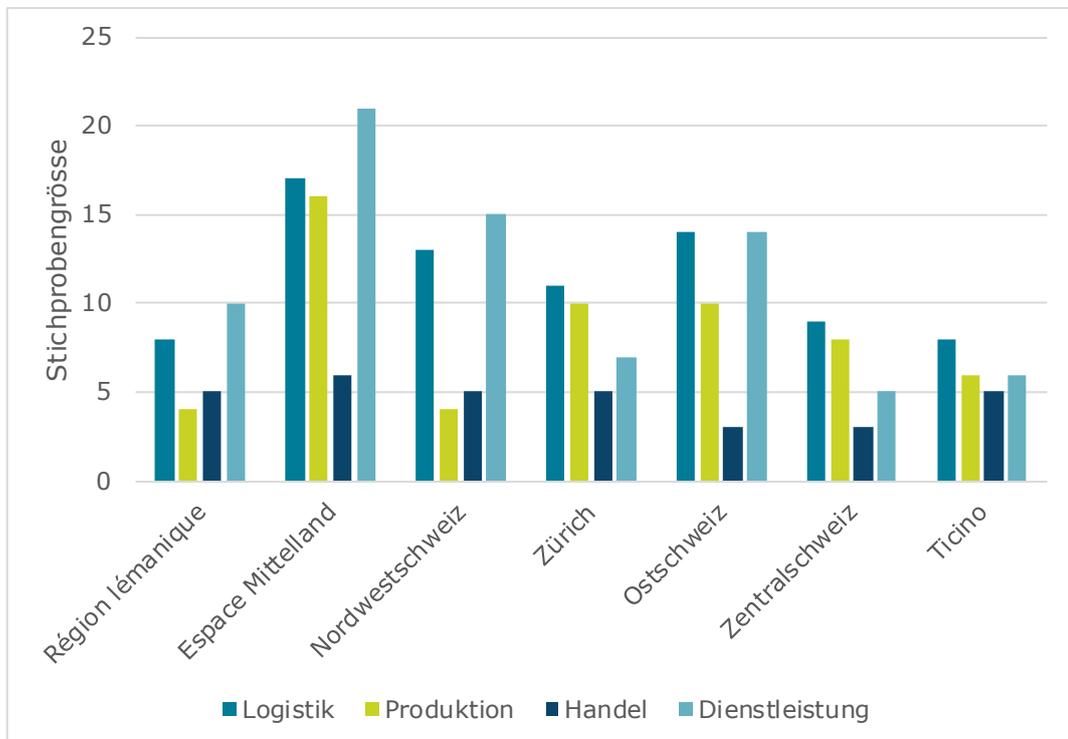


Abb. 15 Stichprobenverteilung nach Grossregion.

Die Aufkommensraten können auch je nach Art des Gebiets, in dem die Einrichtungen angesiedelt sind, stark variieren; sie können beispielsweise zwischen Standorten in Stadtzentren und solchen in eher peripheren Gebieten unterschiedlich sein. Die Stichprobe umfasst (wie in der Abb. 16 ersichtlich) alle Urbanitätsgrade nach der räumlichen Gliederung vom BFS «Städtische / Ländliche Gebiete 2000» [36]. Die einzige Lücke im Erfassungsbereich ist die Kategorie der isolierten Städte, die jedoch nur wenige Ortschaften umfasst.

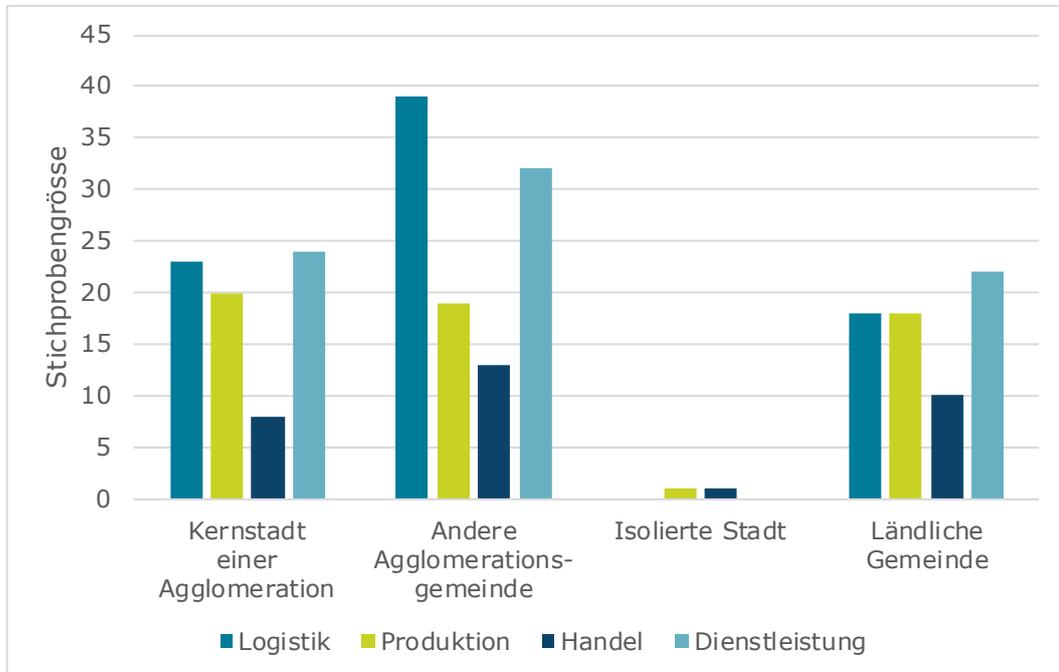


Abb. 16 Stichprobenverteilung nach Urbanitätsgrad.

5.3 Transportintensitäten aus Befragung

Die verwertbaren Fragebögen (siehe 5.2.1) wurden für die Berechnung der Transportintensitäten verwendet. Eine Definition der Transportintensitäten findet sich in Kapitel 1.4. Als Aufkommen haben wir sowohl Fahrten als auch die Menge in Tonnen verwendet. Als Bezugsgrösse haben wir die üblicherweise für die Planung eingesetzten Merkmale der Betriebsgrösse verwendet: Beschäftigung (Anzahl Beschäftigten in Vollzeitäquivalenten) und Bruttogeschossfläche (100 m²). Wir haben zwischen den Beobachtungen mit und ohne benutztes Anschlussgleis unterschieden. Die Kennzahlen wurden sowohl auf Ebene der Tätigkeitsfelder (4 Tätigkeitsfelder) als auch auf Ebene der Einrichtungen (13 Einrichtungstypen) berechnet, obwohl die Zahl der Beobachtungen für einige Einrichtungen sehr begrenzt ist.

Eine weitere Unterscheidung, die berücksichtigt wurde, ist die zwischen angezogenem (d.h. eingehendem) und erzeugtem (ausgehendem) Aufkommen. Tabellen mit allen Differenzierungen sind im Anhang zu finden (Fahrten pro Werktag Seite 162, Menge pro Werktag Seite 167). In diesem Kapitel werden nur die Tabellen für das Gesamtaufkommen (Summe aus angezogenem und erzeugtem Aufkommen) vorgestellt.

Die Fahrten beinhalten sowohl Fahrten mit Lieferwagen als auch mit LKW. Der Anteil der LW-Verkehre für jedes Tätigkeitsfeld und jeden Einrichtungstyp ist in Kapitel 5.3.5 zu finden. Die angegebenen Mengen in Tonnen enthalten sowohl das Aufkommen auf der Strasse als auch auf der Schiene.

Im Fragebogen musste die Befragten das Aufkommen einer typischen Woche angeben. Aufgrund der Heterogenität der Produktionsprozesse der Einrichtungen wurde auch nach der Anzahl der Betriebstage pro Woche gefragt. Das Aufkommen der Standorte wurde durch die jeweilige Anzahl Betriebstage pro Woche geteilt. Die hier dargestellten Kennwerte sind als Durchschnittswerte pro Betriebstag zu verstehen.

In diesem Kapitel beziehen wir uns auf Fahrten gemäss der Definition in 1.4. Das Verkehrsaufkommen ist als die Summe aller Transportanfänge und -enden zu verstehen. Jede Anlieferung (bzw. Auslieferung) entspricht 2 Fahrten: eine Zu- und Wegfahrt. Die Anziehung ist als Summe aller Fahrten im Zusammenhang mit den Anlieferungen an einem Standort zu verstehen. Umgekehrt gilt als Erzeugung die Summe aller Fahrten, die mit Auslieferungen verbunden sind, die von einem Standort aus durchgeführt werden.

Erwartungsgemäss sind die Daten sehr heterogen und weisen einige extreme Werte nach oben auf. Aus diesem Grund haben wir für die Berechnung der Transportintensitäten den Median statt des Durchschnitts verwendet. Der Durchschnitt würde nämlich durch die Extremwerte nach oben verzerrt. Im Gegensatz dazu ist der Median robuster: Er ist der Wert, der die obere Hälfte von der unteren Hälfte einer Datenstichprobe trennt und wird deshalb nicht von den hohen Extremwerten beeinflusst. Aufgrund der grossen Streuung der Daten, geben wir für jede Kennzahl die Standardabweichung sowie den Wert des ersten und dritten Quartils an. Die Standardabweichung ist ein Mass für die Streuung von Daten um den Mittelwert¹⁶. Bei stark streuenden Werten nimmt die Standardabweichung zu. Quartile geben den Wert an, bei dem ein bestimmter Anteil der Stichprobe kleiner ist als der Quartil-Wert selbst, der Rest der Stichprobe weist grössere Werte auf. Das erste Quartil ist der Wert, bei dem 25 % der Beobachtungen in der Stichprobe niedriger und 75 % höher sind. Analog dazu ist das dritte Quartil der Wert, bei dem 75 % der Beobachtungen in der Stichprobe niedriger und 25 % höher sind. Der Median liegt zwischen diesen beiden Werten. Als Ergänzung werden auch die Mittelwerte aufgeführt.

5.3.1 Aufkommen in Tonnen pro VZÄ-Arbeitsplatz

Zur Berechnung der Kennzahl Aufkommen in Tonnen pro VZÄ konnten wir uns auf 198 Datensätze stützen, die sowohl Angaben zur Menge in Tonnen als auch zur Anzahl der VZÄ enthalten: 164 ohne und 34 mit Anschlussgleis.

Bei den Standorten ohne Anschlussgleis, weist mit 3.08 t pro VZÄ und Betriebstag das Tätigkeitsfeld der Logistik die höchste Transportintensität auf (siehe Tab. 17). Der Handel liegt mit 0.63 Tonnen pro VZÄ und Betriebstag weit dahinter. Noch weiter entfernt ist der Produktionssektor, für den der Medianwert bei 0.08 Tonnen pro VZÄ liegt. Sowohl die Kennwerte von Produktion und Handel zeichnen sich durch eine hohe Standardabweichung aus. Wie zu erwarten, erzeugt der Dienstleistungssektor ein sehr geringes Verkehrsaufkommen in Tonnen.

¹⁶ Obwohl die Standardabweichung auf den Mittelwert und nicht auf den Median bezogen ist, ist sie dennoch das am häufigsten verwendete Mass für die Streuung von Daten, da sie die Abweichungen aller Datenpunkte vom Mittelwert berücksichtigt und somit ein umfassenderes Bild der Verteilung der Daten liefert.

Tab. 17 Aufkommen in Tonnen pro VZÄ pro Betriebstag – ohne Anschlussgleis.

Einrichtungstyp	Median	Mittelwert	Std. Abw.	1. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	3.08	5.81	7.39	0.55	8.12	40
Lagerung	0.58	0.58	NA	0.58	0.58	1
Spedition	6.67	8.91	8.62	3.95	10.41	20
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteilzentrum	0.92	1.62	2.32	0.20	1.69	16
Andere	11.84	9.14	7.18	6.42	13.21	3
Produktion	0.08	5.85	23.62	0.01	0.44	46
Baustoffe	5.87	23.68	39.05	2.12	27.42	4
Gebrauchsgüter	0.01	0.02	0.05	0.00	0.02	11
Nahrungsmittel	0.33	7.71	31.04	0.06	0.99	20
Andere	0.01	1.81	5.70	0.00	0.22	11
Handel	0.63	15.43	57.08	0.07	2.12	20
Nahrungsmittel	0.76	5.21	12.14	0.18	1.31	7
Andere Waren	0.29	1.35	2.31	0.06	1.58	4
Andere	1.16	29.63	84.90	0.05	3.47	9
Dienstleistung	0.00	0.07	0.27	0.00	0.04	58
Büro	0.00	0.22	0.54	0.00	0.14	14
Gastro	0.01	0.03	0.03	0.00	0.05	14
Hotel	0.02	0.03	0.02	0.00	0.05	9
Service	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9
Andere	0.01	0.02	0.03	0.00	0.02	12

Insgesamt gibt es 34 Standorte, die ihr Aufkommen in Tonnen angegeben haben und einen Gleisanschluss verwenden. Wir erinnern daran, dass Aufkommen sowohl Strassen- als auch Schienenverkehr umfasst.

So ist es nicht verwunderlich, dass in der Logistikbranche die Aufkommensrate der Standorte mit Gleisanschluss mehr als doppelt so hoch ist wie diejenige der Standorte ohne Gleisanschluss. Der Medianwert beträgt 7.52 Tonnen pro VZÄ und Betriebstag und die zwei Quartile variieren zwischen 3.18 und 13.46 Tonnen pro Betriebstag.

Bei Produktion (4.01 t /VZÄ) und Handel (3.75 t /VZÄ) ist der Unterschied zu den Standorten ohne Gleisanschluss noch deutlicher. Bei der Produktion weist mit einem Medianwert von etwa 9 t/VZÄ die Produktion von Baustoffen die höchste Transportintensität auf. Im Dienstleistungsbereich ist ein Standort mit Gleisanschluss in der Stichprobe vorhanden, aber das generierte Tonnen-Aufkommen pro VZÄ ist marginal.

Tab. 18 Aufkommen in Tonnen pro VZÄ pro Betriebstag – mit Anschlussgleis, Aufkommen Strasse und Schiene.

Einrichtungstyp	Median	Mittelwert	Std. Abw.	1. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	7.40	10.52	13.99	2.29	13.36	22
Lagerung	NA	NA	NA	NA	NA	-
Spedition	13.05	12.08	4.04	9.80	14.07	7
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteiler	4.44	10.01	18.73	1.33	7.47	12
Andere	12.12	8.96	7.86	6.07	13.43	3
Produktion	4.01	25.79	57.37	0.55	12.23	8
Baustoffe	9.09	11.36	9.36	6.21	15.37	3
Gebrauchsgüter	NA	NA	NA	NA	NA	-
Nahrungsmittel	0.67	34.45	73.94	0.21	4.68	5
Andere	NA	NA	NA	NA	NA	-
Handel	3.75	7.48	6.52	3.71	9.38	3
Nahrungsmittel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere Waren	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	3.75	7.48	6.52	3.71	9.38	3
Dienstleistung	0.01	0.01	NA	0.01	0.01	1
Büro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Gastro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Hotel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Service	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.01	0.01	NA	0.01	0.01	1

5.3.2 Aufkommen in Fahrten pro VZÄ-Arbeitsplatz

Zur Berechnung der Kennzahl Aufkommen in Fahrten pro VZÄ konnten wir uns auf 236 Datensätze stützen, die sowohl Angaben zur zu den Fahrten mit LW und LKW als auch zur Anzahl der VZÄ enthalten: 195 ohne und 41 mit Anschlussgleis.

Tab. 19 Aufkommen in Fahrten pro VZÄ pro Betriebstag – ohne Anschlussgleis.

Einrichtungstyp	Median	Mittelwert	Std. Abw.	1. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	0.51	1.63	2.71	0.32	1.71	51
Lagerung	2.33	2.33	NA	2.33	2.33	1
Spedition	0.42	1.17	1.91	0.33	0.75	23
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteilzentrum	0.82	1.85	3.35	0.30	1.85	23
Andere	2.38	2.86	2.97	0.63	4.61	4
Produktion	0.28	1.18	3.04	0.14	0.82	48
Baustoffe	0.60	4.56	8.16	0.39	4.78	4
Gebrauchsgüter	0.18	0.47	0.88	0.09	0.34	11
Nahrungsmittel	0.37	1.26	2.93	0.14	1.10	20
Andere	0.23	0.62	0.80	0.14	0.60	13
Handel	0.54	1.35	1.96	0.34	1.59	28
Nahrungsmittel	0.48	0.67	0.58	0.30	0.86	9
Andere Waren	0.55	1.38	1.98	0.40	0.87	5
Andere	0.77	1.78	2.46	0.35	1.63	14
Dienstleistung	0.10	0.29	0.44	0.04	0.33	68
Büro	0.07	0.16	0.23	0.05	0.15	15
Gastro	0.33	0.60	0.56	0.19	1.12	17
Hotel	0.08	0.20	0.24	0.06	0.21	9
Service	0.05	0.12	0.19	0.02	0.11	9
Andere	0.07	0.25	0.49	0.02	0.18	18

Im Unterschied zur Kennzahl Aufkommen in Tonnen pro VZÄ ist bei der Kennzahl Fahrten pro VZÄ (Tab. 19) der Handel mit 0.54 Fahrten pro VZÄ und Betriebstag der Sektor mit der höchsten Transportintensität. Die Logistik liegt mit 0.51 Fahrten pro VZÄ auf dem gleichen Niveau, während das produzierende Gewerbe etwa die Hälfte des entsprechenden Aufkommens generiert (0.28 Fahrten pro VZÄ). Der Unterschied zwischen den einzelnen Tätigkeitsfeldern ist bei den Fahrten pro VZÄ viel geringer als beim Tonnen-Aufkommen pro VZÄ.

Auf der Ebene der Einrichtungstypen ist der Handelssektor mit Raten zwischen 0.48 und 0.55 und einer Standardabweichung von 1.96 eher homogen (bis 0.77, wenn man auch die Kategorie «Andere» berücksichtigt). Die Unterschiede zwischen den Einrichtungen des Logistiksektors sind grösser, wobei der Einrichtungstyp Lagerung höhere Aufkommensraten aufweist als die anderen. Die Stichprobe für diesen Einrichtungstyp ist jedoch auf eine einzelne Beobachtung beschränkt. Eine leicht grössere Heterogenität ist im Produktionssektor zu beobachten, wo die Standardabweichung 3.04 bei einem Mittelwert von 1.18 beträgt. Im Gegensatz zu den Kennzahlen für die Menge gibt es beachtliche Aufkommensraten im Dienstleistungssektor, insbesondere in der Gastronomie, die 0.33 Fahrten pro VZÄ aufweist.

Betrachtet man die Standorte, die einen Gleisanschluss nutzen (Tab. 20), so zeigt sich, dass das Verkehrsaufkommen im Logistikbereich im Wesentlichen das gleiche ist wie bei den

Standorten ohne Gleisanschluss. Die Raten für erstere sind 0.62 Fahrten pro VZÄ und Betriebstag und durch eine höhere Standardabweichung charakterisiert (20.36 anstatt 2.71 bei den Standorten ohne Gleisanschluss). Besonders hoch ist die Kennzahl zum Einrichtungstyp Umschlag, wobei die Stichprobe hier nur eine Beobachtung enthält.

Bei den nicht logistischen Tätigkeitsfeldern generieren Standorte mit Gleisanschluss mehr Verkehrsaufkommen pro VZÄ als solche ohne Gleisanschluss. In der Produktion ist das Aufkommen mit einer Rate von 0.86 Fahrten pro VZÄ etwa dreimal so gross, im Handel eineinhalbmals so gross (0.80 Fahrten pro VZÄ).

Tab. 20 Aufkommen in Fahrten pro VZÄ pro Betriebstag – mit Anschlussgleis.

Einrichtungstyp	Median	Mittelwert	Std. Abw.	1. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	0.62	7.31	20.36	0.44	2.27	28
Lagerung	NA	NA	NA	NA	NA	-
Spedition	0.61	6.66	18.01	0.48	0.76	9
Umschlag	6.67	6.67	NA	6.67	6.67	1
Warenverteilzentrum	0.56	8.33	24.67	0.36	1.71	15
Andere	2.25	4.34	4.12	1.97	5.67	3
Produktion	0.86	3.38	7.67	0.22	1.11	8
Baustoffe	0.93	1.10	0.42	0.86	1.26	3
Gebrauchsgüter	NA	NA	NA	NA	NA	-
Nahrungsmittel	0.25	4.75	9.83	0.14	0.95	5
Andere	NA	NA	NA	NA	NA	-
Handel	0.80	0.70	0.50	0.59	0.90	4
Nahrungsmittel	0.00	0.00	NA	0.00	0.00	1
Andere Waren	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.81	0.93	0.23	0.80	1.00	3
Dienstleistung	0.01	0.01	NA!	0.01	0.01	1
Büro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Gastro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Hotel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Service	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.01	0.01	NA	0.01	0.01	1

5.3.3 Aufkommen in Tonnen pro Bruttogeschossfläche

Zur Berechnung der Kennzahl Aufkommen in Tonnen pro 100 m² BGF konnten wir uns auf 198 Datensätze stützen, die sowohl Angaben zur Menge in Tonnen als auch zur BGF enthalten: 164 ohne und 34 mit Anschlussgleis

Die Tab. 21 zeigt die Kennzahlen Aufkommen in Tonnen pro 100 m² BGF pro Betriebstag.

Tab. 21 Aufkommen in Tonnen pro 100 m² BGF pro Betriebstag – ohne Anschlussgleis.

Einrichtungstyp	Median	Mittelwert	Std. Abw.	1. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	2.22	9.74	18.72	0.56	7.22	40
Lagerung	0.11	0.11	NA	0.11	0.11	1
Spedition	3.63	12.72	23.69	1.29	7.58	20
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteilzentrum	0.84	5.34	9.21	0.27	3.59	16
Andere	7.03	16.63	22.47	3.79	24.67	3
Produktion	0.08	1.02	2.82	0.01	0.44	46
Baustoffe	0.85	3.03	4.82	0.67	3.21	4
Gebrauchsgüter	0.03	0.05	0.08	0.01	0.04	11
Nahrungsmittel	0.41	1.39	3.46	0.20	0.78	20
Andere	0.02	0.59	1.72	0.01	0.18	11
Handel	0.63	16.12	57.49	0.07	2.12	20
Nahrungsmittel	0.57	7.83	18.25	0.27	2.16	7
Andere Waren	1.10	1.75	2.22	0.15	2.70	4
Andere	0.58	28.95	85.14	0.15	1.04	9
Dienstleistung	0.00	0.14	0.37	0.00	0.04	58
Büro	0.03	0.30	0.68	0.00	0.10	14
Gastro	0.03	0.15	0.27	0.01	0.10	14
Hotel	0.03	0.04	0.03	0.01	0.06	9
Service	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	9
Andere	0.03	0.10	0.14	0.00	0.15	12

Mit 2.22 Tonnen ist der Logistiksektor derjenige Sektor, der das höchste Verkehrsaufkommen in Tonnen pro 100 m² BGF erzeugt. Wie wir in der Beschreibung der Daten gesehen haben, ist die durchschnittliche BGF-Fläche eines Standorts im Tätigkeitsfeld der Logistik und im Handel etwa gleich, während die Produktion deutlich flächenintensiver ist. Dies spiegelt sich auch in den Raten wider: Der Handelssektor erzeugt in einem durchschnittlichen Betriebstag 0.63 Tonnen pro 100 m² BGF, während der Produktionssektor nur 0.08 Tonnen erzeugt. Wie erwartet, erzeugt der Dienstleistungssektor ein sehr geringes Aufkommen.

Auf der Ebene des Einrichtungstyps im Tätigkeitsfeld der Logistik haben die Standorte in der Spedition die höchste Rate. An diesen Standorten werden etwa 3.63 Tonnen pro 100 m² BGF an- und ausgeliefert. Bei der Produktion verzeichnet die Baustoffen-Produktion mit 0.85 Tonnen die höchsten Werte. Im Handel ist der Handel mit anderen Waren ohne Hauptrichtung Nahrungsmittel mit 1.10 Tonnen pro 100 m² BGF am grössten.

Tab. 22 zeigt die Kennzahlen Tonnen pro 100 m² BGF für die Standorte, die ein Anschlussgleis haben und benützen. Ähnlich wie für das Aufkommen pro VZÄ kann auch für das Aufkommen pro BGF beobachtet werden, dass die Logistikbranche bei Vorhandensein eines Anschlussgleises deutlich mehr Tonnen-Aufkommen generiert. Pro 100 m² BGF werden in der Logistikbranche 3.64 Tonnen pro Betriebstag erzeugt und angezogen. Das Aufkommen pro 100 m² BGF in den Tätigkeitsfeldern Handel (3.75 Tonnen) und Produktion (4.01 Tonnen) ist ähnlich hoch wie in der Logistik.

Tab. 22 Aufkommen in Tonnen pro 100 m² BGF pro Betriebstag – mit Anschlussgleis, Aufkommen Strasse und Schiene.

Einrichtungstyp	Median	Mittelwert	Std. Abw.	1. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	3.64	10.63	23.64	1.46	7.41	22
Lagerung	NA	NA	NA	NA	NA	-
Spedition	5.47	19.45	40.23	2.95	6.41	7
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteil	2.14	5.53	9.38	1.14	5.00	12
Andere	11.20	10.43	9.98	5.64	15.60	3
Produktion	4.01	71.48	198.53	0.55	12.23	8
Baustoffe	4.00	190.15	322.73	3.82	283.40	3
Gebrauchsgüter	NA	NA	NA	NA	NA	-
Nahrungsmittel	0.11	0.28	0.43	0.02	0.22	5
Andere	NA	NA	NA	NA	NA	-
Handel	3.75	1.65	1.20	3.71	9.38	3
Nahrungsmittel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere Waren	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	1.25	1.65	1.20	0.98	2.13	3
Dienstleistung	0.01	0.11	NA	0.01	0.01	1
Büro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Gastro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Hotel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Service	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.11	0.11	NA	0.11	0.11	1

5.3.4 Aufkommen in Fahrten pro Bruttogeschossfläche

Zur Berechnung der Kennzahl Fahrten pro BGF konnten wir uns auf 236 Datensätze stützen, die sowohl Angaben zur Menge in Tonnen als auch zur Anzahl der VZÄ enthalten: 195 ohne und 41 mit Anschlussgleis.

Tab. 23 Aufkommen in Fahrten pro 100 m² BGF pro Betriebstag – ohne Anschlussgleis.

Einrichtungstyp	Median	Mittelwert	Std. Abw.	1. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	0.67	3.51	6.88	0.22	2.38	51
Lagerung	0.43	0.43	NA	0.43	0.43	1
Spedition	0.23	2.84	7.22	0.19	1.56	23
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteilzentrum	1.79	3.94	6.52	0.50	3.11	23
Andere	1.46	5.59	8.98	0.53	6.52	4
Produktion	0.31	1.05	1.93	0.12	0.78	48
Baustoffe	0.11	0.59	1.01	0.07	0.64	4
Gebrauchsgüter	0.35	0.97	1.77	0.23	0.75	11
Nahrungsmittel	0.47	1.30	2.10	0.13	0.99	20
Andere	0.16	0.88	2.13	0.10	0.48	13
Handel	0.95	2.23	2.68	0.32	3.67	28
Nahrungsmittel	0.80	1.66	2.00	0.40	1.88	9
Andere Waren	1.20	3.35	3.99	0.87	4.67	5
Andere	0.83	2.19	2.61	0.20	4.77	14
Dienstleistung	0.28	0.95	1.69	0.10	0.91	68
Büro	0.22	0.38	0.45	0.11	0.49	15
Gastro	1.40	2.02	1.87	0.67	3.04	17
Hotel	0.12	0.26	0.28	0.05	0.39	9
Service	0.34	0.43	0.42	0.14	0.58	9
Andere	0.20	1.02	2.41	0.07	0.59	18

Bei den Fahrten variieren die Kennwerte für die Standorte ohne Anschlussgleis bei den Tätigkeitsfeldern zwischen 0.28 und 0.95 (Tab. 23). Am höchsten ist der Wert für den Handel mit 0.95 Fahrten pro 100 m² BGF, der auch höher ist als der Wert für die Logistik mit 0.67 Fahrten. Der Produktions- und Dienstleistungssektor liegt bei etwa 0.30 Fahrten pro 100 m² BGF pro Betriebstag.

Die Einrichtung, die das meiste Aufkommen generiert, ist das Warenverteilzentrum mit 1.79 Fahrten pro 100 m² BGF. Ausserhalb des Tätigkeitsfelds der Logistik generiert der Handel mit sonstigen Waren ohne Hauptrichtung Nahrungsmittel mit 1.20 Fahrten pro 100 m² BGF pro Betriebstag das höchste Aufkommen. In der Produktion generiert die Produktion von Nahrungsmitteln mit 0.47 Fahrten am meisten Fahrten pro 100 m² BGF. In der Dienstleistung weist die Gastronomie (1.40 Fahrten pro 100 m² BGF) das höchste Aufkommen pro BGF auf.

Wenn man die Kennzahlen von Standorten mit Anschlussgleis in der Tab. 24 betrachtet, sieht man, dass die Logistik leicht tiefere Kennwerte als bei den Standorten ohne Anschlussgleis aufweist: 0.49 anstatt 0.67 Fahrten pro 100 m² BGF. Produktion und Handel haben ähnliche Kennwerte von 0.27 bzw. 0.20 Fahrten pro 100 m² BGF.

Tab. 24 Aufkommen in Fahrten pro 100 m2 BGF pro Betriebstag – mit Anschlussgleis.

Einrichtungstyp	Median	Mittelwert	Std. Abw.	1. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	0.49	2.65	4.28	0.29	3.44	28
Lagerung	NA	NA	NA	NA	NA	-
Spedition	0.32	2.26	3.54	0.17	3.37	9
Umschlag	1.07	1.07	NA	1.07	1.07	1
Warenverteilzentrum	0.48	1.44	2.11	0.29	1.00	15
Andere	15.00	10.43	7.92	8.14	15.00	3
Produktion	0.27	5.65	14.32	0.04	1.44	8
Baustoffe	1.12	14.16	23.28	0.72	21.08	3
Gebrauchsgüter	NA	NA	NA	NA	NA	-
Nahrungsmittel	0.04	0.54	1.04	0.03	0.23	5
Andere	NA	NA	NA	NA	NA	-
Handel	0.20	0.17	0.11	0.12	0.25	4
Nahrungsmittel	0.02	0.02	NA	0.02	0.02	1
Andere Waren	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.24	0.22	0.06	0.20	0.25	3
Dienstleistung	0.05	0.05	NA	0.05	0.05	1
Büro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Gastro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Hotel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Service	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.05	0.05	NA	0.05	0.05	1

5.3.5 Anteil Lieferwagen und Be-/Entladezeit

Tab. 25 zeigt den durchschnittlichen Anteil der Fahrten nach Einrichtungstyp, die mit Lieferwagen durchgeführt werden. Dies wird sowohl für Standorte mit als auch ohne Gleisanschluss aufgeführt.

Tab. 25 Anteil Lieferwagen an Fahrten-Aufkommen nach Einrichtungstyp – mit und ohne Anschlussgleis.

	Ohne Anschlussgleis	Mit Anschlussgleis
Logistik	26%	11%
Lagerung	46%	NA
Spedition	19%	14%
Umschlag	NA	0%
Warenverteilzentrum	33%	5%
Andere	23%	34%
Produktion	45%	18%
Baustoffe	8%	6%
Gebrauchsgüter	70%	NA
Nahrungsmittel	34%	26%
Andere	51%	NA
Handel	34%	6%
Hauptrichtung Nahrungsmittel	30%	13%
Verschiedene Waren	56%	MA
Andere	29%	4%
Dienstleistung	71%	17%
Büro	88%	NA
Gastro	69%	NA
Hotel	61%	NA
Service	83%	NA
Andere	58%	17%

Der Dienstleistungssektor weist die höchste Quote auf: mit einem Anteil von 71 % ist er das einzige Tätigkeitsfeld mit einem Anteil von über 50 %. Das Vorherrschen von LWs im Dienstleistungssektor war zu erwarten und bestätigt die Erkenntnisse hinsichtlich der aus den vorhandenen Statistiken abgeleiteten Transportintensitäten. Interessant ist auch, dass die Anteile der Lieferwagen an Standorten mit Anschlussgleis immer niedriger sind als die an Standorten ohne Gleisanschluss, weil sie mehr bahnaffine Güter abwickeln (wie z.B. Massengüter, Rohstoffe, usw.) die typischerweise eher per LKW transportiert werden.

Tab. 26 zeigt die durchschnittliche Umschlagszeit (Be-/Entlad) für LW und LKW differenziert nach Einrichtungstyp. Bei den LW weist die Logistik etwas längere Zeiten (20 Minuten) auf als die anderen Sektoren. Für die nichtlogistischen Tätigkeitsfelder dauern die Be-/Entladezeiten rund 15 Minuten.

Die Be-/Entladezeit von LKW ist wenig erstaunlich länger als die von LW und beträgt etwa 30 Minuten. Für Einrichtungstypen im Dienstleistungssektor ist sie deutlich kürzer (17 Minuten).

Tab. 26 Durchschnittliche Be-/Entladezeit LW und LKW [min] nach Einrichtungstyp.

	Durchschnittliche Be-/Entladezeit LW [min]	Durchschnittliche Be-/Entladezeit LKW [min]
Logistik	20	32
Lagerung	15	30
Spedition	12	21
Umschlag	NA	30
Warenverteilzentrum	27	37
Andere	32	52
Produktion	14	31
Baustoffe	8	36
Gebrauchsgüter	22	19
Nahrungsmittel	11	29
Andere	14	42
Handel	17	27
Hauptrichtung Nahrungsmittel	14	31
Verschiedene Waren	13	28
Andere	21	24
Dienstleistung	13	17
Büro	15	23
Gastro	12	16
Hotel	18	18
Service	10	13
Andere	12	15

5.3.6 Diskussion der Transportintensitäten

Trotz einer niedrigen Rücklaufquote bei der Befragung und einer heterogenen Datenqualität (vgl. unten) gilt es einige positive Aspekte bzgl. der erhobenen Datensätze zu erwähnen. Auf der Ebene Tätigkeitsfelder ist der Datensatz sowohl geografisch als auch hinsichtlich der Grössenklassen der kontaktierten Standorte bzw. Betriebsstätten gut verteilt, sowohl was die Anzahl der Beschäftigten (VZÄ) als auch die Fläche (BGF) betrifft. Das Stichprobenkonzept mit (teilweiser) geschichteter Zufallsstichprobe gewährleistete eine gute Mindestabdeckung der betrachteten Einrichtungstypen. Positiv ist auch, dass mehr als 15 % der erfassten Standorte ein Anschlussgleis nutzen. Dies ermöglichte es, zumindest für diejenigen Kategorien, in denen die Nutzung von Anschlussgleisen verbreitet ist, für diese Standorte separate Transportintensitäten zu berechnen.

In Tab. 27 und Tab. 28 sind alle in diesem Kapitel vorgestellten Ergebnisse zusammengefasst. Zu beachten ist, dass dies die gesamten Fahrten und Mengen sind, d.h. die Summe der

angezogenen und erzeugten Aufkommen jeweils in Tonnen oder Fahrten (Summe von LKW und LW, bei Standorten mit Gleisanschluss umfasst die Menge in Tonnen sowohl die Strasse als auch die Schiene.). Im Anhang (Fahrten pro Werktag Seite 162, Menge pro Werktag Seite 167) sind die vollständigen Ergebnisse differenziert nach Anziehung und Erzeugung enthalten.

Anhand der beiden Tabellen lässt sich den Unterschied bei den Transportintensitäten zwischen Standorten mit und ohne Anschlussgleisen beobachten. Auffallend ist, dass in allen Tätigkeitsfelder (bis auf Dienstleistung) die Transportintensitäten für die Fahrten mit Bezugsgrösse VZÄ bei Standorten ohne Gleisanschluss geringer sind. Auf der Ebene des Aufkommens in Tonnen pro VZÄ ist es jedoch nicht überraschend zu beobachten, dass Standorte mit Gleisanschluss deutlich mehr Tonnen pro VZÄ generieren. In allen Fällen ist das Aufkommen in Tonnen pro VZÄ bei Standorten mit Anschlussgleis mehr als doppelt so hoch wie bei solchen ohne. Für die Transportintensitäten pro VZÄ kann daher geschlossen werden, dass Standorte mit Anschlussgleis pro VZÄ relativ geringfügig mehr Aufkommen in Fahrten generieren für die zusätzliche Menge in Tonnen, die sie abwickeln.

Tab. 27 Überblick Aufkommen pro VZÄ nach Tätigkeitsfeld mit und ohne Gleisanschluss.

Tätigkeitsfeld		Fahrten pro VZÄ pro Betriebstag			Tonnen pro VZÄ pro Betriebstag (Strasse und Schiene)		
		1. Quartil	Median	3. Quartil	1. Quartil	Median	3. Quartil
Ohne Gleisanschluss	Logistik	0.32	0.51	1.71	0.55	3.08	8.12
	Produktion	0.14	0.28	0.82	0.01	0.08	0.44
	Handel	0.34	0.54	1.59	0.07	0.63	2.12
	Dienstleistung	0.04	0.10	0.33	0.00	0.00	0.04
Mit Gleisanschluss	Logistik	0.44	0.62	2.27	2.29	7.40	13.36
	Produktion	0.22	0.86	1.11	0.55	4.01	12.23
	Handel	0.59	0.80	0.90	3.71	3.75	9.38
	Dienstleistung	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

Wird die BGF als Bezugsgrösse genommen, so ist die Auswirkung von Anschlussgleisen auf die Erzeugung von Fahrten umgekehrt zum vorherigen Fall: alle Standorte ohne Gleisanschluss generieren mehr Fahrten pro 100 m² BGF als diejenige mit Gleisanschluss. Beim Aufkommen in Tonnen hingegen ist der Unterschied deutlich: Standorte mit Gleisanschluss erzeugen mehr Tonnen pro 100 m² BGF.

Tab. 28 Überblick Aufkommen pro BGF nach Tätigkeitsfeld mit und ohne Gleisanschluss.

Tätigkeitsfeld		Fahrten pro 100 m ² BGF pro Betriebstag			Tonnen pro 100 m ² BGF pro Betriebstag (Strasse und Schiene)		
		1. Quartil	Median	3. Quartil	1. Quartil	Median	3. Quartil
Ohne Gleisanschluss	Logistik	0.22	0.67	2.38	0.56	2.22	7.22
	Produktion	0.12	0.31	0.78	0.01	0.08	0.44
	Handel	0.32	0.95	3.67	0.07	0.63	2.12
	Dienstleistung	0.10	0.28	0.91	0.00	0.00	0.04
Mit Gleisanschluss	Logistik	0.29	0.49	3.44	1.46	3.64	7.41
	Produktion	0.04	0.27	1.44	0.55	4.01	12.23
	Handel	0.12	0.20	0.25	3.71	3.75	9.38
	Dienstleistung	0.05	0.05	0.05	0.01	0.01	0.01

Mögliche Erklärungen für die grossen Standardabweichungen der ermittelten Transportintensitäten

Die in diesem Kapitel vorgestellten Ergebnisse sind mit starken Unsicherheiten behaftet. Die Vorhersage des Aufkommens, sei es in Tonnen oder in Fahrten, für Unternehmen, die sich stark voneinander unterscheiden können, obwohl sie der gleichen Kategorie angehören, bleibt eine äusserst schwierige Aufgabe und unterliegt naturgemäss einer grossen Ungenauigkeit.

In unserem Datensatz gibt es 20 Standorte, die zur gleichen Firma und zum gleichen Einrichtungstyp gehören. Dies bot die Gelegenheit, die Grösse der Standardabweichung im Falle einer idealen Homogenitätssituation zu untersuchen. Aus diesem Vergleich lässt sich schliessen, dass die Standardabweichungen für Transportintensitäten mit Bezugsgrösse BGF grösser sind als für solche mit Bezugsgrösse VZÄ. Gleichzeitig sind sie für Aufkommen in Tonnen grösser als für Aufkommen in Fahrten. Dies entspricht auch den Erkenntnissen aus anderen Untersuchungen (vgl. [6]).

Es zeigte sich, dass bei einigen Kategorien von Einrichtungen die Standardabweichung sogar höher war als der Wert der Transportintensität selbst. Neben dem natürlichen Unterschied zwischen den Unternehmen könnte ein Teil dieser grossen Standardabweichung auf Ausreisser zurückzuführen sein.

Es kann sowohl Verzerrungen oder Ausreisser nach oben als auch nach unten geben. Beginnen wir mit den möglichen Verzerrungen nach oben. Beim Ausfüllen des Fragebogens gab eine Frage Anlass zu einem möglichen Missverständnis. Die Auslieferungen könnten teilweise als Anzahl angelieferter Kunden anstatt als ausgehende Lieferungen interpretiert worden sein. Bei Transportintensitäten, an denen Fahrten beteiligt sind, könnte dies eine Erklärung für einige Ausreisser nach oben sein. Dies hat sich jedoch nicht als Problem erwiesen. Zunächst einmal gab es im Rahmen der Umfrage bei der Aufforderung zur Vervollständigung der Daten (die etwa 100 Befragte betraf, d. h. fast 40 % aller in Frage kommenden Befragten) keine grösseren Korrekturen an den bereits übermittelten Daten. Andererseits zeigt die Analyse der Ergebnisse, dass die Standardabweichung der Erzeugung nicht grösser ist als diejenige der Anziehung. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass nur wenige Personen die Frage im Fragebogen missverstanden haben.

Ein weiterer Grund für die hohen Standardabweichungen könnte der bereits im Kapitel 4.2.4 erörterte Grad der Automatisierung sein. Dieser erhöht die Produktivität pro VZÄ und BGF. Standorte mit einem hohen Automatisierungsgrad (vor allem in der Logistik, aber auch in Produktion und Handel) haben höhere Transportintensitäten. Dies ist auch ein möglicher Grund für Ausreisser nach oben.

Was Ausreisser nach unten betrifft, so sind diese eher psychologischer Natur und schwieriger zu verifizieren. Ein grosser Teil der Bevölkerung scheint sich des von ihm verursachten Güterverkehrs nicht bewusst zu sein. So haben wir mehrere Fragebogen von Standorten verschiedener Einrichtungstypen erhalten, die behaupten, dass ihr Standort keinen Güterverkehr erzeugt. In diesen Fällen erinnerten wir sie daran, was An-/Auslieferungen sein könnten (z.B. Büromaterial, Post und Kuriere, Abfallentsorgung, Versorgung von Kantinen, usw.), und es wurde uns bestätigt, dass diese vorkommen. Diese Tatsache wurde auch in SVI 1999/328 [6] beobachtet und könnte die Transportintensitäten stark beeinflussen. Neben der Beeinträchtigung der Transportintensitäten ist dies unseres Erachtens auch einer der Gründe, warum die Teilnahmequote sehr niedrig blieb: Viele (insbesondere Nicht-Logistikunternehmen) fühlten sich von der Befragung nicht betroffen.

Auswirkung der COVID-19-Pandemie

Die Umfrage wurde im Sommer 2022 durchgeführt. In diesem Zeitraum gab es in der Schweiz keine restriktiven Massnahmen zur Eindämmung der COVID-19-Pandemie mehr. Dennoch könnte die Pandemie einen gewissen Einfluss auf die festgestellten Raten haben. Etwa die Hälfte der Befragten verneint diesen Einfluss. Rund 35% der Antwortenden schätzen, dass sich Versand und Empfang von Gütern um weniger als 50% verändert haben. Etwa 10% geben an, dass die Veränderung zwischen 50 und 100% liegt. Bei weniger als 5% stieg oder fiel das Aufkommen um mehr als 100%. Die überwiegende Mehrheit (85%) meldete daher entweder keine oder moderate Veränderungen.

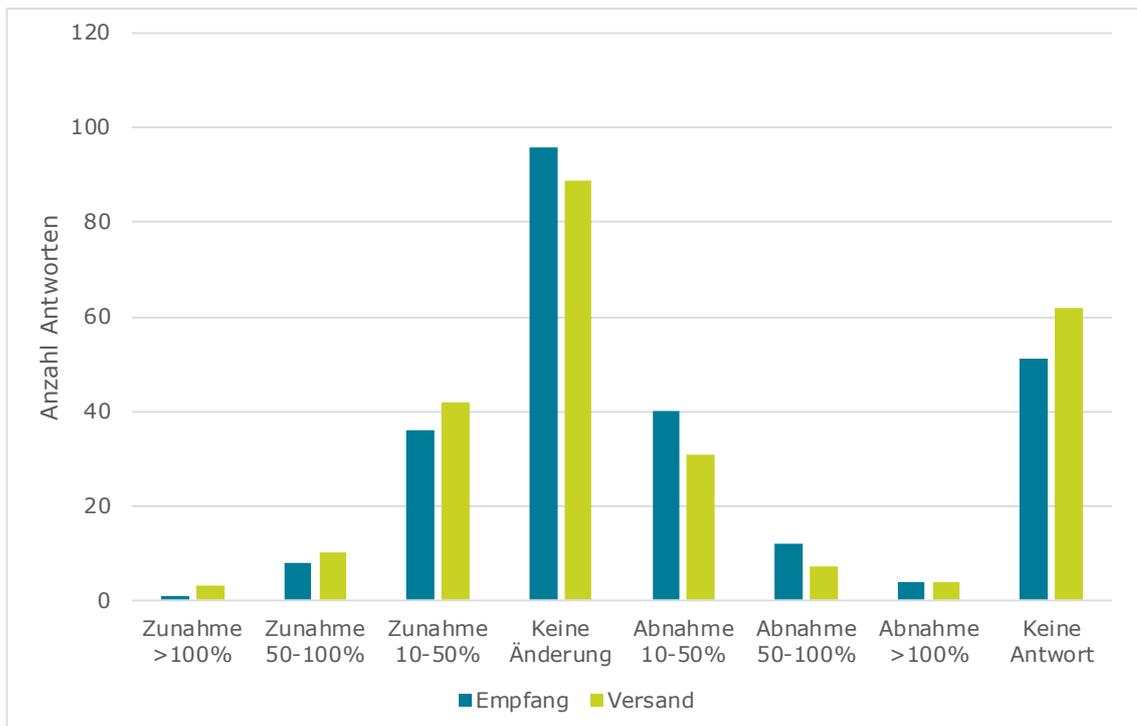


Abb. 17 Einfluss der COVID-19-Pandemie auf Versand und Empfang von Gütern.

Vergleich mit anderen Quellen

Ein Vergleich mit anderen Quellen ist aus mehreren Gründen schwierig. Erstens, weil es an neueren Studien über Verkehrserzeugungsraten in der Schweiz mangelt, und zweitens, weil die betrachteten Einrichtungstypen oft nicht übereinstimmen. Wir haben uns daher auf Veröffentlichungen aus den europäischen Nachbarländern fokussiert. Als Referenz haben wir die einzige Publikation verwendet, die sich auf die Schweiz bezieht (SVI 1999/328, [6]) sowie die Norm VSS 71104, die Transportintensitäten für verschiedene Einrichtungstypen aus einer deutschen Publikation enthält (und zwar [45]). In einer Dissertation an der Technischen Universität Hamburg-Harburg ([46]) aus dem Jahr 2009 werden mehrere Aufkommensraten gesammelt, die als Referenzen dienen können. Einige wurden direkt vom Autor berechnet, andere sind der Veröffentlichung von Bosserhoff [47] entnommen.

Tab. 29 Vergleich der Transportintensitäten mit anderen Quellen

	Name Referenz	Name in vorliegender Studie	Fahrten/ Werktag in vorliegender Studie	Fahrten/ Werktag Referenz	Quelle Referenz
Bezugsgrösse VZÄ	Produktion	Produktion	0.28	0.06 - 0.24	SVI 1999/328
	Verkauf	Handel	0.54	0.14 - 0.46	SVI 1999/328
	Distribution	Logistik	0.51	0.27 - 1.13	SVI 1999/328
	Gastronomie	Dienstleistung - Gastro	0.33	0.70 - 0.90	SN 671 104
	Hotel	Dienstleistung - Hotel	0.08	0.40 - 0.60	SN 671 104
	publikumsorientierte Dienstleistung (z.B. Banken)	Dienstleistung - Service	0.05	0.10	SN 671 104
	normale Büros	Dienstleistung - Büro	0.07	0.10	SN 671 104
	Umschlaganlage (z.B. Schiene / Strasse)	Logistik - Umschlag	6.67	40 - 60	SN 671 104
	Spedition	Logistik - Spedition	0.42	2 - 9	SN 671 104
	Logistikbetriebe des Handelssektor	Handel	0.54	0.8 - 2.4	Wagner
	Speditionsbetriebe	Logistik - Spedition	0.42	2 - 9	Bosserhoff
	Lagerbetriebe	Logistik - Lager	2.33	2 - 4	Bosserhoff
	Grosshandel	Handel	0.54	2.9	Bosserhoff
	Bezugsgrösse 100 m2 BGF	Produktion	Produktion	0.31	0.11 - 0.41
Verkauf		Handel	0.95	0.19 - 0.49	SVI 1999/328
Distribution		Logistik	0.67	0.16 - 0.67	SVI 1999/328
Gastronomie		Dienstleistung - Gastro	1.4	0.9 - 2.3	SN 671 104
Hotel		Dienstleistung - Hotel	0.12	0.4 - 1.2	SN 671 104
publikumsorientierte Dienstleistung (z.B. Banken)		Dienstleistung - Service	0.34	0.2 - 0.4	SN 671 104
normale Büros		Dienstleistung - Büro	0.22	0.30	SN 671 104

In Tab. 29 sind die Referenzwerte aus anderen Publikationen unseren Resultaten gegenübergestellt. Die Transportintensitäten aus der Schweizer Publikation SVI 1999/238 stimmen mit den von uns berechneten gut überein. Die Kennzahl Fahrten pro 100 m2 BGF für den gewerblichen Bereich ist die einzige Verkehrserzeugungsrate, die eine gewisse Abweichung aufweist, die anderen sind in der in SVI 199/328 berechneten Spanne enthalten oder liegen sehr nahe daran.

Mit Ausnahme des Einrichtungstyps Lagerung, der durchaus innerhalb des Bosserhoff-Konfidenzintervalls liegt, sind die von uns berechneten Transportintensitäten bezogen auf die VZÄ im Vergleich zu deutschen Veröffentlichungen tendenziell tiefer. Bei den Transportintensitäten mit Bezugsgrösse BGF stimmen hingegen die von uns berechneten Kennwerte gut mit den Werten von SVI 1999/328 und VSS 71 104 überein.

Die Einrichtungen, die am weitesten von den betrachteten Referenzwerten entfernt sind, hauptsächlich in Bezug auf die VZÄ, sind insbesondere der Einrichtungstyp Umschlag (für den wir nur eine Beobachtung in der Stichprobe haben) und die Spedition. Die Verkehrserzeugungsraten dieser beiden Einrichtungstypen müssen daher mit besonderer Vorsicht verwendet werden.

Leider fehlen in der Literatur unserer Nachbarländer die in Tonnen gemessenen Aufkommensraten. Transportintensitäten bezogen auf die Menge der an-/ausgelieferten Waren können daher nicht verglichen werden.

Anwendung der Transportintensitäten

Der wichtigste Ratschlag für die Verwendung der ermittelten Transportintensitäten ist, grosse Standardabweichungen nicht zu ignorieren. Wir empfehlen, die Quartile zu verwenden, die wir in den Tabellen mit den Ergebnissen neben jeder Transportintensität angegeben haben, um die mögliche Bandbreite des Aufkommens zu berücksichtigen. Besondere Aufmerksamkeit sollte denjenigen Einrichtungstypen gewidmet werden, für die nur einige wenige Beobachtungen vorliegen.

Wie der Vergleich mit anderen Veröffentlichungen gezeigt hat, weisen Transportintensitäten von zwei Einrichtungstypen (Umschlag und Spedition) besonders grosse Unsicherheiten auf. Für diese kann man sich auf die in der Tab. 29 aufgeführten Transportintensitäten anderer Publikationen stützen.

Liegen sowohl VZÄ als auch die BGF vor, um das Aufkommen einer Einrichtung abzuschätzen, ist es empfehlenswert, beides zu verwenden, um weitere Informationen über die Bandbreite des geschätzten Aufkommens zu erhalten.

Um die Stabilität der Raten zu beurteilen, haben wir für jedes Tätigkeitsfeld einen Variationskoeffizienten berechnet. Der Variationskoeffizient ist das Verhältnis der Standardabweichung zum Mittelwert. Je kleiner der Variationskoeffizient, desto kleiner die Varianz und desto grösser die Aussagekraft der Aufkommensraten. Der Variationskoeffizient zeigt also, welche Transportintensitäten am zuverlässigsten sind und, wenn man die Wahl zwischen den beiden Bezugsgrössen hat, welches die bessere Kennzahl ist.

Es scheint keine Bezugsgrösse zu geben, die statistisch systematisch besser ist. Es scheint jedoch, dass Logistik und Dienstleistung mit der Bezugsgrösse VZÄ stabiler sind, während für Produktion und Handel die Bezugsgrösse BGF zu geringeren Variationskoeffizienten führt. Die Differenzen in den Variationskoeffizienten zwischen den beiden Bezugsgrössen sind meistens gering. Daher ist es, wie bereits erwähnt, empfehlenswert, beide Kennwerte zu verwenden, um eine grössere Datenbasis zu haben und somit eine bessere Grundlage für die Schätzung zu schaffen.

Tab. 30 Variationskoeffizient: Transportintensitäten pro VZÄ nach Tätigkeitsfeld mit und ohne Gleisanschluss.

Tätigkeitsfeld		Fahrten pro VZÄ pro Betriebstag			Tonnen pro VZÄ pro Betriebstag (Strasse und Schiene)		
		Mittelwert	St.Abw.	Variationskoeffizient	Mittelwert	St.Abw.	Variationskoeffizient
Ohne Gleisanschluss	Logistik	1.63	2.71	1.66	5.81	7.39	1.27
	Produktion	1.18	3.04	2.57	5.85	23.62	4.04
	Handel	1.35	1.96	1.45	15.43	57.08	3.70
	Dienstleistung	0.29	0.44	1.50	0.07	0.27	3.98
Mit Gleisanschluss	Logistik	7.31	20.36	2.79	10.52	13.99	1.33
	Produktion	3.38	7.67	2.27	25.79	57.37	2.22
	Handel	0.70	0.50	0.72	7.48	6.52	0.87
	Dienstleistung	0.01	NA	NA	0.01	NA	NA

Tab. 31 Variationskoeffizient: Transportintensitäten pro BGF nach Tätigkeitsfeld mit und ohne Gleisanschluss.

Tätigkeitsfeld		Fahrten pro 100 m2 BGF pro Betriebstag			Tonnen pro 100 m2 BGF pro Betriebstag (Strasse und Schiene)		
		Mittelwert	St.Abw.	Variationskoeffizient	Mittelwert	St.Abw.	Variationskoeffizient
Ohne Gleisanschluss	Logistik	3.51	6.88	1.96	9.74	18.72	1.92
	Produktion	1.05	1.93	1.84	1.02	2.82	2.76
	Handel	2.23	2.68	1.20	16.12	57.49	3.57
	Dienstleistung	0.95	1.69	1.77	0.14	0.37	2.72
Mit Gleisanschluss	Logistik	2.65	4.28	1.62	10.63	23.64	2.22
	Produktion	5.65	14.32	2.54	71.48	198.53	2.78
	Handel	0.17	0.11	0.67	1.65	1.20	0.73
	Dienstleistung	0.05	NA	NA	0.11	NA	NA

5.4 Regressionsmodelle

5.4.1 Ziel und Datengrundlage

In diesem Kapitel stellen wir statistische Modelle zur Schätzung von Aufkommen (sowohl in Fahrten als auch in Mengen) vor, die auf Regressionen der aus der Erhebung gewonnenen Daten basieren. Regressionsmodelle sind im Allgemeinen keine unmittelbar anwendbare Methode für Planer. Transportintensitäten sind schneller und einfacher zu verwenden. Ein regressionsbasiertes Modell ist jedoch in der Lage, das von einem Standort generierte Aufkommen anhand mehrerer Merkmale des Standorts gleichzeitig zu schätzen.

Regressionsmodelle können unterschiedlich komplex sein und mehr oder weniger ausgefeilte statistische Methoden verwenden. Die komplexeren Modelle erfordern mehr Daten sowohl bei der Berechnung der Regressionsmodelle als auch bei der Anwendung des Modells. Sie besitzen jedoch eine grössere Erklärungskraft. Wenn die Komplexität der Modelle sehr hoch ist, kann ihre Verwendung zur Schätzung des Aufkommens eines Standorts sogar recht komplexe Berechnungen erfordern, die in der Praxis am besten in einem Berechnungstool durchgeführt werden. Im Gegensatz dazu sind einfachere Regressionsmodelle mit weniger ausgefeilten Modellen leichter anwendbar und können mit einfachen Berechnungen durchgeführt werden. Der Preis für die Einfachheit der Anwendung ist eine niedrigere Erklärungskraft.

Wir haben uns für zwei Modelltypen entschieden: ein komplexeres Modell, das unter Verwendung aller in der Erhebung gesammelten Daten die grösstmögliche Erklärungskraft haben soll, und andererseits ein einfacheres Modell, das sich besser für die praktische Anwendung eignet. Die in der Literatur zu findenden Modelle sind oft sehr einfach und mit wenigen Variablen ausgestattet (wie z.B. [14]).

Wir haben Modelle für zwei Arten von Vorhersagen berechnet: die Vorhersage der Anzahl der Fahrten (Summe aus LKW und LW, Kapitel 5.4.2) sowie die der Menge in Tonnen (Kapitel 5.4.3). Die berechneten Modelle schätzen das gesamte Aufkommen als die Summe von Anziehung und Erzeugung.

Regressionen liefern zunehmend genauere Ergebnisse, wenn die Zahl der Beobachtungen (in unserem Fall die Zahl der verwertbaren Fragebögen), die in die Berechnungen einfließen, steigt.

Als mögliche Erklärungsvariablen wurden alle Daten aus der Erhebung (z.B. Fläche des Lagers, Betriebs- und Verwaltungspersonal, usw.) für die Definition der komplexeren Modelle geprüft. Dazu musste die Stichprobe auf die umfassendsten Datensätze reduziert werden. Insgesamt wurden 106 Fragebogen bzw. Standorte berücksichtigt.

Für die Schätzung der einfachen Modelle haben wir die gleichen Beobachtungen verwendet, die auch für die Transportintensitäten verwendet worden sind, da dieselben Grössen einfließen (Aufkommen in Mengen und Fahrten, Anzahl der VZÄ, Fahrten, Nutzung von Anschlussgleis).

In den nächsten Kapiteln stellen wir die Zusammensetzung und Erklärungskraft der Modelle vor.

5.4.2 Modelle für die Fahrtenschätzung

Einfaches Modell

Als erklärende Variable haben wir die Anzahl der Vollzeitbeschäftigten (VZÄ), die Bruttogeschossfläche in m² (BGF), eine Variable für den Sektor (Logistik, Produktion, Handel, Dienstleistung) und eine Dummy-Variable, die die Standorte angibt, die einen Gleisanschluss nutzen, verwendet. Mit diesen Variablen haben wir vier alternative Modelle berechnet, in denen die Betriebsgrösse auf unterschiedliche Weise abgebildet wird: eines mit VZÄ und BGF (Modell 1), eines nur mit VZÄ (Modell 2) und eines nur mit BGF (Modell 3). Modell 4 ist identisch mit Modell 1, aber die abhängige Variable (Anzahl Fahrten) sowie VZÄ und BGF wurden logarithmiert (natürlicher Logarithmus).

Fahrten werden nach der Definition im Kapitel 1.4 (d.h. jede An-/Auslieferung impliziert 2 Fahrten) und als die Summe von Anziehung und Erzeugung verstanden. Die Regressionsmodelle wurden nach der Methode der kleinsten Quadrate (englisch ordinary least squares, kurz: OLS) durchgeführt. Hier die vier Modelle:

Modell 1:

$$\text{Anzahl Fahrten pro Tag} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{VZÄ} + \beta_2 \cdot \text{BGF} + \beta_{3-6} \cdot \text{Tätigkeitsfeld} + \beta_7 \cdot \text{Anschlussgleis}$$

Modell 2:

$$\text{Anzahl Fahrten pro Tag} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{VZÄ} + \beta_{2-5} \cdot \text{Tätigkeitsfeld} + \beta_6 \cdot \text{Anschlussgleis}$$

Modell 3:

$$\text{Anzahl Fahrten pro Tag} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{BGF} + \beta_{2-5} \cdot \text{Tätigkeitsfeld} + \beta_6 \cdot \text{Anschlussgleis}$$

Modell 4:

Wie Modell 1, aber mit abhängiger Variable, VZÄ und BGF logarithmiert (natürlicher Logarithmus)

Die Modelle ohne Transformation haben eine Erklärungskraft (adj. r^2) zwischen 18% und 28% (siehe Tab. 32). Das Modell 4 hat eine deutlich höhere Erklärungskraft von 67%. Die Modelle mit VZÄ als Erklärungsvariable haben eine höhere Erklärungskraft. Die Anzahl der VZÄ ist daher besser in der Lage, die Anzahl der Fahrten pro Betriebstag zu erklären als die BGF. Sowohl im Modell 1 als auch im Modell 2 ist VZÄ auf dem höchsten Niveau signifikant (0.1%). BGF ist in Modell 3 und 4 signifikant (5% bzw. 0.1% Signifikanzniveau). In den Modellen ohne Transformation (1 bis 3) scheinen andere Variablen nicht die gleiche Erklärungskraft zu haben wie die beiden Betriebsgrössen-Variablen. In Modell 4 ist die Variable Anschlussgleis ebenfalls signifikant bei 0.1% und der Logistiksektor bei 5%.

Es ist ausserdem interessant zu beobachten, dass Standorte, die ein Anschlussgleis benutzen, mehr Fahrten pro Betriebstag generieren als solche, die über kein Anschlussgleis verfügen. Bei den Tätigkeitsfeldern beziehen sich die Werte auf den Handelssektor¹⁷. Wie zu erwarten, ist der Logistiksektor derjenige, der unter gleichen Bedingungen die meisten Fahrten generiert, gefolgt von der Produktion. Im Gegensatz dazu erzeugt der Dienstleistungssektor weniger Fahrten als der Handel.

¹⁷ Da die vier Dummy-Variablen des Tätigkeitsfeldes perfekt komplementär sind, wählt das statistische Programm einen der vier Sektoren (den Handel) als Referenzsektor aus. Die Koeffizienten der anderen Sektoren sind daher so zu interpretieren, dass sie im Falle eines positiven Koeffizienten zusätzliche Fahrten im Vergleich zum Tätigkeitsfeld des Handels erzeugen (im Falle eines negativen Koeffizienten die Fahrten weniger als der Handel).

Tab. 32 Einfache Regressionsmodelle – Fahrten pro Tag (FT).

	Modell 1: VZÄ und BGF		Modell 2: VZÄ		Modell 3: BGF		Modell 4: VZÄ und BGF logarithmiert	
Abhängige Variable	Angezogene und erzeugte Fahrten pro Tag (LW und LKW).						Wie Modelle 1-3, aber logarithmiert.	
Unabhängige Variable	Nicht transformiert.						VZÄ und BGF logarithmiert.	
	Koeff.	Sign.	Koeff.	Sign.	Koeff.	Sign.	Koeff.	Sign.
Konstante	-12.18		-7.68		-11.87		-0.0038	
VZÄ	0.43	***	0.44	***			0.25	***
BGF	0.0003				0.0014	*	0.24	***
Logistik	71.58		68.92		104.41		0.64	*
Dienstleistung	-10.09		-15.03		9.73		-1.71	
Produktion	4.22		0.06		26.05		-0.49	
Handel	-		-		-		-	
Anschlussgleis	154.76		160.90		231.35		0.86	***
Adj. R ²	0.28		0.28		0.18		0.67	
Beobachtungen	234		234		234		234	

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Komplexes Modell

Für die Berechnung des verfeinerten Modells haben wir zuerst eine sogenannte varianzstabilisierende Transformation (in unserem Fall die Quadratwurzel) auf alle kontinuierlichen Variablen angewendet, da es sich bei allen kontinuierlichen erklärenden Variablen um Zählvariablen handelt, wie z.B. Anzahl Beschäftigte oder Betriebsstunden. Dies ist ein Standardverfahren für Zählvariablen. Ausserdem wurde aufgrund einer möglichen Überstreuung anstatt einer einfachen OLS-Schätzmethode, ein negatives Binomialmodell (in Englisch: negative binomial regression) als Schätzmethode verwendet. Der Nachteil dieser Methode ist, dass sie kein Mass für die Erklärungskraft, ausgedrückt als R^2 , liefert. Da die Koeffizienten transformiert werden, sind sie ausserdem schwieriger zu interpretieren.

Tab. 33 zeigt die Koeffizienten der Variablen, die aufgrund ihrer Erklärungskraft ausgewählt wurden. Es gibt 5 Variablen mit dem höchsten Signifikanzniveau (0.1%). Es handelt sich um diejenigen Variablen, die sich auf das Tätigkeitsfeld und das Anschlussgleis beziehen.

Tab. 33 Komplexes Regressionsmodell – An-/ Auslieferungen pro Woche (FT).

Abhängige Variable	Fahrten pro Woche	
	Koeffizient	Signifikanz
Konstante	3.23	***
Quadratwurzel VZÄ	0.0154	
Quadratwurzel VZÄ nicht Admin	0.0740	
Quadratwurzel BGF	-0.0002	
Quadratwurzel Lagerfläche	0.0021	
Anschlussgleis genutzt	0.6880	
Kein Anschlussgleis	-1.1541	***
Logistik	2.0869	***
Handel	1.3293	***
Produktion	1.1034	***
Adj. R ²	-	
Beobachtungen	106	

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

5.4.3 Modelle für die Mengenschätzung

Das gleiche Vorgehen, das zur Berechnung des einfachen Modells für die Fahrten (siehe Kapitel 5.4.2) verwendet wurden, wurden auch für Mengen in Tonnen angewandt. In diesem Fall ist zu beachten, dass die Gesamtmenge in Tonnen sowohl die auf der Strasse als auch die auf der Schiene transportierten Mengen umfasst. Sie umfasst sowohl die angezogene als auch die erzeugte Menge. Hier die vier Modelle:

Modell 1:

Menge [t] pro Tag = $\beta_0 + \beta_1 \cdot \text{VZÄ} + \beta_2 \cdot \text{BGF} + \beta_{3-6} \cdot \text{Tätigkeitsfeld} + \beta_7 \cdot \text{Anschlussgleis}$

Modell 2:

Menge [t] pro Tag = $\beta_0 + \beta_1 \cdot \text{VZÄ} + \beta_{2-5} \cdot \text{Tätigkeitsfeld} + \beta_6 \cdot \text{Anschlussgleis}$

Modell 3:

Menge [t] pro Tag = $\beta_0 + \beta_1 \cdot \text{BGF} + \beta_{2-5} \cdot \text{Tätigkeitsfeld} + \beta_6 \cdot \text{Anschlussgleis}$

Modell 4:

Wie Modell 1, aber mit abhängiger Variable, VZÄ und BGF logarithmiert (natürlicher Logarithmus)

Die Modelle 1-3 für die Vorhersage der Menge in Tonnen pro Betriebstag haben ein R² zwischen 13% und 40 % (siehe Tab. 34) und besitzen damit mehr Erklärungskraft als jene für die Schätzung der Fahrten. Auch das Modell mit logarithmischer Transformation weist mit 0.70 ein höheres R² als dasjenige für die Fahrten.

Für die Modelle ohne logarithmische Transformation bestätigt es sich, dass die VZÄ eine stärkere erklärende Variable ist als die BGF: Modelle mit VZÄ haben ein höheres R² und die Koeffizienten der VZÄ erreichen immer das höchste Signifikanzniveau (0.1%). Im Modell 4 weist die BGF eine grössere Signifikanz auf. Im Modell 4 sind ebenso die Variablen für die Tätigkeitsfelder Logistik und Handel hochsignifikant. Andere Variablen sind in den Modellen 1 bis 3 nicht signifikant. Auch nicht signifikante Koeffizienten geben aber Aufschluss über den Einfluss der Variablen auf die von einem Standort erzeugte/angezogene Gesamtmenge. Wie zu erwarten war, produzieren die Standorte, die ein Anschlussgleis nutzen, mehr Menge in Tonnen pro Betriebstag als die anderen (es wird sowohl die Menge auf der Strasse als auch auf der Schiene betrachtet). Der Koeffizient für Anschlussgleis ist überall weitgehend positiv. Was die Tätigkeitsfelder angeht, generiert die Produktion bei gleichen Voraussetzungen

mehr Aufkommen in Tonnen als alle anderen Sektoren. Die Logistik generiert unterm Strich weniger Menge als die Produktion, aber deutlich mehr als der Handel.

Tab. 34 Einfache Regressionsmodelle – Mengen in Tonnen pro Tag (FG).

	Modell 1: VZÄ und BGF		Modell 2: VZÄ		Modell 3: BGF		Modell 4: VZÄ und BGF logarithmiert	
Abhängige Variable	Angezogene und Erzeugte Menge in Tonnen pro Tag (Strasse und Schiene).						Wie Modelle 1-3, aber logarithmiert.	
Unabhängige Variable	Nicht transformiert.						VZÄ und BGF logarithmiert.	
	Koeff.	Sign.	Koeff.	Sign.	Koeff.	Sign.	Koeff.	Sign.
Konstante	-223.56		-355.63		-203.82		-3.72	***
VZÄ	6.84	***	5.96	***			0.13	
BGF	-0.0091	*			0.0102	*	0.91	***
Logistik	86.17		167.13		432.83		2.07	***
Dienstleistung	-144.47		24.01		163.49		-	
Produktion	140.33		308.46		565.75		0.89	
Handel	-		-		-		1.66	***
Anschlussgleis	493.84		369.76		1'546.38		0.43	
Adj. R ²	0.40		0.39		0.13		0.70	
Beobachtungen	199		199		199		199	

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Komplexes Modell

Ähnlich wie bei dem verfeinerten Modell für die Fahrten wurde hier zunächst eine Varianzstabilisierende Transformation angewandt. Darüber hinaus haben wir die abhängige Variable für die Menge logarithmiert. Für diese Regression wurde die Schätzungsmethode OLS verwendet. Im Gegensatz zu dem für die Fahrten berechneten Modell kann damit das Bestimmtheitsmass R^2 berechnet und die Erklärungskraft des Modells überprüft werden.

In Tab. 35 sind die Koeffizienten der Variablen, die aufgrund ihrer Erklärungskraft ausgewählt wurden, dargestellt. Das höchste Signifikanzniveau wird ausschliesslich von den Variablen zum Tätigkeitsfeld erreicht. Von den Variablen, die die Betriebsgrösse beschreiben, ist die BGF die Einzige, die in diesem Modell eine gewisse statistische Signifikanz aufweist (Signifikanzniveau von 5%). Das Anschlussgleis impliziert die Erzeugung/Anziehung einer grösseren Menge. Diejenigen Standorte, die kein Anschlussgleis benutzen, generieren weniger Menge an Tonnen.

Tab. 35 Komplexes Regressionsmodell – an-/ auslieferte Mengen [t] pro Woche (FG).

Abhängige Variable	Log. Menge pro Woche in Tonnen	
	Koeffizient	Signifikanz
Konstante	0.1569	
Quadratwurzel VZÄ	-0.0383	
Quadratwurzel VZÄ nicht Admin	0.0834	
Quadratwurzel BGF	0.0126	*
Quadratwurzel Lagerfläche	0.0019	
Anschlussgleis nicht genutzt	-0.8697	
Kein Anschlussgleis	-1.2116	
Logistik	5.6392	***
Handel	5.2139	***
Produktion	3.0406	***
Adj. R ²	0.68	
Beobachtungen	106	

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

5.4.4 Diskussion der Resultate und Anwendung

Die einfachen Modelle zeigen klare Trends. Beginnend mit den Modellen für Fahrten, scheint es klar, dass die VZÄ die Anzahl der Fahrten besser erklären können als die BGF. Der Koeffizient für das Anschlussgleis ist in allen Modellen positiv. Unsere Stichprobe zeigt also, dass Standorte mit einem Anschlussgleis mehr Aufkommen an Fahrten generieren. Da es sich um eine gemischte Stichprobe handelt, die mehrere Sektoren enthält, könnte es sein, dass die Variable Anschlussgleis zum Teil auch als Variable für die Transportintensität dient. Für die Überprüfung dieser These ist die Anzahl der Beobachtungen in unserer Stichprobe jedoch nicht ausreichend.

Betrachtet man die Modelle mit dem Aufkommen in Tonnen als abhängige Variable, so stellen wir auch hier eine grössere Erklärungskraft der Variable VZÄ als der Variable BGF fest (mit Ausnahme des Modells mit der logarithmischen Transformation). Die Bestimmtheitsmasse R^2 der Modelle für Aufkommen in Tonnen sind im Allgemeinen höher als diejenigen der Modelle für Fahrten. Die Standorte mit Anschlussgleis generieren, nach allen Modellen, mehr Aufkommen in Tonnen als die anderen. Der Koeffizient für Anschlussgleis ist jedoch in keinem der vier Modelle signifikant.

Grob zusammengefasst lässt sich aus den Regressionsanalysen folgendes feststellen:

- Die Regressionsmodelle weisen eine gute Erklärungskraft auf, vor allem diejenige mit logarithmischer Transformation;
- VZÄ können sowohl die Anzahl der Fahrten als auch das Aufkommen in Tonnen eines Standortes besser erklären;
- Mit den gleichen Variablen lässt sich das Aufkommen in Tonnen etwas besser vorhersagen als das Fahrtenaufkommen;
- Bei allen Modellen ist das Anschlussgleis gleichbedeutend mit mehr Aufkommen, sowohl in Fahrten als auch in Tonnen.

Anwendung

Jedes der Modelle kann für eine grobe Abschätzung des von einem Standort generierten Aufkommens verwendet werden. Dies ist besonders einfach für die einfachen Modelle 1-3, indem man die oben angegebenen Koeffizienten mit den Werten für den zu beurteilenden Standort multipliziert und die Ergebnisse der Multiplikationen mit dem Wert des Achsenabschnitts addiert. Dazu müssen die folgenden Werte bekannt sein oder abgeschätzt werden:

- Betriebsgröße: Anzahl Vollzeitäquivalente und/oder Bruttogeschossfläche;
- Tätigkeitsfeld: Wert 1 für dasjenige Tätigkeitsfeld, zu dem der zu beurteilende Standort gehört, 0 für die anderen;
- Anschlussgleis: Wert 1, wenn der betrachtete Standort ein Anschlussgleis nutzt, 0 wenn nicht.

Rechenbeispiel

Um die Anzahl Fahrten pro Tag zu berechnen, müssen die entsprechenden Werte für die unabhängigen Variablen in die Gleichung eingesetzt werden. Nehmen wir an, wir haben folgende Werte:

- VZÄ = 50;
- BGF = 2000;
- Tätigkeitsfeld 1: Logistik = 1 (zutreffend);
- Tätigkeitsfeld 2: Dienstleistung = 0 (nicht zutreffend);
- Tätigkeitsfeld 3: Produktion = 0 (nicht zutreffend);
- Tätigkeitsfeld 4: Handel = 0 (nicht zutreffend);
- Anschlussgleis = 1 (benutzt).

Dann ergibt sich die Anzahl Fahrten pro Tag wie folgt (Beispiel mit Regressionsmodell 1 für Fahrten):

$$\text{Anzahl Fahrten pro Tag} = -12.18 + 0.43 \cdot 50 + 0.0003 \cdot 2000 + 71.58 \cdot 1 + (-10.09) \cdot 0 + 4.22 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 154.76 \cdot 1 = 236.26$$

Das Modell prognostiziert also für diesen Standort, dass an einem typischen Werktag etwa 235 Fahrten (Total aus Anfahrten und Wegfahrten) entstehen.

6 Validierung und Fallstudien

6.1 Vorgehen

In diesem Kapitel geht es um die praktische Anwendung und Validierung der ermittelten Kennwerte, indem diese mit real erhobenen Daten verglichen werden. Dazu wurden für vier verschiedene Tätigkeitsfelder (Distribution/Logistik, Produktion, Verkauf/Handel und Dienstleistungen) exemplarisch Einrichtungen ausgewählt (bis 3 pro Typ). Insgesamt wurden Zählungen an acht Standorten durchgeführt. Die Standorte stehen für typische Einrichtungen in ihrem jeweiligen Tätigkeitsfeld, dürfen aber keineswegs als repräsentativ für den jeweiligen Nutzungstyp verstanden werden. Das Ziel war vielmehr, Orientierungswerte für die verschiedenen Tätigkeitsfelder zu generieren. Diese Werte können – wie angesprochen – zur Validierung der geschätzten Aufkommensraten dienen, oder sie können als Referenzwerte bei zukünftigen Planungen mit ähnlichen Einrichtungen herangezogen werden. Da die Verkehrszählungen nur das Aufkommen auf der Strasse berücksichtigen, wurden nur Standorte ohne Anschlussgleis einbezogen, um Verzerrungen zu vermeiden. Die einzige Ausnahme ist die Umschlagsanlage (vgl. unten), die per Definition (mindestens) bimodal sein muss.

Die Standorte mussten verschiedene Voraussetzungen erfüllen, damit eine Erhebung durchgeführt werden konnte. So mussten die gewählten Standorte vom restlichen Verkehr isoliert, das heisst die einzige Quelle bzw. Ziel einer erhobenen Fahrt, sein. Ausserdem durften die Standorte nur eine Zu- und Ausfahrt haben. Weitere Voraussetzung war, dass alle Fahrzeuge mit einer Geschwindigkeit von minimal 10 km/h an den Messgeräten vorbeifahren, damit der Fahrzeugtyp zuverlässig erfasst werden kann. Schliesslich musste vor Ort eine geeignete Infrastruktur (Kandelaber, Strassenschild) vorhanden sein, um ein Messgerät aufzuhängen.

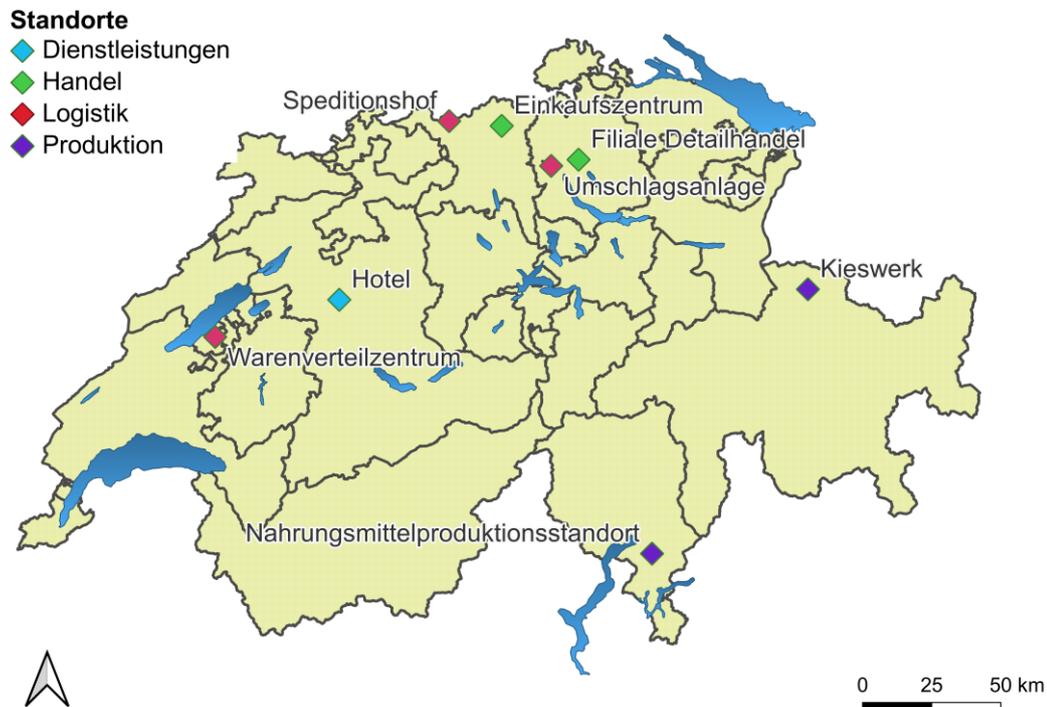
Diese Vorabklärungen wurden zusammen mit der Firma Innolutions AG durchgeführt, welche auch die Verkehrserhebungen durchgeführt hat. In einem ersten Schritt wurde zusammen ein Erhebungskonzept ausgearbeitet und die Zustimmung der Unternehmen für die Durchführung der Verkehrserhebungen eingeholt. Parallel liefen Abklärungen mit den Eigentümern der einzelnen Einrichtungen zu Grösse, Bruttogeschossfläche und Anzahl Angestellter (Vollzeitäquivalente). Vom 23.09.2022 bis zum 29.09.2022 (von Freitag bis Donnerstag, beide einschliesslich) fanden die Erhebungen gleichzeitig an allen acht Standorten statt. Die Erhebungen fanden mit Seitenradaren vom Typ Flexilog III statt. Diese Geräte sind in der Lage, den Verkehr bis zu einem Aufkommen von 5'000 Fahrzeugen pro Tag zu zählen. Sie können neun verschiedene Fahrzeugtypen unterscheiden, unter anderem Lieferwagen (Kleintransporter) bis 3.5 t, Lastwagen, Lastwagen mit Auflieger und Lastwagen mit Anhänger. Diese Unterscheidung ist unabdingbar für die Berechnung der Aufkommensraten im Güter- und Logistikverkehr. Es ist zu beachten, dass diese (und keine anderen) Messgeräte zwischen Güter- und Dienstleistungsverkehr unterscheiden können. Der Serviceverkehr mit LW oder LKW ist in der Zählung enthalten und kann nicht ausgeschlossen werden. Daraus folgt, dass das Aufkommen leicht überschätzt wird, da es nicht nur Güterverkehr, sondern auch Serviceverkehr enthält

Die Rohdaten wurden von Innolutions AG aufbereitet. Die weitere Datenaufbereitung und -visualisierung erfolgte durch Rapp AG. Die Daten wurden jeweils für Einfahrten, Ausfahrten und für das Total aller Fahrten ausgewertet. Im weiteren Verlauf des Kapitels wird sichtbar werden, dass es für einige Standorte nicht möglich war, beide Richtungen zu erfassen, sondern nur eine. Dies verunmöglicht zwar die Ermittlung je einer Ganglinie für beide Richtungen, hat aber keinen Einfluss auf das Gesamtaufkommen. Denn mit grosser Sicherheit macht der eingehende Verkehr genau die Hälfte des Gesamtverkehrs aus. Für Standorte, an denen nur eine Richtung gemessen werden konnte, wurde daher das erhobene Aufkommen mit zwei multipliziert, um das Gesamtaufkommen zu erhalten. Es wurden Daten für Lieferwagen und Lastwagen sowie das Total aller Güterfahrzeuge (LKW und Lieferwagen) analysiert. Es wurden Aufkommensraten pro Arbeitsplatz (Vollzeitäquivalent) und pro 100 m² Bruttogeschossflächen berechnet. Schliesslich wurde das Güterverkehrsaufkommen auch zeitlich analysiert, in einer

Tagesganglinie mit Stundenwerten und in einer Wochenganglinie. Die Daten und Ergebnisse wurden in Steckbriefen pro untersuchten Standort zusammengestellt.

6.2 Ausgewählte Standorte

Insgesamt wurden acht Erhebungsstandorte ausgewählt (vgl. Abb. 18).



[../AP4 Fallbeispiele/Dokumentation Standorte/Karte/Standorte.png](#)

Abb. 18 Ausgewählte Standorte der untersuchten Einrichtungen.

Für den Bereich Logistik sind es drei Standorte und für den Bereich der Dienstleistungen nur ein Messstandort. Für das Tätigkeitsfeld Dienstleistungen konnte kein Standort für den Einrichtungstyp Büro gefunden werden, der alle Kriterien erfüllte (insbesondere die klare Abgrenzung des ein- und ausgehenden Verkehrs und die ausschliessliche Nutzung als Büro). Die Standorte liegen in der ganzen Schweiz verteilt und gehören nicht demselben Tätigkeitsfeld an (beispielsweise produzieren die beiden untersuchten Unternehmen im Bereich Produktion nicht beide Nahrungsmittel). Für den Nutzungstyp Distribution und Logistik wurden Erhebungen bei einem nationalen Warenverteilzentrum eines Detailhandelsunternehmens im Kanton Freiburg, bei einer grossen Umschlagsanlage eines Schweizer Logistikunternehmens im Grossraum Zürich sowie bei einem Speditionshof im Kanton Aargau durchgeführt. Die Standorte der Unternehmen im Tätigkeitsfeld Produktion sind ein Lebensmittelproduzent im Kanton Tessin sowie ein Kiesabbau- und Zementherstellungswerk im Kanton Graubünden. Für den Nutzungstyp Verkauf und Handels wurde eine Detailhandelsfiliale im Kanton Zürich und ein Einkaufszentrum im Kanton Aargau erhoben. Für den letzten Nutzungstyp Dienstleistungen wurden Erhebungen bei einem Hotel im Grossraum Bern durchgeführt.

Alle Standorte erfüllen die in Kapitel 6.1 definierten Voraussetzungen, mit Ausnahme des Kieswerks in Graubünden. Dieses befindet sich an einer Strasse, die nicht nur zum Kieswerk führt, sondern auch auf verschiedene Alpweiden. Es ist nicht auszuschliessen, dass einige Fahrzeuge, die durch den Seitenradar erfasst wurden, nicht das Kieswerk als Ziel oder Startpunkt ihrer Reise hatten. Allerdings kann vereinfachend davon ausgegangen werden, dass alle Lastwagen, die an dieser Messstelle vorbeifuhren, vom Kieswerk kamen oder dorthin

führen. Des Weiteren war beim Kieswerk unklar, ob alle Fahrzeuge mit der erforderlichen Mindestgeschwindigkeit von 10 km/h an der Messstelle vorbeifahren. Es wurde deshalb auf eine andere Art von Seitenradar zurückgegriffen, die auch langsamer fahrende Fahrzeuge erfassen, dafür aber nicht verschiedene Fahrzeugtypen unterscheiden kann. Bei diesen Geräten wird nur die Länge des Fahrzeugs gemessen. Dies bedeutet, dass für diesen Standort nur eine Unterscheidung zwischen Lastwagen und Nicht-Lastwagen möglich war, da sich Lieferwagen in der Länge zu geringfügig von anderen Fahrzeugtypen, beispielsweise Autos, unterscheiden. Es wurde angenommen, dass jedes Fahrzeug, das länger als acht Meter ist, ein Lastwagen ist. Diese Unterscheidung ist allerdings fehleranfälliger als die Unterscheidung zwischen den unterschiedlichen Fahrzeugtypen bei den anderen Seitenradaren an den anderen Messstandorten. Es kann allerdings angenommen werden, dass die Fahrten mit Lieferwagen an diesem Standort vernachlässigbar sind, da für die Zementherstellung vor allem grössere Fahrzeuge eingesetzt werden. Die Datenqualität für diesen Standort ist trotzdem geringer als für die anderen Standorte, weshalb die Resultate des Kieswerks mit mehr Vorsicht interpretiert werden müssen.

Für zwei Standorte – das Hotel im Grossraum Bern und das Einkaufszentrum im Kanton Aargau – konnten nur Daten für die Einfahrt (Anlieferungen) erhoben werden, da die Fahrzeuge das Areal an einem anderen Ort verlassen, als sie einfahren. Bei allen übrigen Standorten konnten beide Richtungen erhoben werden. Eine genauere Beschreibung der Standorte befindet sich in den Steckbriefen im Anhang (Seite 174).

6.3 Aufkommensraten

Es wurden Aufkommensraten pro Vollzeitäquivalent (VZÄ), 100 m² Bruttogeschossfläche (BGF) und Werktag berechnet. Die Daten wurden jeweils für den Fahrzeugtyp Lieferwagen (LW), Lastwagen (LKW) und als Total dieser beiden Fahrzeugtypen berechnet. Die Aufkommensraten pro Standort und Werktag für das Total and Ein- und Ausfahrten befinden sich in Tab. 36.

Tab. 36 Aufkommensrate pro Standort – Fahrten ein- und ausfahrend pro Werktag

Standort	Arbeits- plätze (VZÄ)	BGF	pro VZÄ			pro 100 m ² BGF		
			LKW	LW	Total (LKW+LW)	LKW	LW	Total (LKW+LW)
Warenverteilzentrum	200	36'992	1.76	0.16	1.92	0.95	0.08	1.04
Umschlaganlage	130	22'000	2.86	2.11	4.97	1.69	1.25	2.94
Speditionshof	170	7'427	2.36	0.70	3.06	5.41	1.59	7.01
Nahrungsmittelproduktionsstandort	65	14'000	0.23	0.42	0.65	0.11	0.20	0.30
Kieswerk	10	446	7.08	-	7.08	15.87	-	15.87
Filiale Detailhandel	10	1'950	2.28	2.24	4.52	1.17	1.15	2.32
Einkaufszentrum	170	16'000	0.10	0.08	0.18	0.10	0.08	0.18
Hotel	50	16'500	0.26	1.00	1.26	0.08	0.30	0.38

Von allen Standorten generiert das Kieswerk sowohl in Bezug auf die VZÄ als auch in Bezug auf die BGF das grösste Aufkommen mit etwa 7 Fahrten pro VZÄ pro Werktag. Die Umschlaganlage und die Detailhandelsfiliale erzeugen etwa fünf Fahrten pro VZÄ pro Werktag. Das Warenverteilzentrum und der Speditionshof generieren etwa zwei bzw. drei Fahrten pro VZÄ und Werktag. Der Nahrungsmittelproduktionsstandort, das Einkaufszentrum und das Hotel generieren deutlich weniger Aufkommen.

Bezieht man die durchschnittlichen täglichen Aufkommen auf die BGF, so liegt hinter dem Kieswerk (fast 16 Fahrten pro 100 m² BGF) der Speditionshof mit sieben Fahrten/100 m² BGF, während die Werte der anderen Standorte alle unter drei Fahrten/100 m² BGF liegen.

Mit Ausnahme des Kieswerks kann zwischen LKW- und LW-Aufkommen unterschieden werden. Es muss allerdings betont werden, dass diese Unterscheidung nicht fehlerlos ist. Während die Zuverlässigkeit der Erkennung über alle neun Fahrzeugklassen bei rund 95% liegt, ist sie für die Unterscheidung zwischen Lieferwagen und LKW tiefer, bei rund 77% bis 86%. Dies hängt damit zusammen, dass diese Fahrzeuge häufig sehr ähnliche Merkmale wie Länge, Höhe, Anzahl Achsen, Achsenabstand und akustische Signale aufweisen.

6.4 Zeitliche Charakteristika

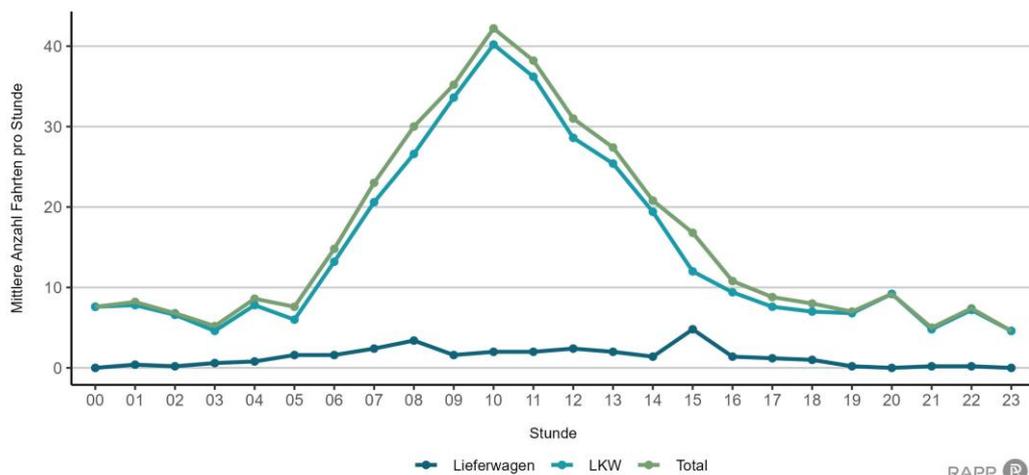
Zur Analyse zeitlicher Muster der Güterverkehrserzeugung an den verschiedenen Standorten wurden jeweils Tages- und Wochenganglinien für jeden Fahrzeugtyp erstellt. Im Folgenden sind die Totalwerte (Ein- und Ausfahrten) für alle Standorte grafisch dargestellt.

Distribution/Logistik

Die Ein- und Ausfahrten im **Distributionszentrum im Kanton Freiburg** finden vor allem zwischen 6 Uhr morgens und 17 Uhr abends statt, mit einer Spitze kurz vor dem Mittag. Lieferwagen machen nur einen kleinen Teil der Fahrten aus. Die Verteilung über die Werktage ist relativ konstant, mit einer leichten Spitze am Mittwoch. Am Samstag finden etwa halb so viele Fahrten wie unter der Woche statt. Sonntags gilt das Sonntagsfahrverbot, welches jedoch Ausnahmen für Frischetransporte vorsieht. Ähnliches gilt für das Nachtfahrverbot zwischen 22 und 5 Uhr. Sowohl sonntags als auch in der Nacht ist deshalb ein sehr reduziertes Aufkommen zu beobachten.

Total Fahrten nationales Warenverteilzentrum

Tagesganglinie (Werktag)



Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung

RAPP®

Abb. 19 Tagesganglinie nationales Warenverteilzentrum.

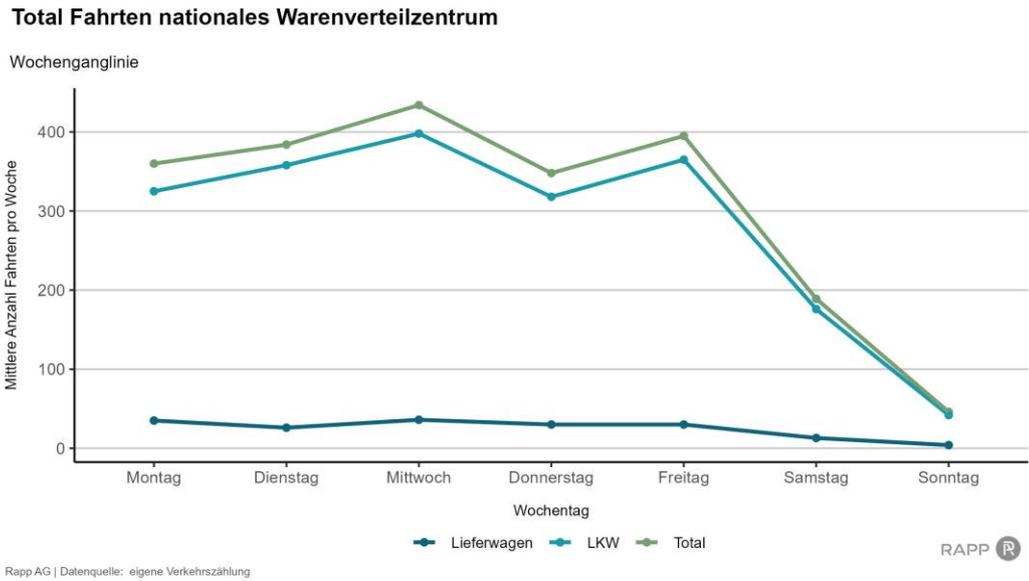


Abb. 20 Wochenganglinie nationales Warenverteilzentrum.

Die Tagesganglinie der Fahrten einer grossen Umschlagsanlage im Raum Zürich hat zwei Spitzen: Eine am Morgen zwischen 6 und 8 Uhr, wenn die Fahrzeuge das Areal mit Ware aus dem bahnseitigen Nachsprung verlassen, und eine breitere Spitze am Nachmittag zwischen 14 und 19 Uhr, wenn die Fahrzeuge von den Touren zurück auf das Areal kommen. Beide Fahrzeugtypen haben einen substantiellen Anteil am Aufkommen, die Lastwagen überwiegen leicht. An Werktagen liegt das Aufkommen konstant zwischen 600 und 700 Fahrten. Samstags finden nur wenige Fahrten, hauptsächlich mit Lieferwagen, statt. Sonntags und in der Nacht greifen Fahrverbote, es finden kaum Fahrten, und wenn nur mit Lieferwagen, statt.

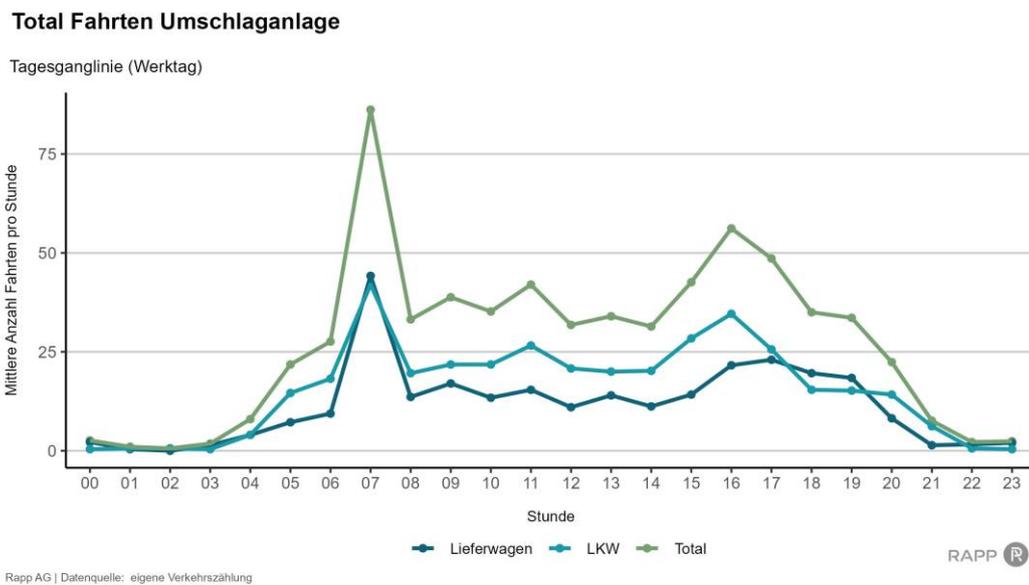


Abb. 21 Tagesganglinie Umschlaganlage.

Total Fahrten Umschlaganlage

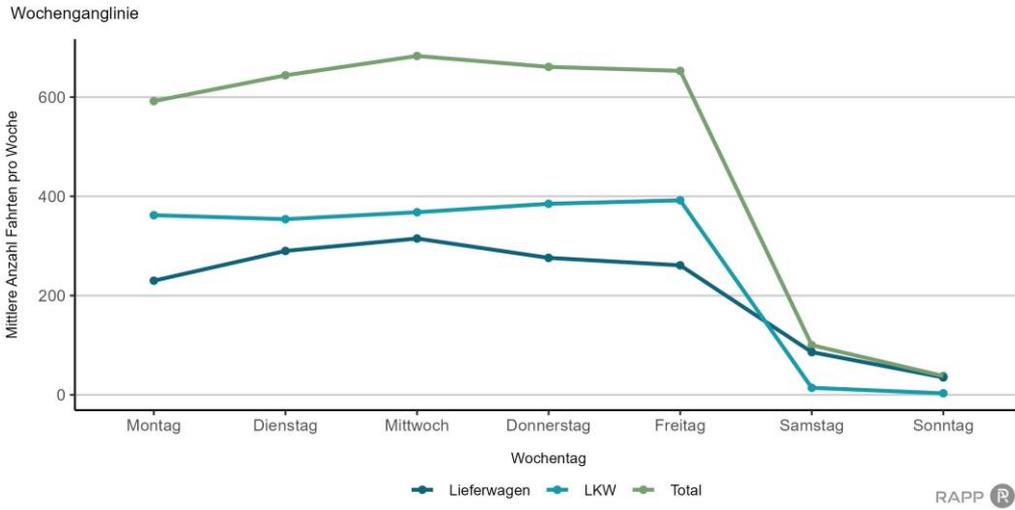


Abb. 22 Wochenganglinie Umschlaganlage.

Die Fahrten vom/zum **Speditionszentrum im Kanton Aargau** finden sowohl tagsüber wie auch nachts statt, mit drei lokalen Maxima um Mitternacht, am Vormittag (6 bis 11 Uhr) und am Nachmittag (14 bis 15 Uhr). Die Spitze um Mitternacht wird primär durch Ausfahrten verursacht. Lastwagen machen den Grossteil der Fahrten aus. Zwischen den einzelnen Werktagen sind nur geringe Unterschiede zu erkennen. Am Samstag und Sonntag sind deutlich weniger Fahrten festzustellen (geschlossene Kundenbetriebe und Sonntagsfahrverbot). Hingegen scheint für viele Transporte des Speditionshof im Kanton Aargau eine Ausnahmeregel für das Nachtfahrverbot zu gelten, denn auch zwischen 22 und 5 Uhr lässt sich ein substantielles Fahrtenaufkommen beobachten. Ausnahmen für das Nachtfahrverbot werden durch die Kantone genehmigt. Genehmigungsfähig sind unvermeidbare Transporte, die weder durch organisatorische Massnahmen noch durch die Wahl anderer Verkehrsmittel vermeidbar wären. Offenbar liegt hier eine solche Sondergenehmigung des Kantons Aargau vor.

Total Fahrten Speditionshof

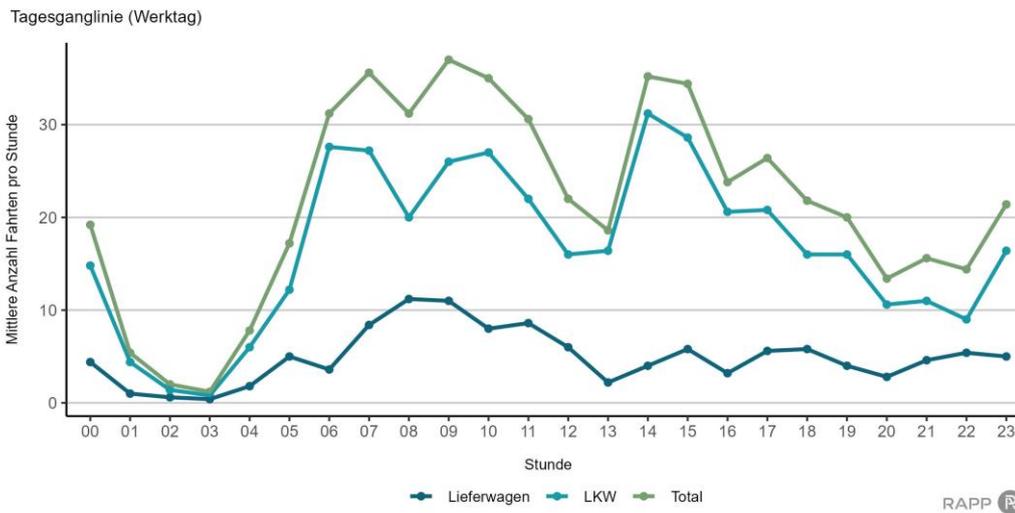


Abb. 23 Tagesganglinie Speditionshof.

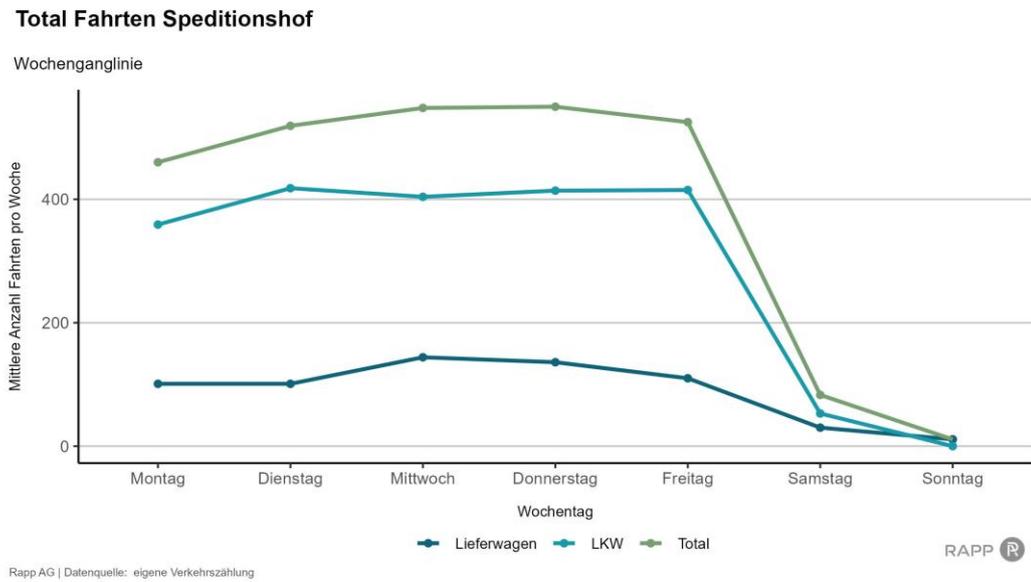


Abb. 24 Wochenganglinie Speditionshof.

6.4.1 Produktion

Die meisten Fahrten vom/zum **Nahrungsmittelproduktionsstandort im Tessin** finden zwischen 6 Uhr morgens und 20 Uhr abends statt. Am Mittag gibt es ein lokales Minimum der Fahrten. Sowohl Lieferwagen als auch Lastwagen machen einen substantziellen Anteil der Fahrten über den Tag aus, Lieferwagen sind aber ca. 1/3 stärker vertreten. Am Abend (ab 17 Uhr) sind nur Lieferwagen unterwegs. Die meisten Lieferungen finden am Freitag statt. Am Mittwoch sind es am wenigsten Fahrten der ganzen Arbeitswoche. Dies überrascht insofern, als bei anderen analysierten Unternehmen der Mittwoch der Tag mit den meisten Fahrzeugbewegungen ist. Am Samstag finden nur Fahrten mit Lieferwagen statt, keine mit LKW. Allerdings sind es ähnlich viele Lieferwagenfahrten am Samstag wie am Mittwoch. Dies könnte daran liegen, dass im Nahrungsmittelgewerbe auch am Samstag regelmässig gearbeitet wird. Am Sonntag sind die Fahrten hingegen im Vergleich zu den anderen Tagen sehr gering.

Total Fahrten Nahrungsmittel Produktionsstandort

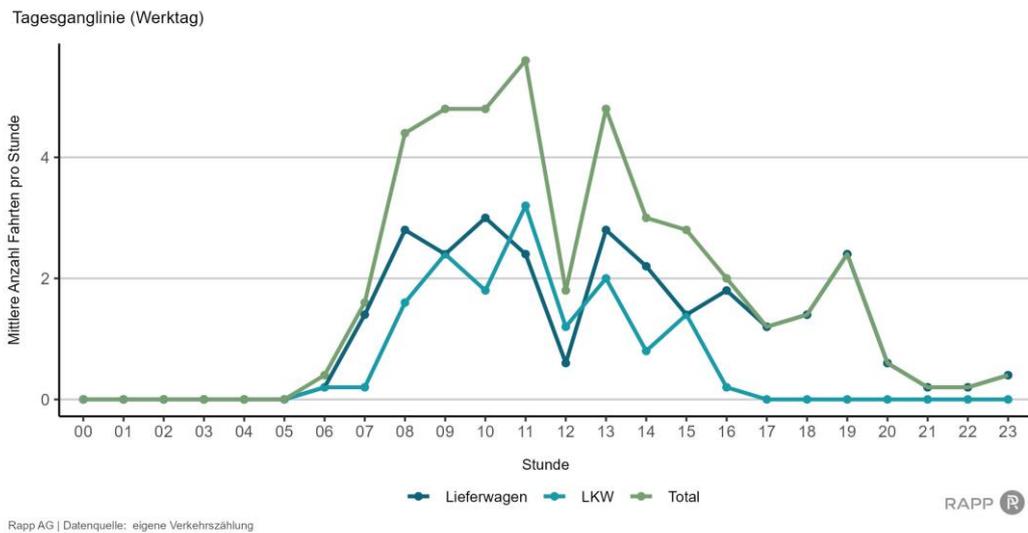


Abb. 25 Tagesganglinie Nahrungsmittelproduktionsstandort.

Total Fahrten Nahrungsmittel Produktionsstandort

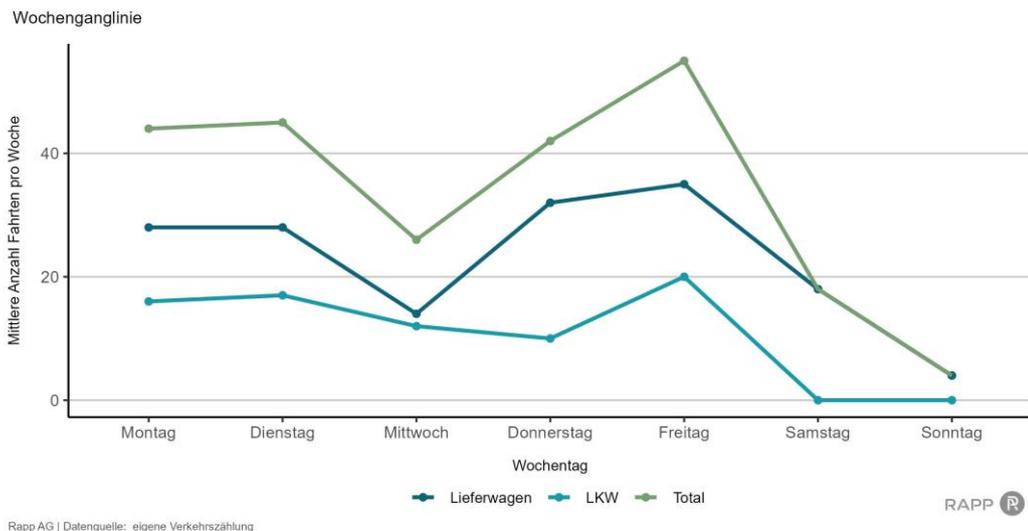


Abb. 26 Wochenganglinie Nahrungsmittelproduktionsstandort.

Für das **Kieswerk im Kanton Graubünden** wurden nur Lastwagenbewegungen erhoben. Die meisten Fahrten finden zwischen 7 Uhr morgens und 16 Uhr statt. Am Mittag ist ein klares lokales Minimum zu erkennen. Die meisten Fahrten im Wochenverlauf erfolgen am Montag. Dies erstaunt, bei anderen untersuchten Unternehmen ist der Montag oft der schwächste Tag der Arbeitswoche. Am Samstag und Sonntag finden kaum Fahrten statt, da der Betrieb in dieser Zeit nicht fertigt und am Sonntag das Fahrverbot gilt.

Total Kieswerk

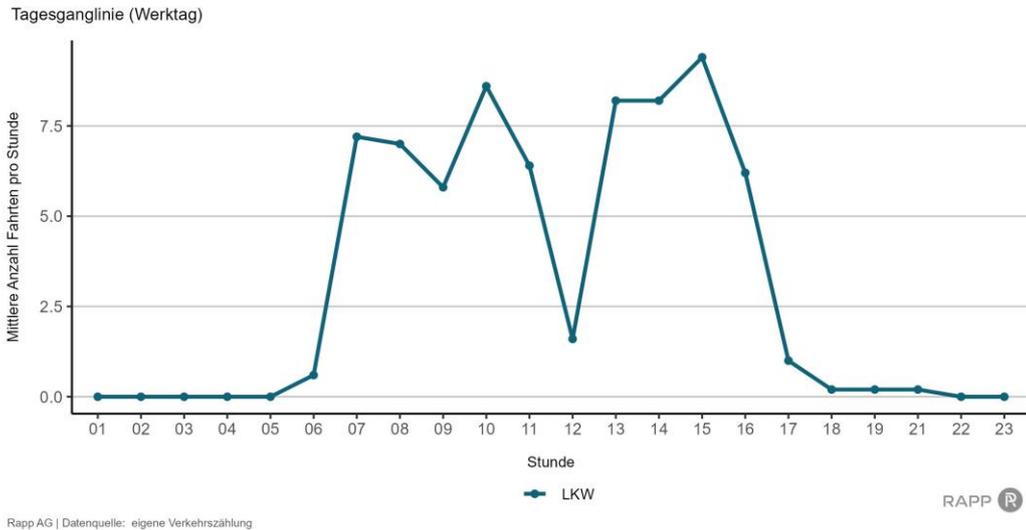


Abb. 27 Tagesganglinie Kieswerk.

Total Kieswerk

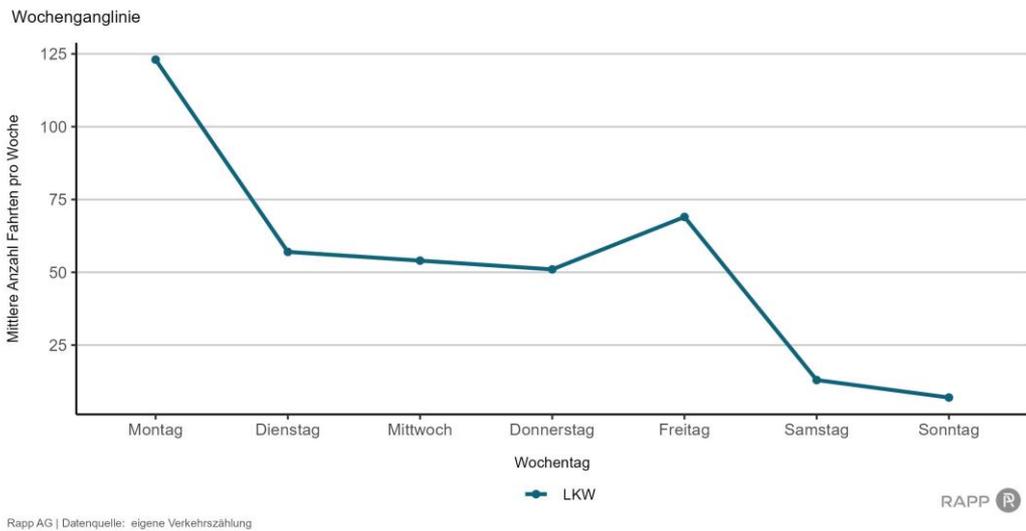


Abb. 28 Wochenganglinie Kieswerk.

6.4.2 Verkauf/Handel

Die Ein- und Ausfahrten von Lieferwagen und Lastwagen auf das Areal der **Detailhandels-Filiale** folgt keinem klaren Muster. Die meisten Fahrten erfolgen zwischen 4 Uhr morgens und 18 Uhr abends. Eine leichte Konzentration von Fahrten wird am Vormittag beobachtet. Sowohl Liefer- als auch Lastwagen haben einen gewichtigen Anteil an den Fahrten. Die Anzahl Fahrten liegt deutlich über den Erwartungen für eine Detailhandelsfiliale. Es ist daher davon auszugehen, dass hier fälschlicherweise auch Fahrten erfasst wurden, die nicht der Ver- und Entsorgung der Filiale dienen. So könnten grosse Personenwagen (Kunden) als Lieferwagen gezählt worden sein oder landwirtschaftliche Fahrten zum angrenzenden Feld als Lastwagenfahrten. Die meisten Fahrten im Wochenverlauf finden am Donnerstag statt, das Maximum ist allerdings nur schwach ausgeprägt. Am Samstag und Sonntag gibt es weniger bzw. keine Fahrten mit Lieferwagen und Lastwagen vom und auf das Areal.

Total Fahrten Filiale Detailhandel

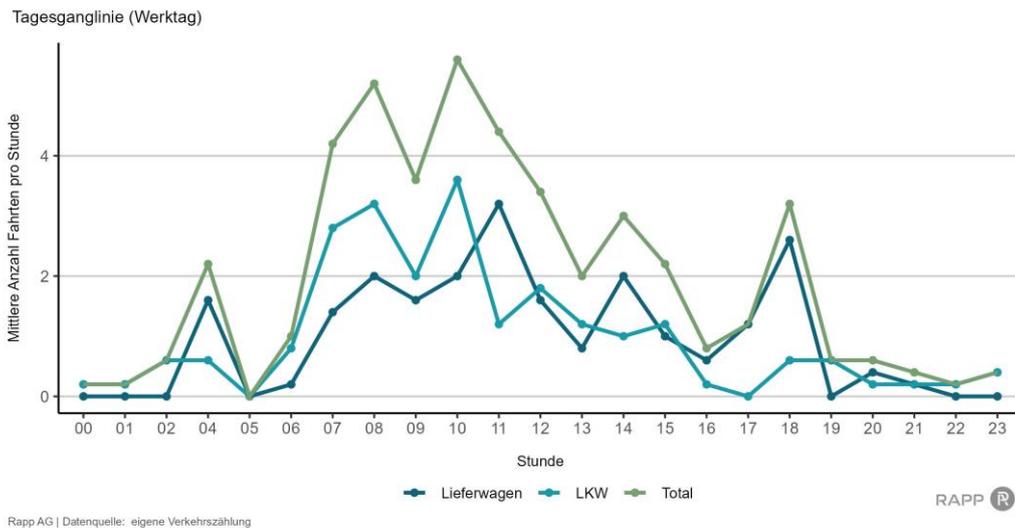


Abb. 29 Tagesganglinie Filiale Detailhandel.

Total Fahrten Filiale Detailhandel

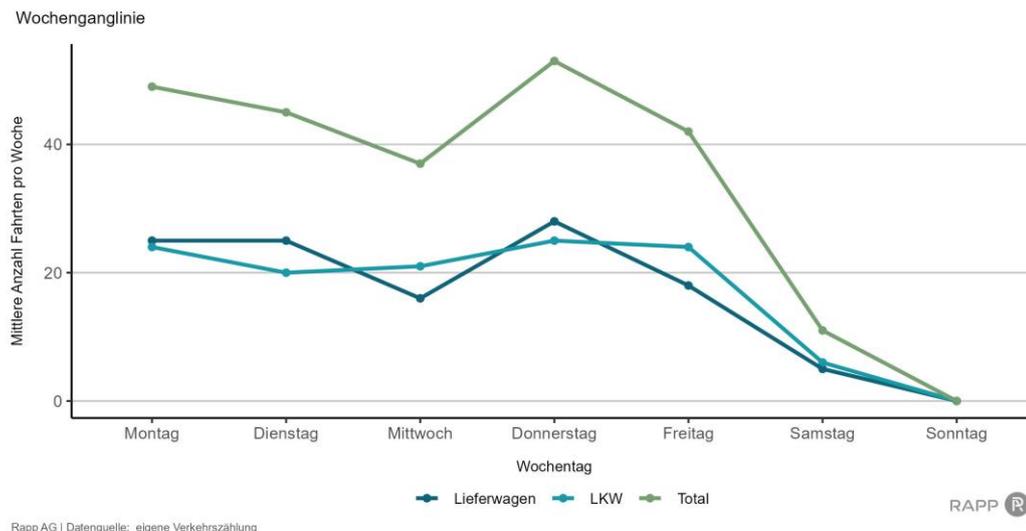


Abb. 30 Wochenganglinie Filiale Detailhandel.

Beim **Einkaufszentrum im Kanton Aargau** wurden nur Einfahrten gemessen. Das Einkaufszentrum wird zwischen 5 und 17 Uhr beliefert. Eine klare Spitze ist am Vormittag zu erkennen. Lieferwagen und Lastwagen teilen sich das Aufkommen ungefähr gleichwertig. Im Wochenverlauf ist der Montag der Spitzentag, gegen Wochenende nimmt die Anzahl der Fahrten ab. Am Sonntag finden aufgrund der geschlossenen Geschäfte keine Fahrten statt. Im Vergleich zur Detailhandels-Filiale werden hier trotz grösserer Verkaufsfläche weniger Fahrten gemessen; dies deutet zusätzlich auf Unstimmigkeiten bei der Messung bei der Detailhandels-Filiale hin.

Einfahrten Einkaufszentrum

Tagesganglinie (Werktag)

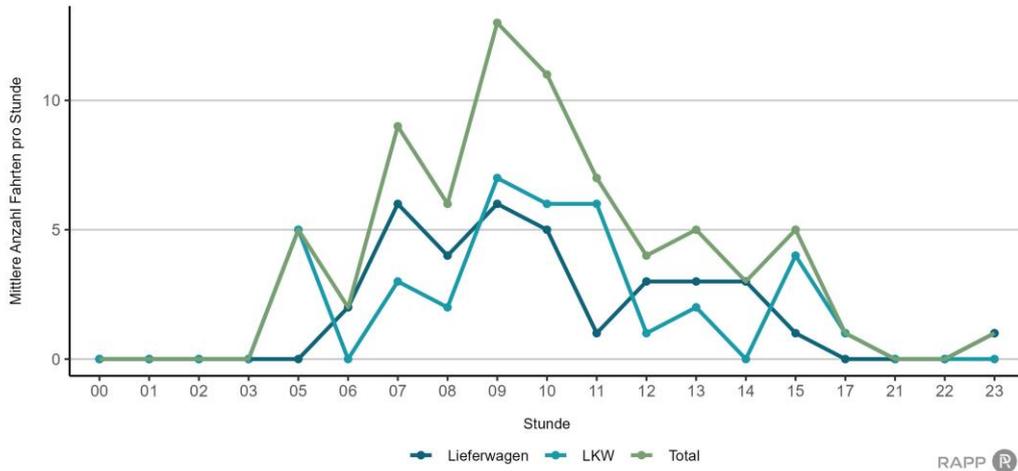


Abb. 31 Tagesganglinie (nur Einfahrten) Einkaufszentrum.

Einfahrten Einkaufszentrum

Wochenganglinie

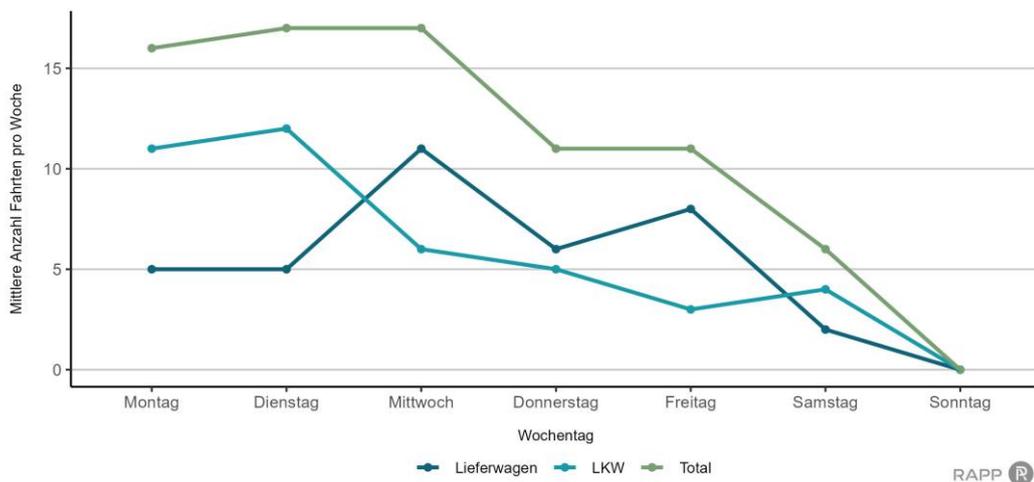


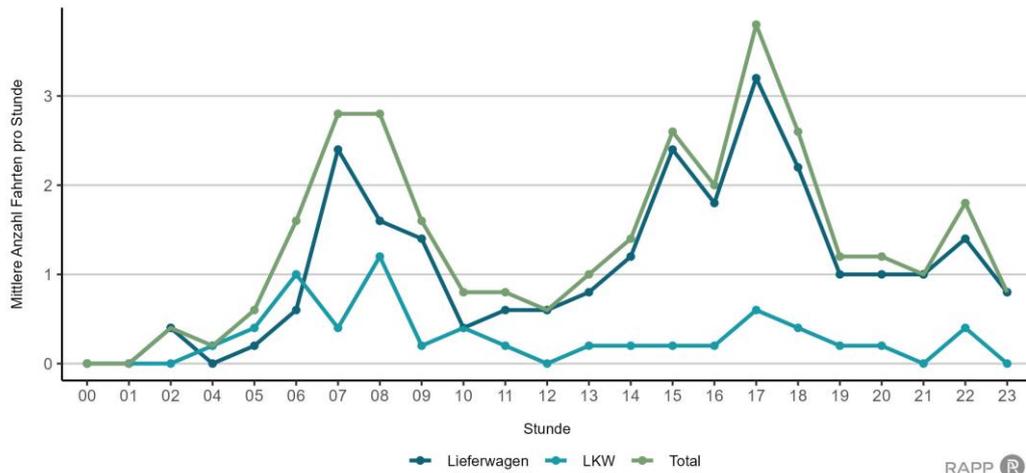
Abb. 32 Wochenganglinie (nur Einfahrten) Einkaufszentrum.

6.4.3 Dienstleistungen

Bei **Hotels im Grossraum Bern** wurden nur Einfahrten gemessen. Die Fahrten zu dieser Einrichtung haben zwei Maxima am Morgen und am Nachmittag. Den grössten Anteil der Fahrten machen Lieferwagen aus. Die meisten Fahrten im Wochenverlauf erfolgen am Freitag (besonders viele Lieferwagenfahrten). Dies ist speziell, alle anderen untersuchten Standorte haben ihr Wochenmaximum an einem anderen Wochentag. Ausserdem auffällig sind die vielen Fahrten von Lieferwagen am Samstag und Sonntag. Auch dies wurde auch bei keinem anderen Standort beobachtet, kann aber dadurch erklärt werden, dass im Hotelgewerbe, die Tage am Wochenende die umsatzstärksten sind. Zudem können auch Personenfahrten z.B. vom Flughafen enthalten sein (Messfehler).

Einfahrten Hotel

Tagesganglinie (Werktag)



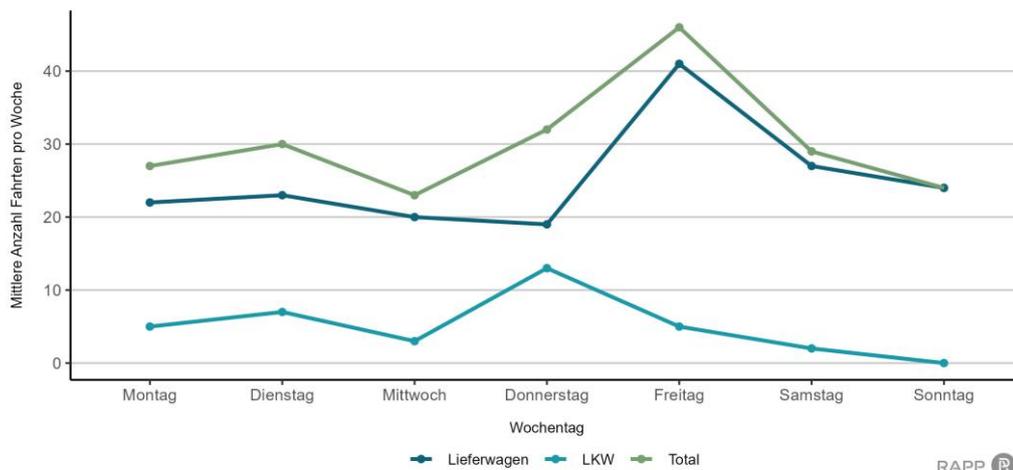
Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung

RAPP

Abb. 33: Tagesganglinie (nur Einfahrten) Hotel.

Einfahrten Hotel

Wochenganglinie



Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung

RAPP

Abb. 34: Wochenganglinie (nur Einfahrten) Hotel.

6.4.4 Vergleich und Diskussion der zeitlichen Charakteristika

Die Tagesganglinien aller Standorte zeigen deutlich die Wirkung der Fahrverbote für Lastwagen in der Nacht. Dies führt bei fast allen Standorten zu einem sprunghaften Anstieg der Fahrten nach 5 Uhr. Am Abend ist ein in ähnlicher Weise schnelles Abflachen nur beim Zürcher Speditionshof zu beobachten, bei allen anderen Standorten reduzieren sich die beobachteten Fahrten bereits deutlich früher, am späten Nachmittag oder frühen Abend. Dies hängt massgeblich mit den Öffnungszeiten der Betriebe zusammen, welche meist am Abend schliessen und keine Waren mehr annehmen oder ausliefern. Generelle Ausnahmen bilden das Distributionszentrum, welches Frischwaren aufgrund der Ausnahmeregelung vom Fahrverbot auch in der Nacht transportieren darf, sowie der Speditionshof. Dieser profitiert offenbar von einer anderen Sondergenehmigung, mutmasslich aufgrund der Grenznähe, denn hier finden sehr viele Fahrten über Nacht statt, obwohl der Standort weder Frisch- noch Posttransporte abwickelt.

Die Verteilung der Fahrten über den Tag gestaltet sich unterschiedlich. Allen Standorten gemein ist ein hohes Fahrtenaufkommen am Morgen, in Logistik- und Produktionsbetrieben eher früher um circa 7 Uhr, beim Verkauf bzw. der Belieferung von Verkauf eher später um circa 10 Uhr. Bei vielen Betrieben ist eine zweite Spitze am Nachmittag zu erkennen, ausgelöst durch zurückkommende Fahrzeuge. Am Mittag ist, ausgelöst durch die Mittagspause, bei mehreren Betrieben ein deutliches Tief zu beobachten.

Im Wochengang ist mit kleineren Abweichungen eine Konstanz über die Werktage zu beobachten. Ausgeprägte Spitzen sind kaum zu beobachten. Am Wochenende finden deutlich weniger Fahrten statt, besonders am Sonntag aufgrund des Wochenendfahrverbots und geschlossener Geschäfte. Am Samstag finden teilweise noch Fahrten statt, vor allem mit Lieferwagen. Eine Ausnahme bildet das Hotel im Grossraum Bern, welches auch am Wochenende ein hohes Fahrtenaufkommen aufweist, da am Wochenende wahrscheinlich auch das höchste Gästeaufkommen verzeichnet wird.

Es sind einige Fahrtenaufkommen zu beobachten, die unerwartet sind. Dazu gehören besonders das nächtliche Aufkommen beim Speditionshof und das grundsätzlich hohe Fahrtenaufkommen an der Detailhandels-Filiale im Grossraum Zürich. Für dieses Aufkommen sind zwar Erklärungen denkbar, es könnte sich jedoch auch um Messfehler handeln. Insgesamt können die Ergebnisse in ihrer Gesamtheit jedoch als valide eingestuft werden, jedoch sind die Werte nur als Momentaufnahmen in Zeit und Ort zu verstehen, die nicht allgemeingültig sind.

6.5 Validierung der Aufkommensraten

Die Verkehrszählungen erlauben nur eine Validierung der Kennwerte für Fahrten. Mengen in Tonnen können nicht validiert werden. Im Folgenden nehmen wir die aus den Befragungsdaten errechneten Raten und Regressionsmodelle und vergleichen die daraus berechneten Fahrten mit den effektiv gezählten Fahrten an den verschiedenen Standorten. Es ist zu bedenken, dass die Ergebnisse der Verkehrszählungen auch Servicefahrten enthalten können. Dies gilt insbesondere für den Teil des Aufkommens, der von LW erzeugt wird. Für die Validierung verwenden wir sowohl Transportintensitäten auf der Ebene Tätigkeitsfeld als auch auf Ebene Einrichtungstyp, für beide jeweils für die Bezugsgrössen VZÄ und BGF. Was die Regressionen betrifft, so validieren wir nur Regressionen, die für die Praxis geeignet sind, d. h. die vier einfachen Modelle. Alle für die Anwendung dieser Modelle erforderlichen Informationen (=unabhängige Variablen) sind verfügbar.

Ebene Tätigkeitsfeld

Für jeden Standort wurde nicht nur den Median berechnet, sondern auch das 1. und 3. Quartil, um eine Bandbreite zu erhalten. Zusätzlich wurde die prozentuale Differenz zwischen dem mit dem Median geschätzten Aufkommen und dem in der Verkehrszählung gemessenen Wert berechnet. Tab. 37 und Tab. 38 zeigen die Vergleiche bei der Transportintensität nach Tätigkeitsfeld mit Bezugsgrösse VZÄ bzw. BGF. Die Unterschiede zwischen der Schätzung und dem tatsächlichen Wert sind beträchtlich. Die überwiegende Mehrheit der Schätzungen liegt unter den Werten, die mit den Verkehrszählern ermittelt wurden, d.h. die ermittelten Kennwerte scheinen die Anzahl Fahrten zu unterschätzen. Der grösste Unterschied ist beim Einkaufszentrum festzustellen, das jedoch ein Sonderfall ist. Es handelt sich um eine Einrichtung, die sich aus mehreren Einrichtungen zusammensetzt und daher nicht ganz korrekt als Ganzes berechnet werden kann.

Die grossen Diskrepanzen sind zum Teil sicherlich darauf zurückzuführen, dass die Verkehrszählungen aufgrund des bei der automatischen Zählung fälschlicherweise als LW gezählten Dienst- und Personenverkehrs tendenziell überschätzt werden.

Tab. 37 Transportintensitäten aus Befragung – Vergleich geschätzte/effektive Werte – Ebene Tätigkeitsfeld – Bezugsgrösse VZÄ.

Standort	Tätigkeitsfeld	Fahrten geschätzt 1. Quartil	Fahrten geschätzt Median	Fahrten geschätzt 3. Quartil	Fahrten effektiv	Differenz %
Warenverteilzentrum	Logistik	64	102	343	384	-73%
Umschlaganlage	Logistik mit Anschlussgleis	58	81	295	646	-87%
Speditionshof	Logistik	54	87	292	520	-83%
Nahrungsmittelproduktionstandort	Produktion	9	18	53	42	-57%
Kieswerk	Produktion	1	3	8	71	-96%
Filiale Detailhandel	Handel	3	5	16	45	-88%
Einkaufszentrum	Handel	57	92	270	31	201%
Hotel	Dienstleistung	2	5	17	63	-92%

Tab. 38 Transportintensitäten aus Befragung – Vergleich geschätzte/effektive Werte – Ebene Tätigkeitsfeld – Bezugsgrösse 100 m² BGF.

Standort	Tätigkeitsfeld	Fahrten geschätzt 1. Quartil	Fahrten geschätzt Median	Fahrten geschätzt 3. Quartil	Fahrten effektiv	Differenz %
Warenverteilzentrum	Logistik	82	247	879	384	-36%
Umschlaganlage	Logistik mit Anschlussgleis	64	107	757	646	-83%
Speditionshof	Logistik	17	50	177	520	-90%
Nahrungsmittelproduktionsstandort	Produktion	17	43	110	42	1%
Kieswerk	Produktion	1	1	3	71	-98%
Filiale Detailhandel	Handel	6	19	72	45	-59%
Einkaufszentrum	Handel	51	153	587	31	398%
Hotel	Dienstleistung	16	46	150	63	-28%

Ebene Einrichtungstyp

Die gleiche Validierung wurde mit Transportintensitäten auf Einrichtungsebene durchgeführt (Tab. 39 mit Bezugsgrösse VZÄ und Tab. 40 mit Bezugsgrösse BGF). Auch hier sind die Diskrepanzen beträchtlich und auch hier unterschätzen die Schätzungen in der Regel das Aufkommen des von den Einrichtungen generierten Verkehrs.

Tab. 39 Transportintensitäten aus Befragung – Vergleich geschätzte/effektive Werte – Ebene Einrichtungstyp – Bezugsgrösse VZÄ.

Standort	Einrichtungstyp	Fahrten geschätzt 1. Quartil	Fahrten geschätzt Median	Fahrten geschätzt 3. Quartil	Fahrten effektiv	Differenz %
Warenverteilzentrum	Warenverteil	60	163	369	384	-57%
Umschlaganlage	Umschlag mit Anschlussgleis	867	867	867	646	34%
Speditionshof	Spedition	56	71	128	520	-86%
Nahrungsmittelproduktionsstandort	Nahrungsmittel	9	24	72	42	-43%
Kieswerk	Gebrauchsgüter	1	2	3	71	-97%
Filiale Detailhandel	Nahrungsmittel	1	4	11	45	-92%
Einkaufszentrum	Andere Waren	68	94	147	31	206%
Hotel	Hotel	3	4	10	63	-94%

Tab. 40 Transportintensitäten aus Befragung – Vergleich geschätzte/effektive Werte – Ebene Einrichtungstyp – Bezugsgrösse 100 m² BGF.

Standort	Einrichtungstyp	Fahrten geschätzt 1. Quartil	Fahrten geschätzt Median	Fahrten geschätzt 3. Quartil	Fahrten effektiv	Differenz %
Warenverteilzentrum	Warenverteil	186	661	1'151	384	72%
Umschlaganlage	Umschlag mit Anschlussgleis	235	235	235	646	-64%
Speditionshof	Spedition	14	17	116	520	-97%
Nahrungsmittelproduktionsstandort	Nahrungsmittel	19	66	139	42	56%
Kieswerk	Gebrauchsgüter	1	2	3	71	-98%
Filiale Detailhandel	Nahrungsmittel	3	9	19	45	-80%
Einkaufszentrum	Andere Waren	139	192	747	31	527%
Hotel	Hotel	8	20	64	63	-68%

6.5.1 Vergleich mit einfachen Regressionsmodellen aus Befragung

Auf Grundlage der Daten der betrachteten Standorte haben wir das Aufkommen anhand der vier einfachen Regressionsmodelle geschätzt. Auch hier bestätigt sich, dass die Schätzungen niedriger sind als die anhand der Zählungen ermittelten Werte (siehe Tab. 41).

Trotz einer höheren Modellgüte (höheres Bestimmtheitsmass R^2) unterschätzt Modell 4 (das Modell, bei dem die Zählvariablen transformiert wurden) das Aufkommen der Standorte meistens stärker als andere Modelle. Für die Nahrungsmittelproduktion und das Hotel scheinen die Regressionsmodelle generell besser zu funktionieren. Das Modell 3, bei dem die BGF als Indikator für die Betriebsgrösse verwendet wird, scheint den Zählungen am nächsten zu kommen.

Tab. 41 Regressionsmodelle aus Befragung – Vergleich geschätzte/effektive Werte pro Werktag.

	Warenverteilzentrum	Umschlaganlage	Speditionshof	Nahrungsmittelproduktionsstandort	Kieswerk	Filiale Detailhandel	Einkaufszentrum	Hotel
Effektive Fahrten	384	646	520	42	71	45	31	63
Modell 1	155	276	134	24	-4	-7	65	4
Modell 2	150	280	136	21	-3	-3	67	-1
Modell 3	143	354	103	33	15	-9	10	20
Modell 4	88	165	57	17	5	11	36	5
Differenz % Modell 1	-60%	-57%	-74%	-44%	-105%	-116%	112%	-94%
Differenz % Modell 2	-61%	-57%	-74%	-50%	-105%	-107%	121%	-101%
Differenz % Modell 3	-63%	-45%	-80%	-21%	-79%	-120%	-67%	-68%
Differenz % Modell 4	-77%	-74%	-89%	-60%	-93%	-76%	19%	-92%

6.5.2 Interpretation der Vergleiche

Da es nicht möglich ist, den tatsächlichen Güterverkehr eines Standorts exakt zu erheben und den Güterverkehr von anderen Verkehrsarten zu trennen, sind wir der Meinung, dass die Ergebnisse der Validierung schlechter erscheinen, als sie es tatsächlich sind. Die Validierung der Ergebnisse zeigt jedoch deutlich, dass die ermittelten Kennwerte und Regressionsmodelle mit Vorsicht zu geniessen sind. Es ist notwendig, mehr als eine Berechnungsmethode anzuwenden, um mehrere Eckwerte zu haben, auf die man sich stützen kann.

Bei den Transportintensitäten, ohne Berücksichtigung des Falles Einkaufszentrum, sind die geringsten Abweichungen bei den Verkehrsintensitäten auf Ebene Tätigkeitsfeld bei Verwendung der VZÄ als Bezugsgrösse festzustellen.

Die Regressionsmodelle, wie auch die Transportintensitäten, unterschätzen das Aufkommen deutlich. Bei den Modellen, insbesondere bei den Modellen 1-3, ist immerhin eine gewisse Konsistenz der Ergebnisse zu beobachten.

7 Synthese, Schlussfolgerungen und Empfehlungen

7.1 Synthese

7.1.1 Abdeckung der Nutzerbedürfnisse durch die Ergebnisse

Der Abgleich zwischen den Nutzerbedürfnissen und den ermittelten Aufkommensraten bzw. Regressionsmodellen zeigt folgendes Bild:

Tab. 42 Synthese Nutzeranforderungen und ermittelte Aufkommensraten/ Regressionsmodelle.

Thema/Frage	Wichtigstes Nutzerbedürfnis	Eindeutigkeit Bedürfnis	Abdeckung durch ermittelte Aufkommensraten/Regressionsmodellen
Aufkommen	Fahrten und Menge in Tonnen	Stark eindeutig	gut
Zeiteinheit	Hauptsächlich pro Tag und pro Stunde (Spitzenstunde)	Stark eindeutig	Gut bezüglich Tageswerten, Spitzenstunden nur bei Verkehrszählungen beispielhaft abgedeckt
Ganglinien	Tagesganglinie und Wochenganglinie	Stark eindeutig	beschränkt, Tagesgang- und Wochenganglinie nur über Verkehrszählungen beispielhaft abgedeckt
Genauigkeitsgrad	Hohe Genauigkeit: 10-20%	Stark eindeutig	Beschränkt; Unsicherheiten bei Aufkommensraten eher grösser
Fahrzeugdifferenzierung	Lastwagen, Lieferwagen, PW, Lastenvelos	Mässig eindeutig	Teilweise abgedeckt über die Anteile nach Fahrzeugtypen (Nicht direkt in Durchschnittswerten); PW und Lastenvelos nicht abgedeckt
Bezugsgrössen	Fläche (Bruttogeschossfläche und Arealfläche) sowie Beschäftigte/Arbeitsplätze (Beschäftigte und VZÄ)	Wenig eindeutig	Mehrheitlich abgedeckt durch VZÄ und Bruttogeschossfläche
Einflussfaktoren	Bahnerschliessung, Strassenerreichbarkeit, Lage (Distanz zum Zentrum), Zonentyp, Regulierung, Lagerfläche und Anzahl Fahrzeuge am Standort	Mässig eindeutig	Bei Durchschnittswerten wird Bahnerschliessung abgedeckt; bei Regressionsmodellen werden weitere Einflussfaktoren abgedeckt (Lagerfläche, Anzahl nichtadministrative VZÄ)
Prognosehorizont	Gegenwart (Ist-Zustand), bis zu 5 Jahren, 5 bis 10 Jahre, 10 bis 15 Jahre, 15 bis 20 Jahre	Wenig eindeutig	Nicht abgedeckt, erhobene Kennwerte gelten für den Ist-Zustand, Prognosewerte müssten mittels Annahmen definiert werden
Segmentierung der Nutzungen	Art der Einrichtung (z.B. Hotel, Büro, Gastronomie, Einkaufszentrum etc.), logistische Funktion der Einrichtung	Mässig eindeutig	gut
Relevante Sektoren/Tätigkeitsfelder	Logistik, Handel, Industrie-/Produktionsanlagen, Dienstleistungen und Gewerbe	Wenig eindeutig	gut
Relevante Einrichtungen Logistik	Lager Stückgut (Konsumgut)	Wenig eindeutig	Beschränkt bis gut; nicht für alle Einrichtungstypen repräsentativ

		Hubs in der City-Logistik Umschlaganlage (Hafen, Terminal, Freiverlade) Nationales Warenverteil- zentrum Spedition (Speditionshof) Recyclinghof/Sammelste- lle Kehrichtverbrennung		
Relevante Handel	Einrichtungen	Einkaufszentrum grossflächiger Einzelhandelsmarkt Warenhaus (Hypermarkt) Möbelmarkt (z.B. Ikea) Discountmarkt kleinflächiger Einzelhandelsmarkt	Wenig eindeutig	Beschränkt bis gut; nicht für alle Einrichtungstypen repräsentativ
Relevante Industrie-/Produktions- anlagen	Einrichtungen	Anlage zur Herstellung von Nahrungsmitteln und Getränken Anlage zur Herstellung von Baustoffen (Zement, Beton etc.) Anlage zur Herstellung von Gebrauchs- und Verbrauchsgütern Anlage zur Herstellung von chemischen Erzeugnissen	Wenig eindeutig	Beschränkt bis gut; nicht für alle Einrichtungstypen repräsentativ
Relevante Dienstleistungen	Einrichtungen	Publikumsorientierte Dienstleistungen (z.B. Banken, Poststellen) Büros Gastronomie	Wenig eindeutig	Beschränkt bis gut; nicht für alle Einrichtungstypen repräsentativ
Relevante Gewerbe	Einrichtungen	Kleingewerbe (Gipserei, Malerei, Schlosserei, Elektro- /Sanitärinstallation etc.)	Wenig eindeutig	Beschränkt bis gut; nicht für alle Einrichtungstypen repräsentativ
Form der Resultate		Einfache Kennwerte/Durch- schnittswerte Berechnungstool	Stark eindeutig	Einfache Kennwerte gut abgedeckt, Berechnungstool liegt nicht vor

Insgesamt erfüllen die Ergebnisse die Anforderungen der Nutzer an Aufkommensraten für den Güterverkehr relativ gut. Aufgrund der Komplexität der Befragung (Anzahl Fragen musste beschränkt werden, beschränkter Rücklauf) konnten die Bedürfnisse jedoch nicht vollumfänglich erfüllt werden. Dies war aber auch nicht zu erwarten.

7.1.2 Ermittelte Kennwerte und Modelle

Eine Einschätzung der Anwendbarkeit der ermittelten Kennwerte und Regressionsmodelle geht aus der nachfolgenden Tabelle hervor. Auch wo in der Tabelle ein "Ja" aufgeführt ist, muss beachtet werden, dass die verwendeten Methoden zur Berechnung der Kennwerte in dieser Studie grosse Unsicherheiten aufweisen. Insofern ist ein «Ja» als "Ja, bedingt" zu verstehen, da die Ergebnisse nur bedingt repräsentativ sind.

Tab. 43 Anwendbarkeit der ermittelten Kennwerte und Regressionsmodelle nach Planungsfall.

Planungsfall	Kennwerte aus Statistiken Transportintensitäten	Kennwerte aus Statistiken Regressionsmodell	Kennwerte aus Befragungen Transportintensitäten	Kennwerte aus Befragungen Einfaches Regressionsmodell	Kennwerte aus Befragungen Komplexes Regressionsmodell	Kennwerte aus Verkehrszählungen (und Unternehmensinformationen)
Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens einer Einrichtung/eines Areals (Logistik, Produktion, Handel, Dienstleistungen)	nein	nein	ja	ja	ja	ja
Planung einer Verkehrserschliessung (Teil Güterverkehr)	nein	nein	ja	ja	ja	ja
Evaluation verkehrlicher Auswirkungen von Nutzungen (Logistik, Produktion, Handel, Dienstleistungen)	nein	nein	ja	ja	ja	ja
Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens von grösseren zusammenhängenden Gebieten (MS-Regionen, Kantone, etc.)	ja	ja, für einzelne Warengruppen	ja	ja	ja	nein
Dimensionierung von Umschlaganlagen (inkl. Anlieferungsanlagen)	nein	nein	evtl.	evtl.	evtl.	ja
Modellierung	evtl.	evtl.	evtl.	evtl.	evtl.	evtl.

Die aus Statistiken hergeleiteten Kennwerte (Transportintensitäten) und Regressionsmodelle sind nur sehr eingeschränkt anwendbar, da sie sehr stark aggregiert sind und grosse Unsicherheiten aufweisen. Für grössere zusammenhängende Gebiete können damit grobe Aufkommensschätzungen vorgenommen werden; bei Regressionsmodellen jedoch nur für einzelne Warengruppen. Die Anwendbarkeit für die Modellierung wäre näher zu prüfen.

Die aus der Unternehmensbefragung hergeleiteten Kennwerte und Regressionsmodelle können für die wichtigsten Planungsfälle verwendet werden. Obwohl diese Methode verwendbare Ergebnisse zeigt, sind auch hier die Unsicherheiten zu berücksichtigen, die mit der Natur der erhobenen Daten verbunden sind. In Anbetracht dieser Herausforderungen sollten die Ergebnisse mit Vorsicht interpretiert werden und weitere Untersuchungen durchgeführt werden, um ihre Gültigkeit zu bestätigen. Die Anwendbarkeit für die Dimensionierung von Umschlag- und Anlieferungsanlagen sowie die Modellierung wäre näher zu prüfen.

Die aus der Verkehrszählung hergeleiteten Kennwerte können für die wichtigsten Planungsfälle verwendet werden. Dies gilt auch für die Dimensionierung von Umschlags- oder Anlieferungsanlagen, wenn es sich um eine gleichartige Anlage mit einer vergleichbaren Verkehrsstruktur handelt. Die Anwendbarkeit für die Modellierung wäre näher zu prüfen.

Die Anwendbarkeit hängt neben dem Planungsfall auch stark von der untersuchten Nutzung (Tätigkeitsfeld, Einrichtungstyp) bzw. den Nutzungen ab. Die abschliessende Anwendbarkeit der Kennwerte für Transportintensitäten und Regressionsmodelle ist deshalb im Einzelfall zu prüfen.

7.1.3 Anwendungshinweise zu Transportintensitäten

In diesem Forschungsprojekt haben wir mit drei unterschiedlichen Methoden dieselben Transportintensitäten berechnet. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die berechneten Kennzahlen. Diese helfen, das Güterverkehrsaufkommen abzuschätzen, wenn keine Messdaten oder direkten Informationen vom Nutzer vorliegen (für Fälle, in denen der Standort bereits in Betrieb ist oder ein Mengengerüst schon vorliegt).

Tab. 44 Übersicht der berechneten Transportintensitäten.

	Aus bestehenden Statistiken		Aus eigener Befragung		Aus eigenen Verkehrszählungen	
	pro VZÄ	pro m2 Arbeitszone	pro VZÄ	pro 100 m2 BGF	pro VZÄ	pro 100 m2 BGF
Fahrten						
Logistik	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja
Produktion	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja
Handel	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja
Dienstleistungen	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja
Mengen in Tonnen						
Logistik	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
Produktion	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
Handel	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
Dienstleistungen	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
Hinweise	Diese Werte sind unzuverlässig. In Abwesenheit anderer Kennzahlen nur auf Regionsebene verwendbar.		Verwendbar unter Berücksichtigung der Unsicherheiten. Kennwert mit oder ohne Anschlussgleis wählen. Wenn Daten vorhanden, sowohl mit VZÄ als auch mit BGF rechnen. Die Transportintensitäten für Fahrten scheinen eher niedrig zu sein.		Nur wenige Beobachtungen. Nur als Referenzfall bei ähnlichen Nutzungen verwenden.	
Verweis	Kap. 4.2		Kap. 5.3 und Anhang ab Seite 162 (Fahrten) und ab Seite 167 (Mengen [t]).		Kap. Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. und Anhang Seite 174.	

Die auf der Grundlage **bestehender Statistiken** berechneten Transportintensitäten unterliegen verschiedenen Einschränkungen, die sich aus den Eigenschaften der Statistiken selbst ergeben. Für die Fahrten muss beachtet werden, dass es sich nicht um Fahrten auf der Ebene der Einrichtung handelt, sondern um Fahrten innerhalb eines Gebietes. Darüber hinaus ist die Zuordnung der Transporte zu den NOGA-Kategorien in der GTE-Statistik mit verschiedenen Fehlern behaftet, da sie nach dem Fahrzeugbesitzer erfolgt. Bei den aus den vorhandenen Statistiken abgeleiteten Transportintensitäten mit der Fläche als Bezugsgrösse (alle Bauzonen, wo die Arbeit zugelassen ist) besteht das Problem, dass kein direkter Zusammenhang zwischen der betrachteten Fläche und den wirtschaftlichen Aktivitäten, die den Güterverkehr erzeugen, besteht. Die betrachteten Flächen werden mit unterschiedlicher Intensität genutzt. Es gibt auch wirtschaftliche Aktivitäten, die ausserhalb der betrachteten Flächen bzw. ausserhalb der Bauzone stattfinden (z. B. viele Unternehmen der Produktion von Baustoffen).

Die aus den **Befragungsdaten** gewonnenen Transportintensitäten scheinen uns am besten zur Anwendung geeignet zu sein. Es liegt in der Natur der Sache, dass sie grossen Unsicherheiten unterworfen sind. Dies muss bei der Anwendung zwingend berücksichtigt werden, indem die Standardabweichung bzw. die Quantile als Bandbreite für die Schätzung berücksichtigt werden. Es ist auch sinnvoll, wenn Daten vorhanden sind, eine Schätzung mit beiden Bezugsgrössen (sowohl VZÄ als auch BGF) vorzunehmen. Die Transportintensitäten wurden für mehrere Fälle berechnet. Wir empfehlen, die spezifische Kennzahl für den jeweiligen Standorttyp zu verwenden und zusätzlich zu berücksichtigen, ob dieser ein Anschlussgleis benutzt oder nicht. Die ermittelten Transportintensitäten werden durch eine Studie, die in der Vergangenheit in der Schweiz durchgeführt wurde, gestützt [6]. Im Vergleich mit dem Ausland scheinen sie jedoch für bestimmte Einrichtungstypen die Zahl der Fahrten eher zu unterschätzen, vor allem für die

Einrichtungstypen Umschlag und Lagerung. Wir haben Verkehrszählungen für ein Fallbeispiel einer Umschlaganlage durchgeführt, die als Referenzfall herangezogen werden können und somit eine Grundlage für weitere Analysen bilden.

Die Transportintensitäten, die aus den **Verkehrszählungen** gewonnen wurden, sind Beschreibungen von Einzelfällen, die während einer Woche gemessen wurden. Wir haben eine Jahreszeit gewählt, die im Allgemeinen eine Periode mit durchschnittlichem Verkehr darstellt. Da es sich um Einzelfälle handelt, sind diese Kennwerte nur für den Einsatz in ähnlichen Einrichtungen geeignet.

7.1.4 Anwendungshinweise zu Regressionsmodellen

Neben Transportintensitäten können auch Regressionsmodelle verwendet werden, um das Aufkommen eines Standortes zu schätzen. In diesem Forschungsprojekt wurden Regressionen auf zwei Arten von Daten angewendet: auf bestehende Statistiken und auf neu erhobene Daten. Daten aus Verkehrszählungen sind für eine Regressionsanalyse nicht geeignet.

Mit Hilfe von Regressionsmodellen auf der Grundlage **bestehender Statistiken** (Kap. 4.3) kann auf Makroebene das Güterverkehrsaufkommen in Tonnen berechnet werden, das sich aus der Summe der 20 Warengruppen ergibt. Dazu werden Bevölkerungsdaten und die Zahl der VZÄ für jede zweistellige NOGA-Kategorie benötigt. Diese Modelle eignen sich nicht für Schätzungen auf der Ebene von Einrichtungen oder Städten, sondern nur für grössere Gebiete.

Als Mittel zur Aufkommensschätzung auf kleinen Ebenen dienen die in den Kapiteln 5.4.2 und 5.4.3 vorgestellten einfachen Modelle basierend auf den **Befragungsdaten**. Die ebenfalls in diesen Kapiteln vorgestellten komplizierteren Modelle sind für die Anwendung in der Praxis nicht geeignet, zum einen wegen der Komplexität der Berechnung, zum anderen wegen des Detaillierungsgrades, der für ihre Berechnung erforderlichen Daten. Stattdessen können die einfachen Modelle mit wenigen Daten verwendet werden: Tätigkeitsfeld des zu schätzenden Standorts, Anzahl der VZÄ und/oder BGF und Nutzung eines Anschlussgleises. Modelle, die sowohl die VZÄ als auch die BGF verwenden, liefern bessere Schätzungen, sowohl für die Anzahl der Fahrten als auch für die Mengen in Tonnen (jeweils pro Betriebstag). Sofern die erforderlichen Daten verfügbar sind, sollten diese daher bevorzugt werden. Unter den einfachen Modellen erzielt das Modell mit logarithmierten Variablen die beste statistische Güte. Seine Anwendung ist jedoch nicht trivial.

7.2 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

7.2.1 Schlussfolgerungen

Das Forschungsprojekt hatte zum Ziel nutzungsspezifische Kennwerte bzw. Aufkommensraten für den Güterverkehr zu ermitteln, welche in der Verkehrs- und Raumplanung genutzt werden können. Diese sollten vor allem auch für die Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens von Arealen und Gebäuden, die Ermittlung der Auswirkungen auf das umliegende Strassennetz, Leistungsfähigkeitsanalysen und als Grundlage für die Dimensionierung von Anlagen verwendet werden können. Die Kennwerte bzw. Aufkommensraten wurden mittels dreier Methoden – Herleitung aus nationalen Statistiken, Herleitung aus Befragungen, Herleitung aus Verkehrszählungen - ermittelt.

Aus **methodischer Sicht** können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Grundsätzlich können mit allen drei Methoden nutzungsspezifische Kennwerte oder Aufkommensraten für den Güterverkehr ermittelt werden. Die Anwendbarkeit nach Planungsfällen ist jedoch unterschiedlich.
- In Kombination der Befragung mit Verkehrszählungen konnten die Aufkommensraten aus der Befragung geprüft werden. Es hat sich gezeigt, dass die Heterogenität innerhalb der Tätigkeitsfelder und Einrichtungstypen sehr gross ist. Entsprechend gross sind die Unsicherheiten bei Aufkommensschätzungen.
- Die Methoden weisen unterschiedliche Stärken und Schwächen auf (vgl. nachfolgende Tabelle):

Tab. 45 Stärken und Schwächen der eingesetzten Methoden

Methoden	Stärken	Schwächen
Herleitung aus nationalen Statistiken	<ul style="list-style-type: none"> • Einfache Berechnung und Anwendung • Ermittlung Durchschnittswerte und Regressionen möglich • Nutzbarkeit nationaler Statistiken und somit keine separate Datenerfassung • Im Verhältnis geringer Aufwand • Anwendbarkeit für grössere Gebiete • Differenzierung nach Fahrzeugtyp (LW und LKW) möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Wegen Berücksichtigung von nur einer Variablen (VZÄ) grosse Unsicherheiten • Eingeschränkte Anwendbarkeit für die Aufkommensschätzung für Einrichtungen/Areale • Für Lieferwagen eingeschränkte Datenlage • Zu den Nutzflächen nur eingeschränkte Datenlage • Es werden nur inländische Güterfahrzeuge betrachtet • Die Zuteilung der Transporte zu den NOGA-Kategorien erfolgt via Fahrzeugbesitzer und ist nicht immer zutreffend
Herleitung aus Unternehmensbefragungen	<ul style="list-style-type: none"> • Ermittlung Durchschnittswerte und Regressionen möglich • Berücksichtigung verschiedener Einflussfaktoren möglich durch Regressionen • Breite Abdeckung verschiedener Tätigkeitsfelder/Einrichtungstypen • Gute Anwendbarkeit auf Ebene Einrichtungen/Areale • Differenzierte Werte für Standorte mit und ohne Anschlussgleis • Differenzierte Werte für Anziehung und Erzeugung 	<ul style="list-style-type: none"> • Transportintensitäten wegen Berücksichtigung von nur einer Variablen (VZÄ oder BGF) mit grossen Unsicherheiten • Grosse Standardabweichung durch hohe Heterogenität innerhalb der Tätigkeitsfelder/Einrichtungstypen • Komplexe Erhebung mit beschränktem Rücklauf • Heterogene Datenqualität • Hohe Komplexität bei Regressionen • Relativ hoher Aufwand für Erhebung und Datenaufbereitung
Verkehrszählungen an Betriebsstätten	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Zuverlässigkeit der Verkehrszählung, wenn während repräsentativer Zeitperiode erhoben wird • Liefert für Einzelstandort zuverlässige Aufkommensraten mit geringen Unsicherheiten • Einfache Differenzierung nach Fahrzeugtypen möglich • Es lassen sich Tages- und Wochenganglinien erfassen • Gute Vergleichbarkeit bei ähnlichen Einrichtungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Repräsentativität auf erhobene Einrichtungen beschränkt • Keine Differenzierung zwischen Anziehung und Erzeugung möglich • Keine Erhebung von Mengen möglich (ausser bei Kombination mit Befragung) • Hohe Anforderungen an die Bedingungen der Ein- und Ausfahrt • Serviceverkehr wird miterfasst (also auch Dienstleistungsverkehr mit/ohne Waren, führt zur Überschätzung der Aufkommensraten) • Hoher Aufwand bei repräsentativer Anzahl von Betriebsstätten • Verkehrszählungen nur bei idealen Bedingungen für die Zu-/Wegfahrten zweckmässig: geeignete Standorte sind schwierig zu identifizieren

Aus **inhaltlicher Sicht** können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Mit den Ergebnissen dieser Forschungsarbeit liegen neue und aktuelle Aufkommensraten für den Güterverkehr vor, welche für verschiedene Planungsfälle in der Raum- und Verkehrsplanung angewendet werden können. Neben Durchschnittswerten konnten auch Regressionsmodelle für die Ermittlung des Aufkommens geschätzt werden;
- Die Durchschnittswerte sind einfach anwendbar. Als Strukturdaten werden für die geplante Nutzung bzw. den geplanten Nutzungsmix nur die Bruttogeschossfläche und/oder die Anzahl Vollzeitäquivalente (je Nutzung) benötigt;
- Die Anwendung der Regressionsmodelle ist (je nach Modell) weniger einfach. Es werden einerseits zusätzliche Inputdaten benötigt. Andererseits ist auch die Berechnung der Aufkommensraten komplexer. Ein Berechnungstool für die Vereinfachung der Anwendung wäre sinnvoll;
- Gegenüber bisherigen Untersuchungen in der Schweiz (insbesondere SVI 1999/328) konnten für die Tätigkeitsfelder Logistik, Produktion, Handel und Dienstleistung differenziertere Aufkommensraten für den Güterverkehr ermittelt werden. Zudem differenzieren sie zwischen Standorten mit/ohne Anschlussgleis. Die neu erhobenen Aufkommensraten stimmen gut mit denjenigen aus bisherigen Untersuchungen in der Schweiz überein.

7.2.2 Nutzung von Aufkommensraten für den Güterverkehr

Es wird empfohlen, die ermittelten Aufkommensraten und Regressionsmodelle für die Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens und weitere Planungsfälle in der Schweiz zu nutzen, wobei bei der Verwendung die Anwendungsmöglichkeiten und Anwendungsgrenzen zu berücksichtigen sind. Im Einzelfall muss geprüft oder zumindest verifiziert werden, welche Kennwerte sich am besten eignen. Es empfiehlt sich, zur Erhöhung der Zuverlässigkeit der Schätzung, mehrere Methoden gleichzeitig anzuwenden.

7.2.3 Anpassungsbedarf bestehender Richtlinien/Normen

Heute sind in der VSS Norm 71104 'Planung und Projektierung von Umschlaganlagen für den Strassengüterverkehr: Grundlagen und externe Erschliessung' Richtwerte für Verkehrsaufkommensraten für den Güterverkehr für verschiedene Nutzungen enthalten, die auf älteren Untersuchungen beruhen oder aus dem Ausland stammen. Wir empfehlen deshalb, die VSS Norm 71104 bezüglich der Richtwerte für die Aufkommensraten und Hinweise zu deren Anwendung zu aktualisieren.

Auch weitere Planungshilfsmittel (zum Beispiel der Leitfaden zur Planung einer Güterverkehrserschliessung aus dem Jahre 2012) sollten entsprechend aktualisiert werden.

7.2.4 Weiterer Forschungsbedarf

Gestützt auf die Ergebnisse der Forschung sehen wir folgenden weiteren Forschungsbedarf:

- Zusatzbefragungen für Tätigkeitsfelder und Einrichtungen mit geringer Stichprobe/Fallzahl (z.B. Umschlaganlagen)
- Weiterentwicklung der Befragungsmethodik durch Vereinfachung des Fragebogens, um die Rücklaufquote zu erhöhen. Dies würde auch eine feinere Einteilung der Einrichtungen ermöglichen. Dies würde die Heterogenität senken und die Zuverlässigkeit der Kennwerte erhöhen.
- Ermitteln weiterer Regressionsmodelle, um die Beziehung zwischen Betriebsgröße und Aufkommensgenerierung besser zu verstehen.

Weil sich Güterstruktur oder verkehrspolitische Rahmenbedingungen sowie Logistik- und Transportstrategien der Verlager und Logistik- und Transportdienstleister laufend ändern, ändern sich auch die Aufkommensraten über die Zeit. Deshalb sollte spätestens in 10 Jahren erneut eine vergleichbare Untersuchung durchgeführt werden.

Anhänge

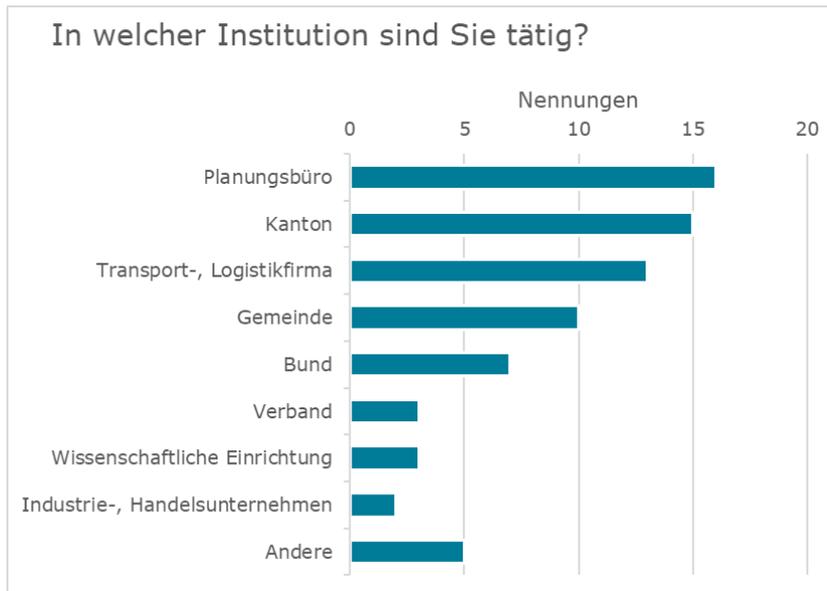
I.1	Ergebnisse der Befragung der potenziellen Anwender	139
I.1.1	Informationen zu den Teilnehmern und heutige Praxis	139
I.1.2	Ergebnisse zu Anforderungen an die zu ermittelnden Kenngrößen	141
I.1.3	Ergebnisse zu Form und Eigenschaften des Produktes	149
I.2	Einteilung der NOGA-Abteilungen in Tätigkeitsfelder	150
I.3	Fragebogen für die Haupterhebung	151
I.4	Transportintensitäten – Fahrten pro Werktag	162
I.5	Transportintensitäten – Menge [t] pro Werktag	167
I.6	Steckbriefe Standorte für die Verkehrszählung	174

I.1 Ergebnisse der Befragung der potenziellen Anwender

I.1.1 Informationen zu den Teilnehmern und heutige Praxis

Institution der Befragten

- Anzahl Antworten: 74
- Total Nennungen: 74
- Mehrfachnennung möglich: Nein



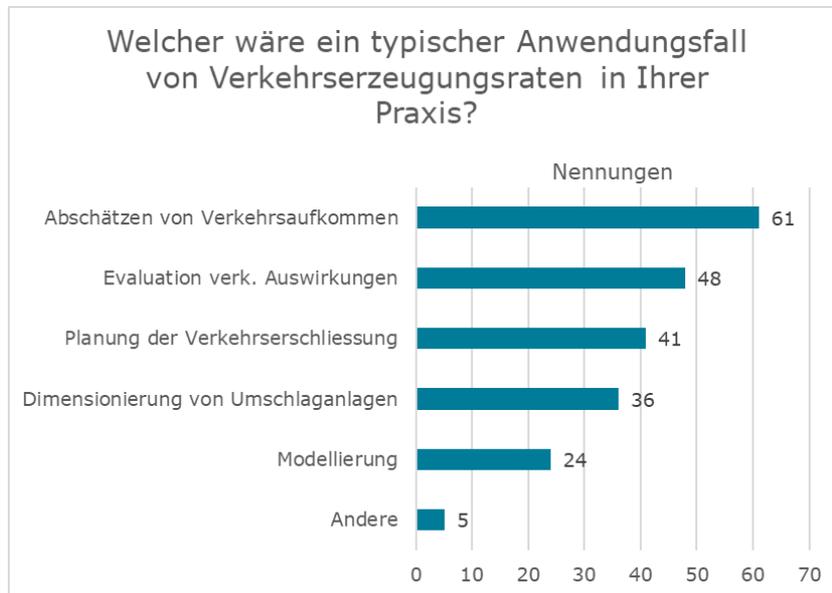
Tätigkeitsfelder der Befragten

- Anzahl Antworten: 74
- Total Nennungen: 115
- Mehrfachnennung möglich: Ja



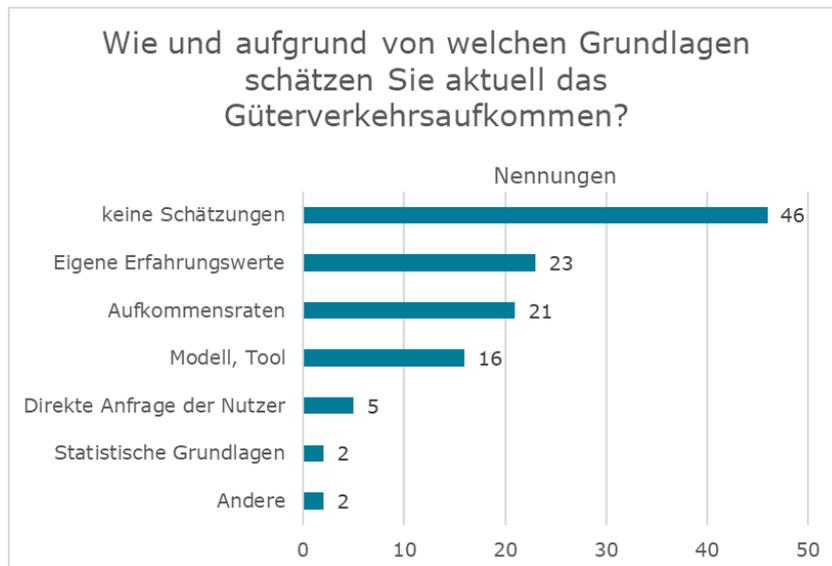
Anwendungsfall (Mehrfachnennung möglich)

- Anzahl Antworten: 74
- Total Nennungen: 215
- Mehrfachnennung möglich: Ja



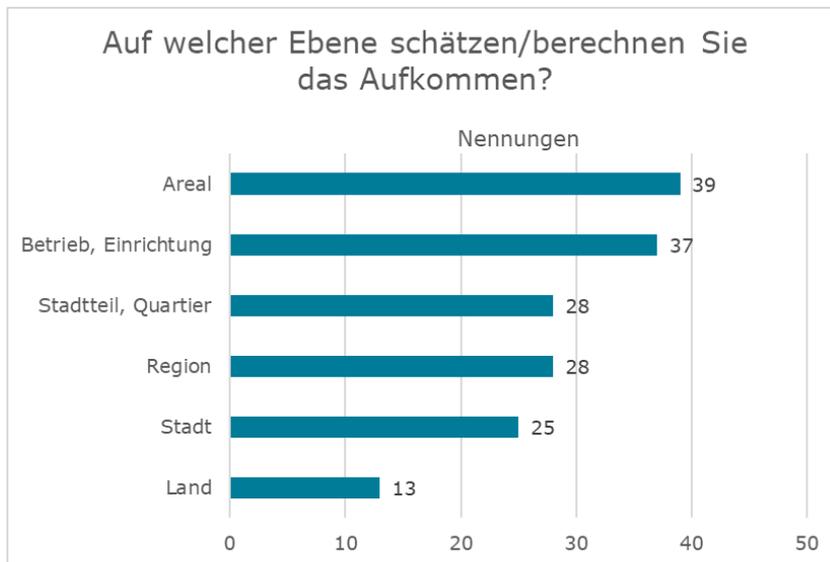
Heute verwendete Grundlagen für die Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens

- Anzahl Antworten: 74
- Total Nennungen: 115
- Mehrfachnennung möglich: Ja



Betrachtungsebene für die Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens

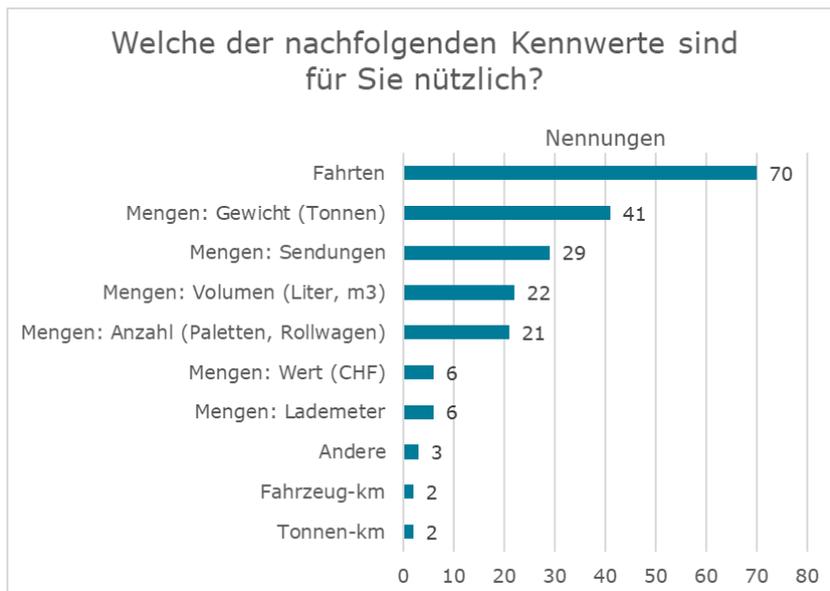
- Anzahl Antworten: 74
- Total Nennungen: 170
- Mehrfachnennung möglich: Ja



I.1.2 Ergebnisse zu Anforderungen an die zu ermittelnden Kenngrößen

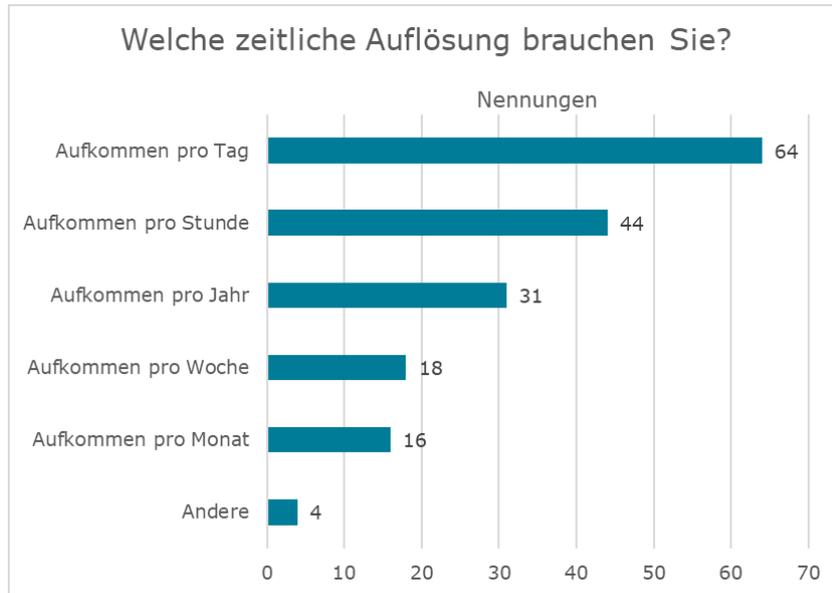
Benötigte Kennwerte des Aufkommens

- Anzahl Antworten: 74
- Total Nennungen: 202
- Mehrfachnennung möglich: Ja



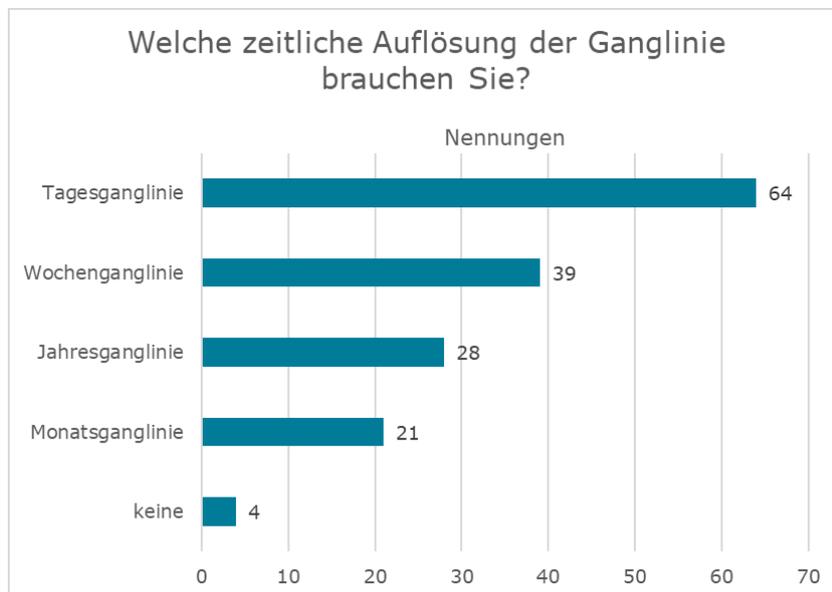
Zeitliche Auflösung des Aufkommens

- Anzahl Antworten: 74
- Total Nennungen: 177
- Mehrfachnennung möglich: Ja



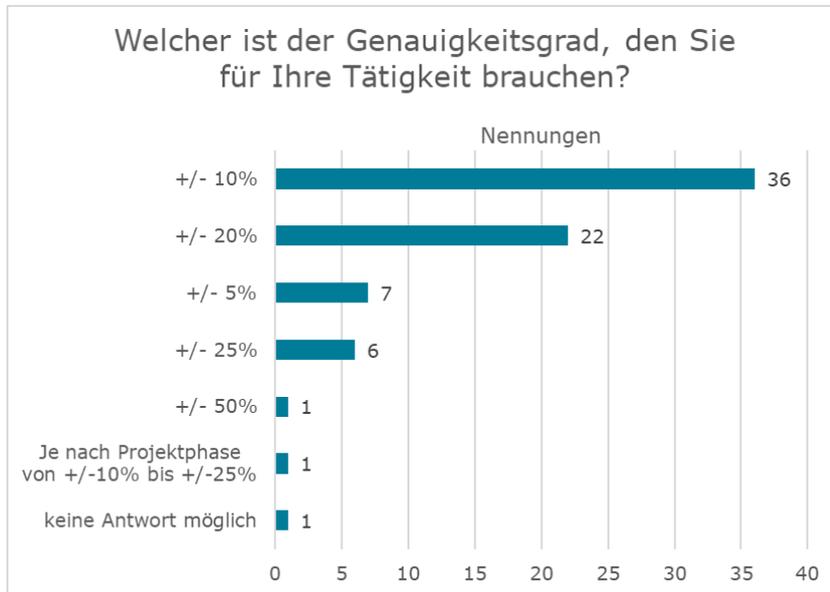
Aufkommens-Ganglinien

- Anzahl Antworten: 74
- Total Nennungen: 156
- Mehrfachnennung möglich: Ja



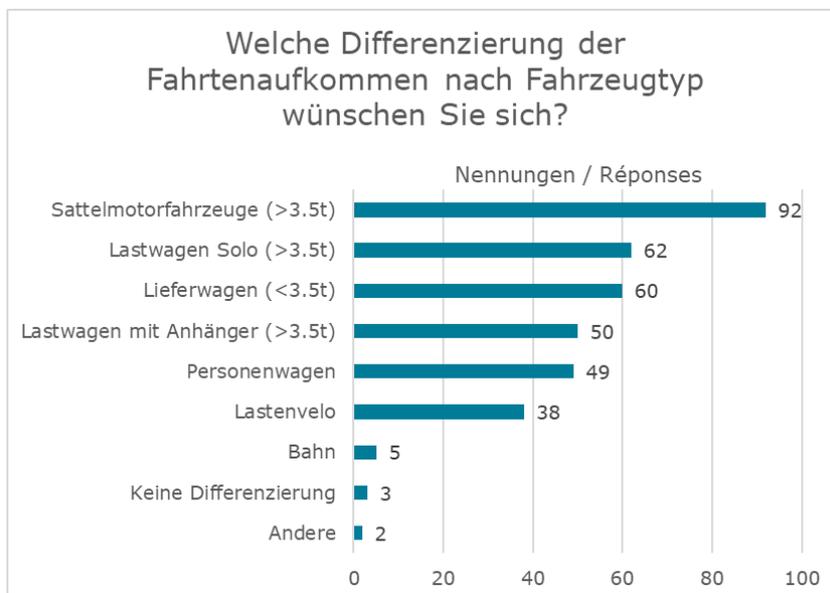
Genauigkeitsgrad des Aufkommens

- Anzahl Antworten: 74
- Total Nennungen: 74
- Mehrfachnennung möglich: Nein



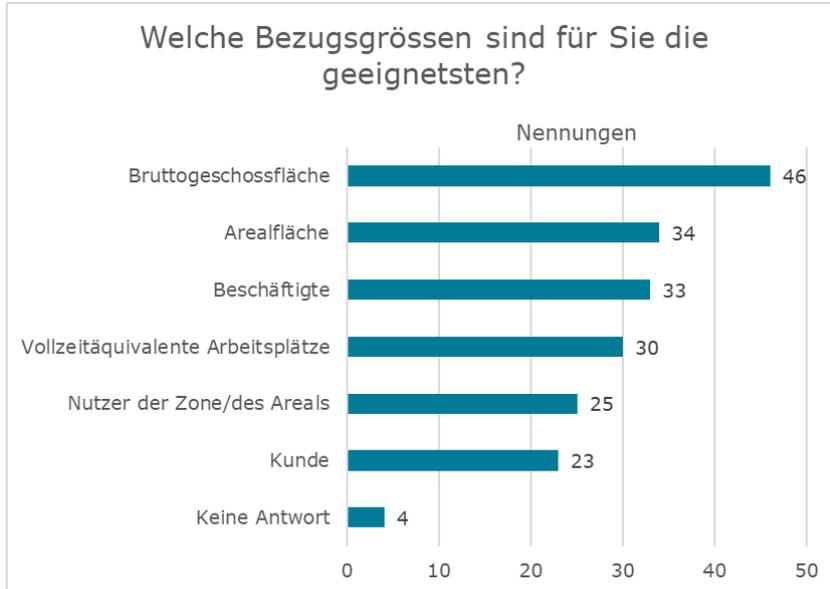
Fahrzeugdifferenzierung des Fahrtenaufkommens

- Anzahl Antworten: 74
- Total Nennungen: 365
- Mehrfachnennung möglich: Ja



Bezugsgrößen für das Aufkommen

- Anzahl Antworten: 74
- Total Nennungen: 195
- Mehrfachnennung möglich: Ja



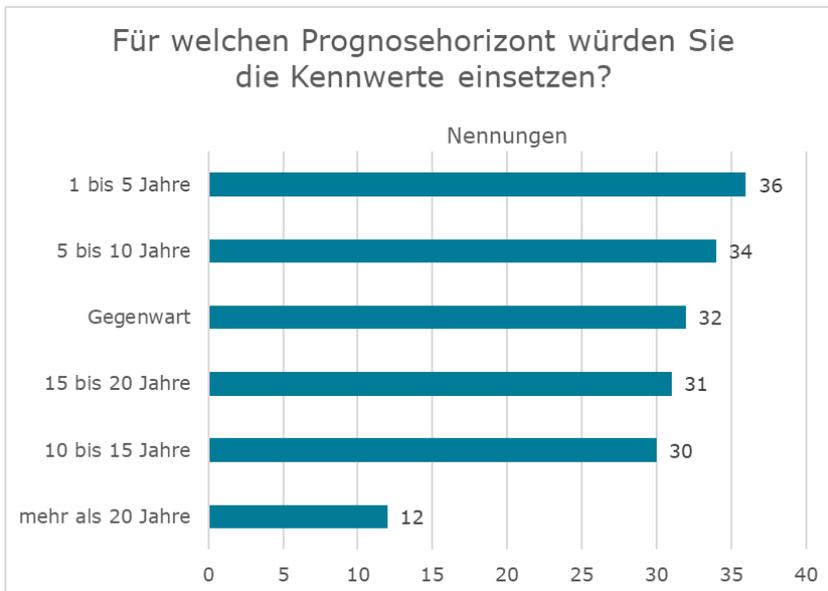
Einflussfaktoren für das Aufkommen

- Anzahl Antworten: 74
- Total Nennungen: 371
- Mehrfachnennung möglich: Ja



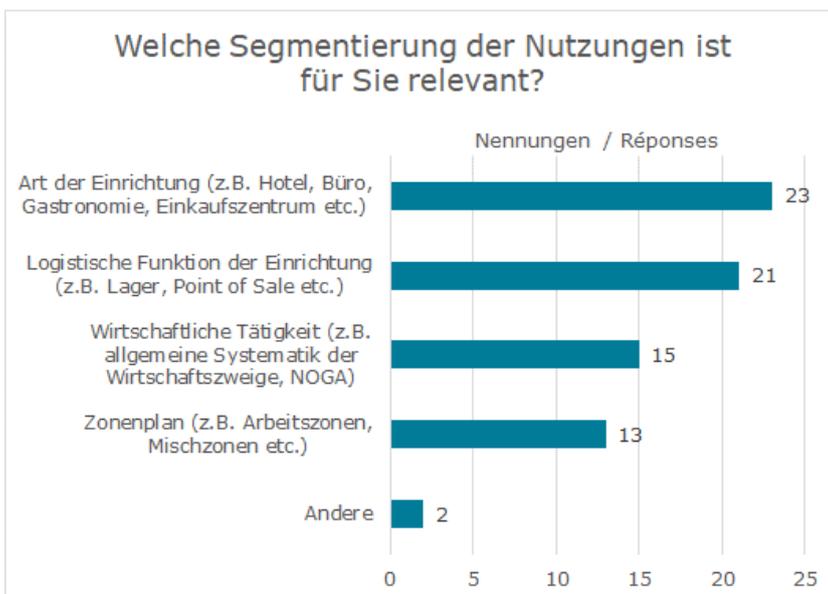
Prognosehorizont für das Aufkommen

- Anzahl Antworten: 74
- Total Nennungen: 175
- Mehrfachnennung möglich: Ja



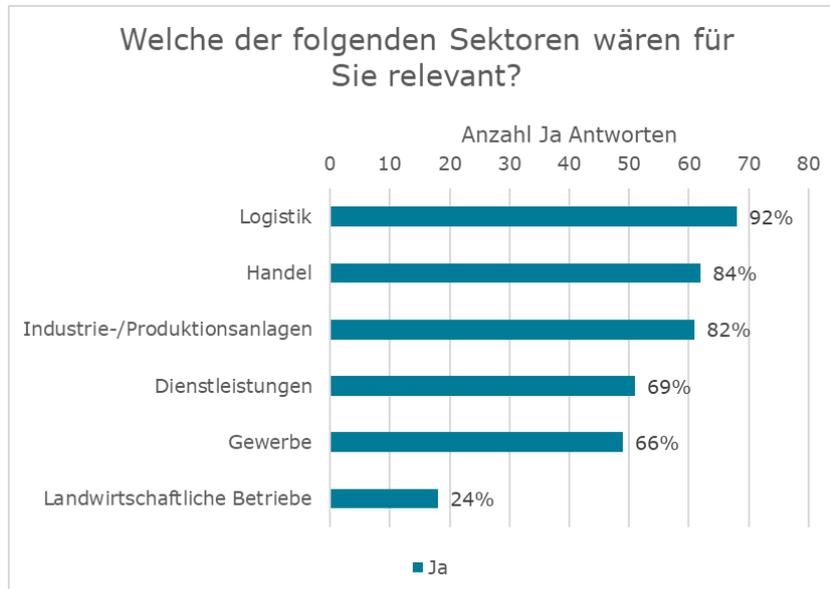
Segmentierung der Nutzungen

- Anzahl Antworten: 74
- Total Nennungen: 74
- Mehrfachnennung möglich: Nein



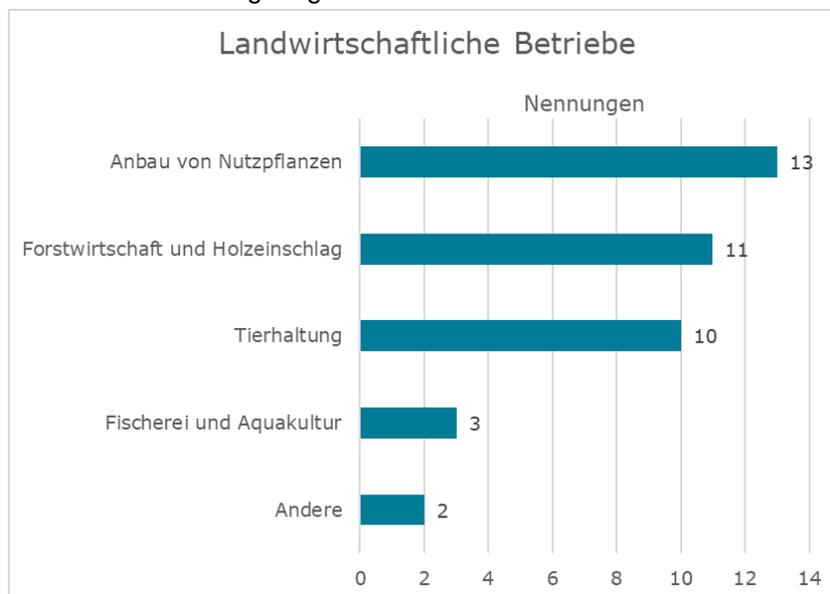
Relevante Sektoren

- Anzahl Antworten: 74
- Maximale Nennungen pro Sektor: 74
- Mehrfachnennung möglich: Nein



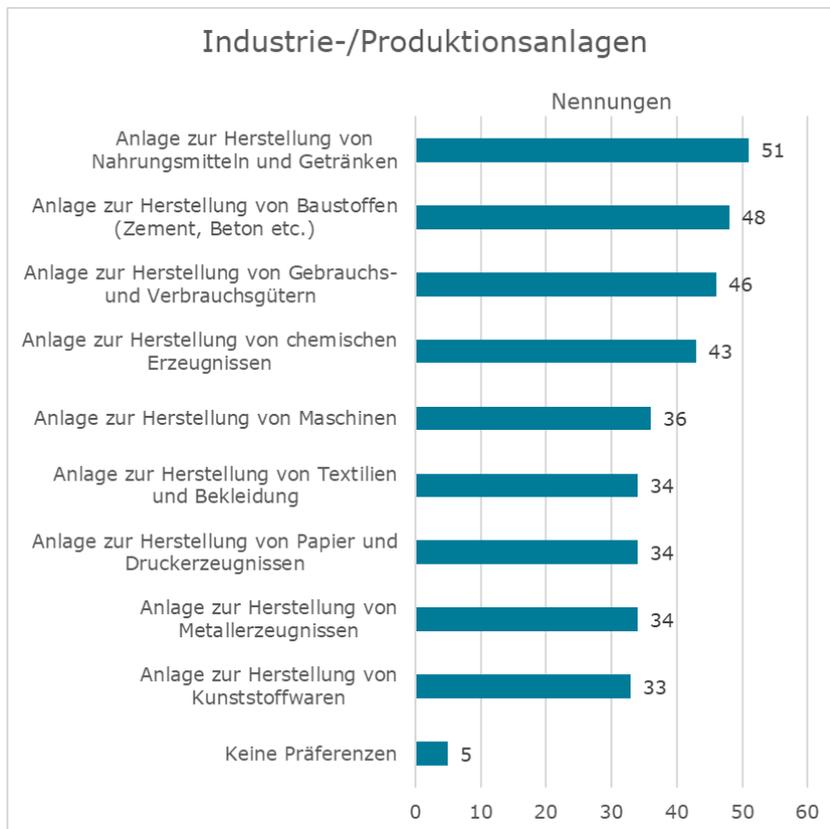
Relevante Einrichtungen: Landwirtschaftliche Betriebe

- Anzahl Antworten: 18
- Total Nennungen: 39
- Mehrfachnennung möglich: Ja



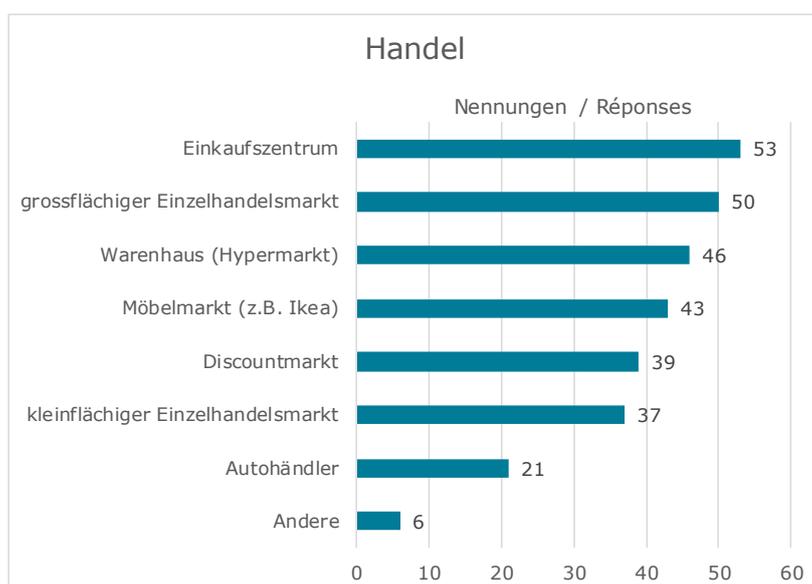
Relevante Einrichtungen: Industrie-/Produktionsanlagen

- Anzahl Antworten: 61
- Total Nennungen: 364
- Mehrfachnennung möglich: Ja



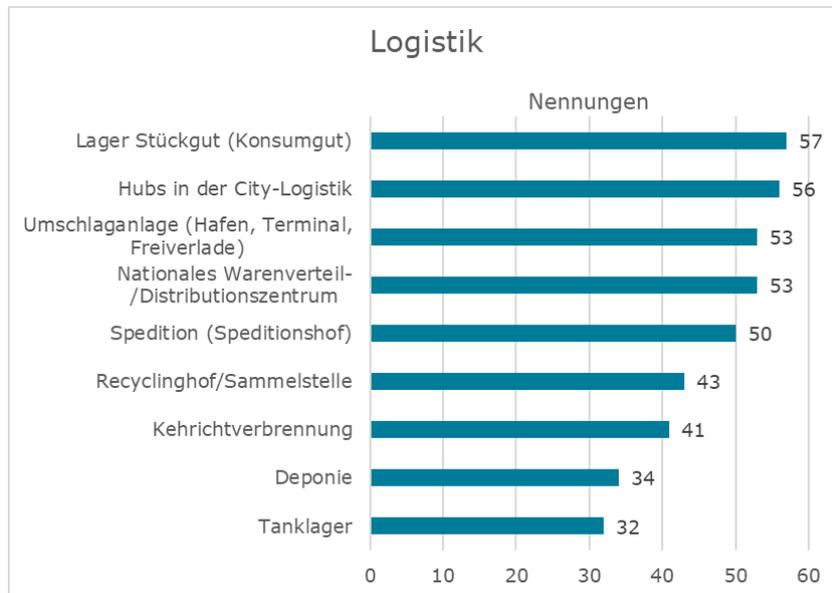
Relevante Einrichtungen: Handel

- Anzahl Antworten: 62
- Total Nennungen: 295
- Mehrfachnennung möglich: Ja



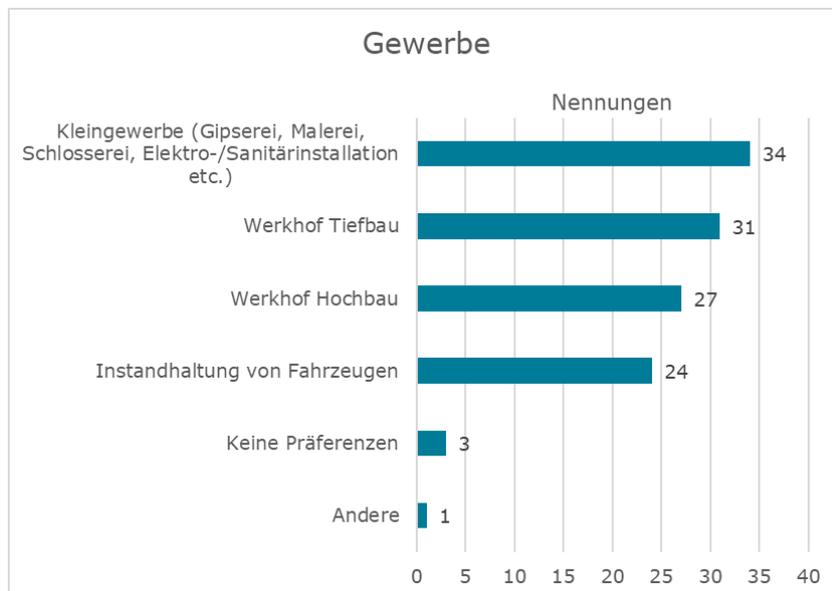
Relevante Einrichtungen: Logistik

- Anzahl Antworten: 68
- Total Nennungen: 419
- Mehrfachnennung möglich: Ja



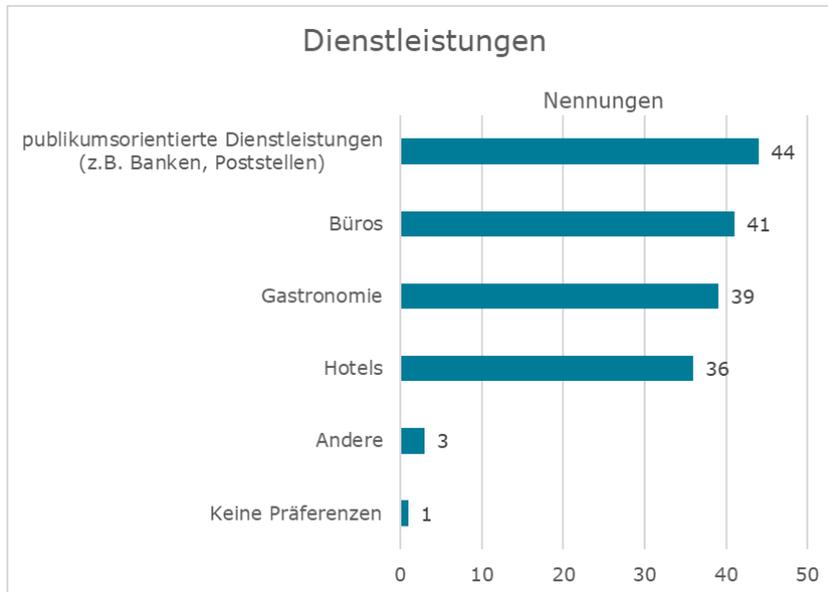
Relevante Einrichtungen: Gewerbe

- Anzahl Antworten: 49
- Total Nennungen: 120
- Mehrfachnennung möglich: Ja



Relevante Einrichtungen: Dienstleistungen

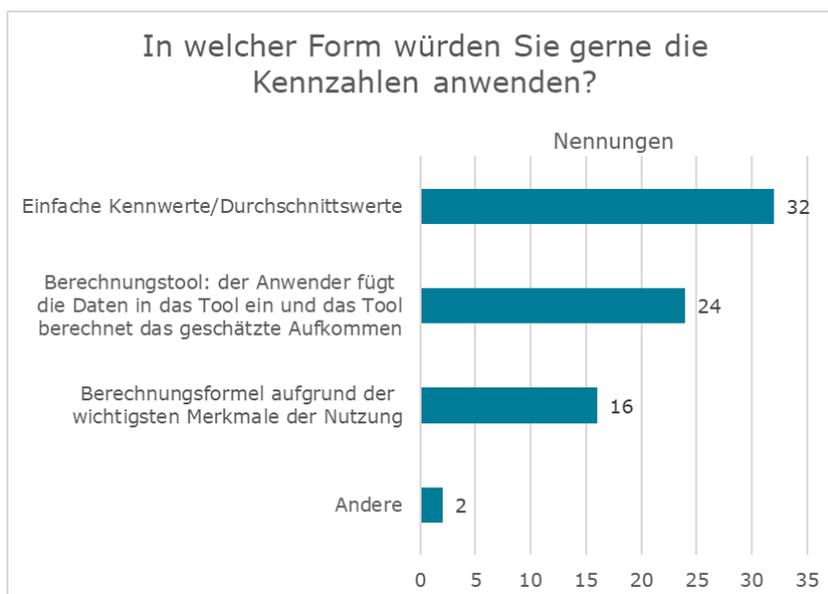
- Anzahl Antworten: 51
- Total Nennungen: 164
- Mehrfachnennung möglich: Ja



I.1.3 Ergebnisse zu Form und Eigenschaften des Produktes

Form der Resultate

- Anzahl Antworten: 74
- Total Nennungen: 74
- Mehrfachnennung möglich: Nein



I.2 Einteilung der NOGA-Abteilungen in Tätigkeitsfelder

NOGA-Code	Name der Abteilung	Einteilung
1	Landw. u. Jagd	Produktion
2	Forstw. u. Holzeinschlag	Produktion
3	Fischerei u. Aquakultur	Produktion
5	Kohlenbergbau	Produktion
6	Gew. v. Erdöl u. Erdgas	Produktion
7	Erzbergbau	Produktion
8	Gew. v. Steinen u. Erden, sonst. Bergbau	Produktion
9	DL f. den Bergbau	Produktion
10	H.v. Nahrungs- u. Futterm.	Produktion
11	Getränkeherstellung	Produktion
12	Tabakverarbeitung	Produktion
13	Herstellung von Textilien	Produktion
14	H.v. Bekleidung	Produktion
15	H.v. Leder, Lederwaren u. Schuhen	Produktion
16	H.v. Holz-, Flecht-, Korb- u. Korkwa.	Produktion
17	H.v. Papier, Pappe u. Waren daraus	Produktion
18	H.v. Druckerz.; Vervielf. v. Datenträger	Produktion
19	Kokerei u. Mineralölverarb.	Produktion
20	H.v. chem. Erzeugnissen	Produktion
21	H.v. pharma. Erzeugnissen	Produktion
22	H.v. Gummi- u. Kunststoffwaren	Produktion
23	H.v. Glas u. Glaswa., Keramik usw.	Produktion
24	Metallerz. u. -bearb.	Produktion
25	H.v. Metallerz.	Produktion
26	H.v. Ge. f. die Datenverarb.	Produktion
27	H.v. el. Ausrüst.	Produktion
28	Maschinenbau	Produktion
29	H.v. Automobilen u. Automobilt.	Produktion
30	Sonst. Fahrzeugbau	Produktion
31	H.v. Möbeln	Produktion
32	H.v. sonst. Waren	Produktion
33	Rep. u. Inst. v. Masch. u. Ausrüst.	Produktion
35	Energieversorgung	Produktion
36	Wasserversorgung	Produktion
37	Abwasserentsorgung	Produktion
38	Sammlung, Beh., Beseitigung v. Abfällen	Produktion
39	Beseitigung v. Umweltverschmutzungen	Produktion
41	Hochbau	Produktion
42	Tiefbau	Produktion
43	Sonstiges Baugewerbe	Produktion
45	Ha. m. Motorfahrz.; Insthalt. u. Rep.	Handel
46	GH.o. Ha. m. Motorfahrz.	Handel
47	DH.o. Ha. m. Motorfahrz.	Handel
49	Landverk., Trans. in Rohrfernleitungen	Logistik
50	Schifffahrt	Dienstleistungen
51	Luftfahrt	Dienstleistungen
52	Lagerei sowie sonst. DL f. den Verk.	Logistik
53	Post-, Kurier- u. Expressdienste	Logistik
55	Beherbergung	Dienstleistungen
56	Gastronomie	Dienstleistungen
58	Verlagswesen	Dienstleistungen
59	H. Verleih u. Vertrieb v. Filmen usw.	Dienstleistungen
60	Rundfunkveran.	Dienstleistungen
61	Telekom.	Dienstleistungen
62	DL f. die Informationstechn.	Dienstleistungen
63	Informationsdl.	Dienstleistungen
64	Finanzdl.	Dienstleistungen
65	Vers., Rückvers. u. Pensionskassen	Dienstleistungen
66	M. Finanz- u. Vers.- dl. verb. Tätigk.	Dienstleistungen
68	Grundstücks- u. Wohnungswesen	Dienstleistungen
69	Rechts- u. Steuerberatung, Wirtschaftsp.	Dienstleistungen
70	Verw. u. Führung v. Untern.	Dienstleistungen
71	Architektur- u. Ingenieurbüros	Dienstleistungen
72	F&E	Dienstleistungen
73	Werbung u. Markt.	Dienstleistungen
74	Sonst. wiss. u. techn. Tätigk.	Dienstleistungen
75	Veterinärwesen	Dienstleistungen
77	Verm. v. beweglichen Sachen	Dienstleistungen
78	Vermittlung u. Überlassung v. Pers.	Dienstleistungen
79	Reisebüros u. sonst. Reservierungsdl.	Dienstleistungen
80	Wach- u. Sicherheitsdienste, Detekteien	Dienstleistungen
81	Gebäudebetreu.; Garten-, Landschaftsbau	Dienstleistungen
82	Wirt. DL f. Untern. u. Privatpers. a.n.q	Dienstleistungen
84	Öff. Verw., Verteidigung; Sozialvers.	Dienstleistungen
85	Erziehung u. Unterricht	Dienstleistungen
86	Gesundheitswesen	Dienstleistungen
87	Heime o. Erholungs- u. Ferienheime	Dienstleistungen
88	Sozialwesen o. Heime	Dienstleistungen
90	Kreative, künstl. Tätigk.	Dienstleistungen
91	Bibliotheken, Archive, Museen, Gärten	Dienstleistungen
92	Spiel-, Wett- u. Lotteriewesen	Dienstleistungen
93	DL des Sports, Unterhalt. u. Erholung	Dienstleistungen
94	Interessenvertr. sowie relig. Verein.	Dienstleistungen
95	Rep. v. Datenverarb.-ge., Gebrauchsgüter	Dienstleistungen
96	Sonst. überwiegend persönliche DL	Dienstleistungen
97	Private Haushalte m. Hauspers.	Dienstleistungen
98	H.v. Wa. u. DL durch private Haushalte	Dienstleistungen
99	Exterritoriale Org. u. Körperschaften	Dienstleistungen

I.3 Fragebogen für die Haupterhebung



Beraten.
Planen.
Steuern.

Kennwerte der Verkehrserzeugung in Güterverkehr und Logistik

Von: Martin Ruesch/Paolo Todesco

ANr: 2061.239

An:

Datei: Fragebogen_Rapp_31.01.2022.docx

Datum: 31. Januar 2022

Betreff: Fragebogen für die Befragung der Betriebsstätten

Der Fragebogen besteht aus drei Teilen:

1. Informationen zur befragten Betriebsstätte
2. Informationen zur Fahrten im Zusammenhang mit Warentransporten (empfangene und versendete)
3. Informationen zur Fahrten im Zusammenhang mit Dienstleistungen (empfangene und versendete)

Die mit diesem Fragebogen erhobenen Daten werden nur in aggregierter Form verwendet und können in keinem Fall auf das Unternehmen selbst zurückgeführt werden.

Das Ausfüllen des Fragebogens dauert ungefähr 20 bis 25 Minuten.

Bei Fragen können Sie sich gerne an Paolo Todesco (058 595 72 33) oder Martin Ruesch (058 595 72 43) wenden.

1 Information zur befragten Betriebsstätte

1.1 Personalien und Kontakt

Falls Sie zusätzliche Informationen wünschen, können Sie Ihre Kontaktdaten einfügen. Wenn die Ergebnisse veröffentlicht werden, werden wir ein Rundmail mit den Forschungsergebnissen verschicken.

Vor- und Nachname

Name der Firma

Strasse und Nr.

PLZ

Ort

Telefon

E-Mail-Adresse

1.2 Tätigkeitsfeld und Einrichtung

In welchem Tätigkeitsfeld ist Ihre Betriebsstätte bzw. Einrichtung aktiv? -> Anpassung nach definitiver Wahl der Einrichtungen

- Distribution und Logistik
 - Nationales Warenverteil-/Distributionszentrum
 - Spedition (Speditionshof)
 - Lager Stückgut (Konsumgut)
 - Umschlaganlage (Hafen, Terminal, Freiverlade)
 - Anderes, welches?
- Produktion
 - Herstellung von Baustoffen (Zement, Beton, etc.)
 - Herstellung von Nahrungsmitteln und Getränken
 - Herstellung von Gebrauchs- und Verbrauchsgütern
 - Anderes, welches?
- Handel
 - Warenhaus (Hypermarkt)
 - grossflächiger Einzelhandelsmarkt (wie z.B. Migros-/Coop-Filiale)
 - Discountmarkt
 - Anderes, welches?
- Dienstleistungen
 - Gastronomie: Restaurants
 - Gastronomie: Take Away
 - Hotels
 - publikumsorientierte Dienstleistungen (z.B. Banken, Poststellen)
 - Büros
 - Anderes, welches?

1.3 Typ der Betriebsstätte bzw. Einrichtung

Ist die Betriebsstätte bzw. Einrichtung der Hauptsitz der Firma?

- Nein
- Ja, einzige Betriebsstätte
- Ja, die Firma hat mehrere Betriebsstätten

1.4 Heimlieferung¹

Bieten Sie ab dieser Betriebsstätte bzw. Einrichtung Heimlieferung an?

- Nein
- Ja, nur während der Pandemie
- Ja, diese Betriebsstätte bietet Heimlieferung unabhängig der Pandemie

1.5 Anschlussgleis²

Verfügt diese Betriebsstätte über ein Anschlussgleis?

- Nein
- Ja und wird genutzt
- Ja, aber wird nicht genutzt

1.6 Anzahl Mitarbeiter und Betriebszeit

Zahl der derzeit an dieser Betriebsstätte bzw. Einrichtung beschäftigten Personen (inkl. Personal, das im Home-Office arbeitet).

Gesamtzahl der Mitarbeiter an einem typischen Tag

Beschäftigte

Vollzeitäquivalente

Davon Anzahl der Mitarbeiter in der Administration³

Beschäftigte

¹ Frage nur für Verkauf/Handel und Dienstleistungen

² Frage nur für gewisse Typen von Einrichtung

³ Frage nicht für Büro

Vollzeitäquivalente

Betriebszeiten

Anzahl Betriebsstunden pro Tag

Anzahl Betriebstage pro Woche

1.7 Bruttogeschossfläche und Lagerfläche

Wie gross ist die Bruttogeschossfläche ihrer Betriebsstätte bzw. Einrichtung (in m²) und wie viel Fläche davon ist Lagerfläche? Wenn Sie keine genauen Angaben haben, geben Sie eine Schätzung ab.

Bruttogeschossfläche des Betriebs in m²

Wie viel davon ist Lagerfläche in m² oder in %

1.8 Fahrzeuge

Wie viele Fahrzeuge sind in ihrer Betriebsstätte stationiert?

Anmerkungen:

(1) Einschliesslich geleaster Fahrzeuge.

(2) Wenn Sie die Antwort nicht wissen, tragen Sie "n/a" ein



Anzahl Kleinstfahrzeuge (Cargo Bikes, Cargo Scooter/Dreiräder, etc.).....



Anzahl Autos, PKW



Anzahl Lieferwagen, Pickup (<3.5t)



Anzahl LKW (>3.5t)

2 Lieferungen mit Waren

Achtung nur Anlieferungen und Sendungen von Waren ohne Dienstleistungen (wie z.B. Lieferung ohne Montage von Geräten). Hier **keine** Fahrten im Zusammenhang mit Dienstleistungen (wie z.B. Lieferung mit Montage von Geräten) angeben.

2.1 Aufkommen Warentransporte

Anzahl der Lieferungen mit dieser Adresse als Ursprung oder Ziel nach Fahrzeugtyp (eine Lieferung besteht aus einer Einfahrt und einer Ausfahrt).

Geben Sie in der nachstehenden Tabelle die durchschnittliche Anzahl der Lieferungen (jeweils aus- und eingehend) pro Tag oder pro Woche an (z. B. Büromaterial, Lebensmittel, Möbel ohne Montage). Gemeint ist ein durchschnittlicher Tag/ Woche und nicht der Tag/Woche an welchem das Formular ausgefüllt wird. Wenn die Antwort Null ist, verwenden Sie "0".

- Kleinstfahrzeuge (Cargo Bikes, Cargo Scooter/Dreiräder, etc.)



Anzahl Lieferungen ausgehend von dieser Adresse (Versand)

.....

Anzahl Lieferungen eingehend an diese Adresse (Empfang)

.....

Pro Tag

Pro Woche

Wie lange dauert eine durchschnittliche Entladung, falls Sie Lieferungen mit Kleinstfahrzeugen erhalten?

- Autos, PKW



Anzahl Lieferungen ausgehend von dieser Adresse (Versand)

.....

Anzahl Lieferungen eingehend an diese Adresse (Empfang)

.....

Pro Tag

Pro Woche

Wie lange dauert eine durchschnittliche Entladung, falls Sie Lieferungen mit Autos, PKWs erhalten?

- Lieferwagen, Pickup (<3.5t)



Anzahl Lieferungen ausgehend von dieser Adresse (Versand)

.....

Anzahl Lieferungen eingehend an diese Adresse (Empfang)

.....

Pro Tag

Pro Woche

Wie lange dauert eine durchschnittliche Entladung, falls Sie Lieferungen mit Lieferwagen, Pickups erhalten?

LKW (>3.5t)



Anzahl Lieferungen ausgehend von dieser Adresse (Versand)

.....

Anzahl Lieferungen eingehend an diese Adresse (Empfang)

.....

Pro Tag

Pro Woche

Wie lange dauert eine durchschnittliche Entladung, falls Sie Lieferungen mit LKWs erhalten?

Erklärung / Bemerkungen:

2.2 Art und Menge der versendeten Waren im Strassenverkehr

Art und Menge der **versendeten** Waren pro Tag oder pro Woche

Typ vom Waren	Menge	Einheit angeben (in Tonnen oder kg)
Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd, Forstwirtschaft und Fischerei		
Kohle, rohes Erdöl und Erdgas		
Erze, Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse		
Nahrungs- und Genussmittel		
Textilien und Bekleidung; Leder und Lederwaren		
Holz sowie Holz- und Korkwaren (ohne Möbel); Papier		
Kokereierzeugnisse und Mineralölerzeugnisse		
Chemische Erzeugnisse und Chemiefasern; Gummi- und Kunststoffwaren		
Sonstige Mineralerzeugnisse (verarbeitete Baustoffe, Glas)		
Metalle und Halbzeug daraus, Metallerzeugnisse (ohne Maschinen und Geräte)		
Maschinen und Ausrüstungen, elektronische Geräte		
Fahrzeuge		
Möbel; sonstige Erzeugnisse		
Sekundärrohstoffe; Abfälle		
Post, Pakete		
Geräte und Material für die Güterbeförderung		
Zur Reparatur bewegte Fahrzeuge und sonstige nichtmarktbestimmte Güter		
Sammelgut		
Nicht identifizierbare Waren		
Sonstige Güter		

- Pro Tag
 Pro Woche

Erklärung / Bemerkungen:

2.3 Art und Menge der empfangenen Waren

Art und Menge der empfangenen Waren pro Tag oder pro Woche

Typ vom Waren	Menge	Einheit angeben (in Tonnen oder kg)
Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd, Forstwirtschaft und Fischerei		
Kohle, rohes Erdöl und Erdgas		
Erze, Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse		
Nahrungs- und Genussmittel		
Textilien und Bekleidung; Leder und Lederwaren		
Holz sowie Holz- und Korkwaren (ohne Möbel); Papier		
Kokereierzeugnisse und Mineralölerzeugnisse		
Chemische Erzeugnisse und Chemiefasern; Gummi- und Kunststoffwaren		
Sonstige Mineralerzeugnisse (verarbeitete Baustoffe, Glas)		
Metalle und Halbzeug daraus, Metallerzeugnisse (ohne Maschinen und Geräte)		
Maschinen und Ausrüstungen, elektronische Geräte		
Fahrzeuge		
Möbel; sonstige Erzeugnisse		
Sekundärrohstoffe; Abfälle		
Post, Pakete		
Geräte und Material für die Güterbeförderung		
Zur Reparatur bewegte Fahrzeuge und sonstige nichtmarktbestimmte Güter		
Sammelgut		
Nicht identifizierbare Waren		
Sonstige Güter		

- Pro Tag
 Pro Woche

Erklärung / Bemerkungen:

2.4 Spitzen

Wie hoch ist die Anzahl Lieferung eines Spitztages im Jahr im Vergleich zu einem durchschnittlichen Werktages

→ Schieberegler mit Skala von 0% bis +500%

Wie hoch ist das Mengen-Aufkommen eines Spitztages im Jahr im Vergleich zu einem durchschnittlichen Werktages

→ Schieberegler mit Skala von 0% bis +500%

2.5 NUR BEI NUTZUNG ANSCHLUSSGLEIS: Art und Menge der versendeten Waren

Art und Menge der per Bahn **versendeten** Waren pro Tag oder pro Woche

Typ vom Waren	Menge in Tonnen	Anzahl Bahnwagen (soweit bekannt)
Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd, Forstwirtschaft und Fischerei		
Kohle, rohes Erdöl und Erdgas		
Erze, Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse		
Nahrungs- und Genussmittel		
Textilien und Bekleidung; Leder und Lederwaren		
Holz sowie Holz- und Korkwaren (ohne Möbel); Papier		
Kokereilerzeugnisse und Mineralölerzeugnisse		
Chemische Erzeugnisse und Chemiefasern; Gummi- und Kunststoffwaren		
Sonstige Mineralerzeugnisse (verarbeitete Baustoffe, Glas)		
Metalle und Halbzeug daraus, Metallerzeugnisse (ohne Maschinen und Geräte)		
Maschinen und Ausrüstungen, elektronische Geräte		
Fahrzeuge		
Möbel; sonstige Erzeugnisse		
Sekundärrohstoffe; Abfälle		
Post, Pakete		
Geräte und Material für die Güterbeförderung		
Zur Reparatur bewegte Fahrzeuge und sonstige nichtmarktbestimmte Güter		
Sammelgut		
Nicht identifizierbare Waren		
Sonstige Güter		

Pro Tag

Pro Woche

2.6 NUR BEI NUTZUNG ANSCHLUSSGLEIS: Art und Menge der empfangenen Waren

Art und Menge der per Bahn empfangenen Waren pro Tag oder pro Woche

Typ vom Waren	Menge in Tonnen	Anzahl Bahnwagen (soweit bekannt)
Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd, Forstwirtschaft und Fischerei		
Kohle, rohes Erdöl und Erdgas		
Erze, Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse		
Nahrungs- und Genussmittel		
Textilien und Bekleidung; Leder und Lederwaren		
Holz sowie Holz- und Korkwaren (ohne Möbel); Papier		
Kokereierzeugnisse und Mineralölerzeugnisse		
Chemische Erzeugnisse und Chemiefasern; Gummi- und Kunststoffwaren		
Sonstige Mineralerzeugnisse (verarbeitete Baustoffe, Glas)		
Metalle und Halbzeug daraus, Metallerzeugnisse (ohne Maschinen und Geräte)		
Maschinen und Ausrüstungen, elektronische Geräte		
Fahrzeuge		
Möbel; sonstige Erzeugnisse		
Sekundärrohstoffe; Abfälle		
Post, Pakete		
Geräte und Material für die Güterbeförderung		
Zur Reparatur bewegte Fahrzeuge und sonstige nichtmarktbestimmte Güter		
Sammelgut		
Nicht identifizierbare Waren		
Sonstige Güter		

- Pro Tag
- Pro Woche

Erklärung / Bemerkungen:

2.7 Auswirkung Covid auf Aufkommen Warentransporte

Wie hat sich die Anzahl der Lieferungen (Versand und Empfang pro Tag/pro Woche während der COVID-19-Pandemie verändert?

	Empfang	Versand
Starke Zunahme		
Zunahme		
Keine relevante Änderungen		
Abnahme		
Starke Abnahme		

I.4 Transportintensitäten – Fahrten pro Werktag

Fahrten pro VZÄ mit und ohne Anschlussgleis

	Median Angezogene Fahrten pro VZÄ	Mittelwert Angezogene Fahrten pro VZÄ	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	0.32	0.78	8.58	0.17	0.78	79
Lagerung	1.25	1.25	NA	1.25	1.25	1
Spedition	0.28	1.59	5.88	0.18	0.41	32
Umschlag	3.33	3.33	NA	3.33	3.33	1
Warenverteiltz.	0.31	2.73	11.18	0.14	0.71	38
Andere	0.76	1.51	1.88	0.36	1.79	7
Produktion	0.15	2.40	2.01	0.08	0.33	56
Baustoffen	0.21	1.64	3.72	0.16	0.42	7
Gebrauchsgütern	0.10	0.16	0.14	0.07	0.21	11
Nahrungsmittel	0.14	0.77	2.27	0.08	0.40	25
Andere	0.18	0.46	0.61	0.08	0.60	13
Handel	0.34	0.68	1.13	0.15	0.64	32
Nahrungsmittel	0.30	0.48	0.60	0.10	0.58	10
Andere Waren	0.50	1.35	1.99	0.40	0.84	5
Andere	0.30	0.63	1.06	0.20	0.60	17
Dienstleistung	0.07	0.63	0.32	0.02	0.25	69
Büro	0.06	0.09	0.09	0.03	0.12	15
Gastro	0.25	0.32	0.29	0.17	0.40	17
Hotel	0.07	0.16	0.21	0.06	0.10	9
Service	0.02	0.09	0.20	0.02	0.05	9
Andere	0.05	0.22	0.49	0.01	0.12	19

	Median Erzeugte Fahrten pro VZÄ	Mittelwert Erzeugte Fahrten pro VZÄ	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	0.24	0.84	4.27	0.14	0.78	79
Lagerung	1.08	1.08	NA	1.08	1.08	1
Spedition	0.22	1.13	3.79	0.18	0.36	32
Umschlag	3.33	3.33	NA	3.33	3.33	1
Warenverteiltz.	0.19	1.68	5.03	0.08	0.74	38
Andere	1.37	1.99	2.05	0.58	2.77	7
Produktion	0.08	1.35	2.81	0.01	0.42	56
Baustoffen	0.46	0.31	2.38	0.34	1.06	7
Gebrauchsgütern	0.02	1.19	0.90	0.01	0.05	11
Nahrungsmittel	0.13	0.17	3.96	0.04	0.68	25
Andere	0.03	0.11	0.32	-	0.10	13
Handel	0.12	0.62	1.14	-	0.43	32
Nahrungsmittel	0.05	0.02	0.15	-	0.19	10
Andere Waren	0.02	1.00	0.03	-	0.05	5
Andere	0.35	0.07	1.45	0.13	1.29	17
Dienstleistung	-	0.53	0.25	-	0.04	69
Büro	-	0.28	0.23	-	0.01	15
Gastro	0.04	0.04	0.40	-	0.67	17
Hotel	-	0.03	0.08	-	0.00	9
Service	0.02	0.01	0.03	-	0.04	9
Andere	-	0.01	0.04	-	-	19

	Median Total Fahrten pro VZÄ	Mittelwert Total Fahrten pro VZÄ	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	0.58	3.64	12.48	0.35	1.85	79
Lagerung	2.33	2.33	NA	2.33	2.33	1
Spedition	0.50	2.71	9.62	0.35	0.77	32
Umschlag	6.67	6.67	NA	6.67	6.67	1
Warenverteiltz.	0.57	4.41	15.73	0.33	1.88	38
Andere	2.25	3.50	3.27	1.24	5.26	7
Produktion	0.29	1.50	4.00	0.14	0.96	56
Baustoffen	0.79	3.08	6.07	0.60	1.26	7
Gebrauchsgütern	0.18	0.47	0.88	0.09	0.34	11
Nahrungsmittel	0.34	1.96	4.99	0.14	1.00	25
Andere	0.23	0.62	0.80	0.14	0.60	13
Handel	0.58	1.27	1.85	0.34	1.30	32
Nahrungsmittel	0.41	0.60	0.58	0.28	0.80	10
Andere Waren	0.55	1.38	1.98	0.40	0.87	5
Andere	0.81	1.63	2.24	0.36	1.60	17
Dienstleistung	0.10	0.29	0.44	0.04	0.33	69
Büro	0.07	0.16	0.23	0.05	0.15	15
Gastro	0.33	0.60	0.56	0.19	1.12	17
Hotel	0.08	0.20	0.24	0.06	0.21	9
Service	0.05	0.12	0.19	0.02	0.11	9
Andere	0.05	0.24	0.48	0.01	0.18	19

Fahrten pro VZÄ mit Anschlussgleis

	Median Angezogene Fahrten pro VZÄ	Mittelwert Angezogene Fahrten pro VZÄ	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	0.35	4.44	13.94	0.27	1.02	28
Lagerung	NA	NA	NA	NA	NA	-
Spedition	0.34	4.03	10.99	0.26	0.41	9
Umschlag	3.33	3.33	NA	3.33	3.33	1
Warenverteiltz.	0.32	5.16	17.41	0.21	0.66	15
Andere	1.50	2.42	2.69	0.91	3.48	3
Produktion	0.13	0.44	0.78	0.04	0.34	8
Baustoffen	0.21	0.26	0.25	0.13	0.37	3
Gebrauchsgütern	NA	NA	NA	NA	NA	-
Nahrungsmittel	0.06	0.55	1.00	0.05	0.27	5
Andere	NA	NA	NA	NA	NA	-
Handel	0.53	0.44	0.31	0.34	0.63	4
Nahrungsmittel	0.00	0.00	NA	0.00	0.00	1
Andere Waren	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.60	0.59	0.13	0.53	0.65	3
Dienstleistung	0.01	0.01	NA	0.01	0.01	1
Büro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Gastro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Hotel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Service	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.01	0.01	NA	0.01	0.01	1

	Median Erzeugte Fahrten pro VZÄ	Mittelwert Erzeugte Fahrten pro VZÄ	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	0.28	2.87	6.79	0.19	1.39	28
Lagerung	NA	NA	NA	NA	NA	-
Spedition	0.27	2.63	7.01	0.22	0.35	9
Umschlag	3.33	3.33	NA	3.33	3.33	1
Warenverteiltz.	0.25	3.16	7.76	0.12	0.97	15
Andere	1.37	1.92	1.52	1.06	2.50	3
Produktion	0.49	2.94	6.91	0.18	0.90	8
Baustoffen	0.58	0.84	0.61	0.49	1.06	3
Gebrauchsgütern	NA	NA	NA	NA	NA	-
Nahrungsmittel	0.22	4.21	8.83	0.09	0.68	5
Andere	NA	NA	NA	NA	NA	-
Handel	0.22	0.26	0.27	0.06	0.41	4
Nahrungsmittel	-	-	NA	-	-	1
Andere Waren	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.35	0.34	0.26	0.22	0.48	3
Dienstleistung	-	-	NA	-	-	1
Büro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Gastro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Hotel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Service	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	-	-	NA	-	-	1

	Median Total Fahrten pro VZÄ	Mittelwert Total Fahrten pro VZÄ	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	0.62	7.31	20.36	0.44	2.27	28
Lagerung	NA	NA	NA	NA	NA	-
Spedition	0.61	6.66	18.01	0.48	0.76	9
Umschlag	6.67	6.67	NA	6.67	6.67	1
Warenverteiltz.	0.56	8.33	24.67	0.36	1.71	15
Andere	2.25	4.34	4.12	1.97	5.67	3
Produktion	0.86	3.38	7.67	0.22	1.11	8
Baustoffen	0.93	1.10	0.42	0.86	1.26	3
Gebrauchsgütern	NA	NA	NA	NA	NA	-
Nahrungsmittel	0.25	4.75	9.83	0.14	0.95	5
Andere	NA	NA	NA	NA	NA	-
Handel	0.80	0.70	0.50	0.59	0.90	4
Nahrungsmittel	0.00	0.00	NA	0.00	0.00	1
Andere Waren	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	S66	0.93	0.23	0.80	1.00	3
Dienstleistung	0.01	0.01	NA	0.01	0.01	1
Büro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Gastro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Hotel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Service	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.01	0.01	NA	0.01	0.01	1

Fahrten pro VZÄ ohne Anschlussgleis

	Median Angezogene Fahrten pro VZÄ	Mittelwert Angezogene Fahrten pro VZÄ	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	0.25	0.89	2.33	0.15	0.73	51
Lagerung	1.25	1.25	NA	1.25	1.25	1
Spedition	0.22	0.63	1.18	0.18	0.39	23
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteiltz.	0.23	1.14	3.28	0.14	0.77	23
Andere	0.58	0.82	0.89	0.31	1.09	4
Produktion	0.15	0.72	2.15	0.08	0.33	48
Baustoffen	0.24	2.68	4.94	0.16	2.75	4
Gebrauchsgütern	0.10	0.16	0.14	0.07	0.21	11
Nahrungsmittel	0.15	0.82	2.51	0.10	0.41	20
Andere	0.18	0.46	0.61	0.08	0.60	13
Handel	0.32	0.73	1.20	0.15	0.67	28
Nahrungsmittel	0.33	0.54	0.61	0.15	0.61	9
Andere Waren	0.50	1.35	1.99	0.40	0.84	5
Andere	0.29	0.64	1.17	0.12	0.54	14
Dienstleistung	0.07	0.20	0.32	0.03	0.25	68
Büro	0.06	0.09	0.09	0.03	0.12	15
Gastro	0.25	0.32	0.29	0.17	0.40	17
Hotel	0.07	0.16	0.21	0.06	0.10	9
Service	0.02	0.09	0.20	0.02	0.05	9
Andere	0.05	0.23	0.50	0.02	0.12	18

	Median Erzeugte Fahrten pro VZÄ	Mittelwert Erzeugte Fahrten pro VZÄ	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	0.20	0.75	1.35	0.12	0.50	51
Lagerung	1.08	1.08	NA	1.08	1.08	1
Spedition	0.20	0.54	1.05	0.16	0.36	23
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteiltz.	0.18	0.71	1.33	0.08	0.68	23
Andere	1.15	2.05	2.62	0.32	2.87	4
Produktion	0.06	0.46	1.11	0.00	0.29	48
Baustoffen	0.37	1.89	3.23	0.23	2.03	4
Gebrauchsgütern	0.02	0.31	0.90	0.01	0.05	11
Nahrungsmittel	0.12	0.44	0.65	0.02	0.48	20
Andere	0.03	0.17	0.32	-	0.10	13
Handel	0.12	0.62	1.22	-	0.43	28
Nahrungsmittel	0.10	0.13	0.15	-	0.22	9
Andere Waren	0.02	0.02	0.03	-	0.05	5
Andere	0.43	1.15	1.57	0.13	1.51	14
Dienstleistung	-	0.10	0.25	-	0.04	68
Büro	-	0.07	0.23	-	0.01	15
Gastro	0.04	0.28	0.40	-	0.67	17
Hotel	-	0.04	0.08	-	0.00	9
Service	0.02	0.03	0.03	-	0.04	9
Andere	-	0.01	0.04	-	-	18

	Median Total Fahrten pro VZÄ	Mittelwert Total Fahrten pro VZÄ	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	0.51	1.63	2.71	0.32	1.71	51
Lagerung	2.33	2.33	NA	2.33	2.33	1
Spedition	0.42	1.17	1.91	0.33	0.75	23
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteiltz.	0.82	1.85	3.35	0.30	1.85	23
Andere	2.38	2.86	2.97	0.63	4.61	4
Produktion	0.28	1.18	3.04	0.14	0.82	48
Baustoffen	0.60	4.56	8.16	0.39	4.78	4
Gebrauchsgütern	0.18	0.47	0.88	0.09	0.34	11
Nahrungsmittel	0.37	1.26	2.93	0.14	1.10	20
Andere	0.23	0.62	0.80	0.14	0.60	13
Handel	0.54	1.35	1.96	0.34	1.59	28
Nahrungsmittel	0.48	0.67	0.58	0.30	0.86	9
Andere Waren	0.55	1.38	1.98	0.40	0.87	5
Andere	0.77	1.78	2.46	0.35	1.63	14
Dienstleistung	0.10	0.29	0.44	0.04	0.33	68
Büro	0.07	0.16	0.23	0.05	0.15	15
Gastro	0.33	0.60	0.56	0.19	1.12	17
Hotel	0.08	0.20	0.24	0.06	0.21	9
Service	0.05	0.12	0.19	0.02	0.11	9
Andere	0.07	0.25	0.49	0.02	0.18	18

Fahrten pro 100 m2 BGF mit und ohne Anschlussgleis

	Median Angezogene Fahrten pro 100 m2 BGF	Mittelwert Angezogene Fahrten pro 100 m2 BGF	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	0.30	1.44	3.25	0.12	0.98	79
Lagerung	0.23	0.23	NA	0.23	0.23	1
Spedition	0.15	0.95	1.81	0.10	0.77	32
Umschlag	0.53	0.53	NA	0.53	0.53	1
Warenverteiltz.	0.35	1.57	3.95	0.14	0.95	38
Andere	1.23	3.29	4.31	0.23	5.60	7
Produktion	0.20	0.50	1.11	0.06	0.54	56
Baustoffen	0.08	0.45	0.53	0.04	0.84	7
Gebrauchsgütern	0.24	0.30	0.18	0.18	0.40	11
Nahrungsmittel	0.20	0.43	0.61	0.07	0.59	25
Andere	0.12	0.83	2.15	0.05	0.32	13
Handel	0.38	1.19	2.04	0.08	1.10	32
Nahrungsmittel	0.71	0.94	1.04	0.17	1.06	10
Andere Waren	1.20	3.07	3.93	0.84	3.33	5
Andere	0.19	0.78	1.50	0.05	0.40	17
Dienstleistung	0.20	0.65	1.40	0.07	0.67	69
Büro	0.16	0.24	0.25	0.07	0.24	15
Gastro	0.80	1.17	1.13	0.40	1.44	17
Hotel	0.10	0.22	0.22	0.04	0.39	9
Service	0.13	0.28	0.42	0.05	0.18	9
Andere	0.11	0.88	2.34	0.06	0.38	19

	Median Erzeugte Fahrten pro 100 m2 BGF	Mittelwert Erzeugte Fahrten pro 100 m2 BGF	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	0.25	1.76	4.57	0.08	1.08	79
Lagerung	0.20	0.20	NA	0.20	0.20	1
Spedition	0.12	1.73	5.04	0.08	0.70	32
Umschlag	0.53	0.53	NA	0.53	0.53	1
Warenverteiltz.	0.29	1.38	3.93	0.07	1.25	38
Andere	1.13	4.37	5.95	0.72	5.50	7
Produktion	0.06	1.21	5.46	0.01	0.23	56
Baustoffen	0.23	5.96	15.01	0.07	0.66	7
Gebrauchsgütern	0.05	0.67	1.78	0.01	0.21	11
Nahrungsmittel	0.09	0.71	1.70	0.02	0.24	25
Andere	0.04	0.05	0.07	-	0.06	13
Handel	0.08	0.78	1.55	-	0.60	32
Nahrungsmittel	0.04	0.56	1.34	-	0.23	10
Andere Waren	0.02	0.28	0.59	-	0.02	5
Andere	0.16	1.07	1.83	0.03	0.80	17
Dienstleistung	-	0.29	0.73	-	0.16	69
Büro	-	0.14	0.41	-	0.10	15
Gastro	0.33	0.86	1.25	-	1.00	17
Hotel	-	0.04	0.10	-	0.00	9
Service	0.07	0.15	0.19	-	0.27	9
Andere	-	0.08	0.24	-	-	19

	Median Total Fahrten pro 100 m2	Mittelwert Total Fahrten pro 100 m2	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	0.65	3.20	6.07	0.24	2.46	79
Lagerung	0.43	0.43	NA	0.43	0.43	1
Spedition	0.31	2.68	6.35	0.18	1.94	32
Umschlag	1.07	1.07	NA	1.07	1.07	1
Warenverteiltz.	0.74	2.95	5.34	0.37	2.37	38
Andere	2.35	7.66	8.24	0.92	15.00	7
Produktion	0.30	1.71	5.65	0.12	0.86	56
Baustoffen	0.32	6.41	15.29	0.11	1.61	7
Gebrauchsgütern	0.35	0.97	1.77	0.23	0.75	11
Nahrungsmittel	0.32	1.14	1.94	0.10	0.83	25
Andere	0.16	0.88	2.13	0.10	0.48	13
Handel	0.71	1.97	2.59	0.22	2.30	32
Nahrungsmittel	0.71	1.50	1.96	0.36	1.71	10
Andere Waren	1.20	3.35	3.99	0.87	4.67	5
Andere	0.53	1.84	2.48	0.19	1.95	17
Dienstleistung	0.24	0.94	1.68	0.09	0.88	69
Büro	0.22	0.38	0.45	0.11	0.49	15
Gastro	1.40	2.02	1.87	0.67	3.04	17
Hotel	0.12	0.26	0.28	0.05	0.39	9
Service	0.34	0.43	0.42	0.14	0.58	9
Andere	0.19	0.96	2.35	0.06	0.57	19

Fahrten pro 100 m2 BGF mit Anschlussgleis

	Median Angezogene Fahrten pro 100 m2 BGF	Mittelwert Angezogene Fahrten pro 100 m2 BGF	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	0.33	1.47	2.66	0.15	1.23	28
Lagerung	NA	NA	NA	NA	NA	-
Spedition	0.17	1.31	2.12	0.09	1.87	9
Umschlag	0.53	0.53	NA	0.53	0.53	1
Warenverteiltz.	0.34	0.64	0.94	0.16	0.46	15
Andere	9.00	6.41	5.37	4.62	9.50	3
Produktion	0.09	0.32	0.41	0.02	0.65	8
Baustoffen	0.64	0.59	0.48	0.36	0.84	3
Gebrauchsgütern	NA	NA	NA	NA	NA	-
Nahrungsmittel	0.02	0.16	0.29	0.00	0.09	5
Andere	NA	NA	NA	NA	NA	-
Handel	0.10	0.11	0.09	0.07	0.15	4
Nahrungsmittel	0.02	0.02	NA	0.02	0.02	1
Andere Waren	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.12	0.15	0.08	0.10	0.18	3
Dienstleistung	0.05	0.05	NA	0.05	0.05	1
Büro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Gastro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Hotel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Service	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.05	0.05	NA	0.05	0.05	1

	Median Erzeugte Fahrten pro 100 m2 BGF	Mittelwert Erzeugte Fahrten pro 100 m2 BGF	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	0.22	1.18	1.73	0.07	1.65	28
Lagerung	NA	NA	NA	NA	NA	-
Spedition	0.15	0.94	1.42	0.08	1.50	9
Umschlag	0.53	0.53	NA	0.53	0.53	1
Warenverteiltz.	0.22	0.79	1.30	0.06	0.63	15
Andere	5.00	4.01	2.62	3.02	5.50	3
Produktion	0.18	5.33	14.02	0.03	0.79	8
Baustoffen	0.48	13.57	22.89	0.36	20.24	3
Gebrauchsgütern	NA	NA	NA	NA	NA	-
Nahrungsmittel	0.03	0.38	0.74	0.02	0.14	5
Andere	NA	NA	NA	NA	NA	-
Handel	0.05	0.05	0.05	0.02	0.08	4
Nahrungsmittel	-	-	NA	-	-	1
Andere Waren	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.07	0.07	0.05	0.05	0.09	3
Dienstleistung	-	-	NA	-	-	1
Büro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Gastro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Hotel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Service	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	-	-	NA	-	-	1

	Median Total Fahrten pro 100 m2	Mittelwert Total Fahrten pro 100 m2	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	0.49	2.65	4.28	0.29	3.44	28
Lagerung	NA	NA	NA	NA	NA	-
Spedition	0.32	2.26	3.54	0.17	3.37	9
Umschlag	1.07	1.07	NA	1.07	1.07	1
Warenverteiltz.	0.48	1.44	2.11	0.29	1.00	15
Andere	15.00	10.43	7.92	8.14	15.00	3
Produktion	0.27	5.65	14.32	0.04	1.44	8
Baustoffen	1.12	14.16	23.28	0.72	21.08	3
Gebrauchsgütern	NA	NA	NA	NA	NA	-
Nahrungsmittel	0.04	0.54	1.04	0.03	0.23	5
Andere	NA	NA	NA	NA	NA	-
Handel	0.20	0.17	0.11	0.12	0.25	4
Nahrungsmittel	0.02	0.02	NA	0.02	0.02	1
Andere Waren	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.24	0.22	0.06	0.20	0.25	3
Dienstleistung	0.05	0.05	NA	0.05	0.05	1
Büro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Gastro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Hotel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Service	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.05	0.05	NA	0.05	0.05	1

Fahrten pro 100 m2 BGF ohne Anschlussgleis

	Median Angezo- gene Fahrten pro 100 m2 BGF	Mittelwert Angezo- gene Fahrten pro 100 m2 BGF	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	0.27	1.42	3.56	0.11	0.94	51
Lagerung	0.23	0.23	NA	0.23	0.23	1
Spedition	0.12	0.80	1.70	0.10	0.70	23
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteiltz.	0.37	2.18	4.96	0.15	0.98	23
Andere	0.72	0.95	0.97	0.21	1.47	4
Produktion	0.20	0.53	1.19	0.08	0.53	48
Baustoffen	0.04	0.34	0.61	0.03	0.36	4
Gebrauchsgütern	0.24	0.30	0.18	0.18	0.40	11
Nahrungsmittel	0.30	0.50	0.66	0.08	0.64	20
Andere	0.12	0.83	2.15	0.05	0.32	13
Handel	0.51	1.34	2.14	0.09	1.25	28
Nahrungsmittel	0.80	1.04	1.05	0.40	1.07	9
Andere Waren	1.20	3.07	3.93	0.84	3.33	5
Andere	0.22	0.91	1.63	0.05	0.90	14
Dienstleistung	0.20	0.66	1.41	0.07	0.67	68
Büro	0.16	0.24	0.25	0.07	0.24	15
Gastro	0.80	1.17	1.13	0.40	1.44	17
Hotel	0.10	0.22	0.22	0.04	0.39	9
Service	0.13	0.28	0.42	0.05	0.18	9
Andere	0.15	0.93	2.40	0.07	0.46	18

	Median Erzeugte Fahrten pro 100 m2 BGF	Mittelwert Erzeugte Fahrten pro 100 m2 BGF	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	0.25	2.08	5.53	0.09	0.91	51
Lagerung	0.20	0.20	NA	0.20	0.20	1
Spedition	0.10	2.04	5.89	0.08	0.63	23
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteiltz.	0.35	1.76	4.95	0.11	1.44	23
Andere	0.76	4.64	8.12	0.36	5.04	4
Produktion	0.06	0.52	1.48	0.01	0.21	48
Baustoffen	0.07	0.25	0.40	0.04	0.28	4
Gebrauchsgütern	0.05	0.67	1.78	0.01	0.21	11
Nahrungsmittel	0.10	0.79	1.86	0.03	0.26	20
Andere	0.04	0.05	0.07	-	0.06	13
Handel	0.11	0.89	1.63	-	0.81	28
Nahrungsmittel	0.07	0.62	1.40	-	0.26	9
Andere Waren	0.02	0.28	0.59	-	0.02	5
Andere	0.25	1.28	1.96	0.05	1.61	14
Dienstleistung	-	0.29	0.73	-	0.16	68
Büro	-	0.14	0.41	-	0.10	15
Gastro	0.33	0.86	1.25	-	1.00	17
Hotel	-	0.04	0.10	-	0.00	9
Service	0.07	0.15	0.19	-	0.27	9
Andere	-	0.09	0.25	-	-	18

	Median Total Fahrten pro 100 m2 BGF	Mittelwert Total Fahrten pro 100 m2 BGF	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	0.67	3.51	6.88	0.22	2.38	51
Lagerung	0.43	0.43	NA	0.43	0.43	1
Spedition	0.23	2.84	7.22	0.19	1.56	23
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteiltz.	1.79	3.94	6.52	0.50	3.11	23
Andere	1.46	5.59	8.98	0.53	6.52	4
Produktion	0.31	1.05	1.93	0.12	0.78	48
Baustoffen	0.11	0.59	1.01	0.07	0.64	4
Gebrauchsgütern	0.35	0.97	1.77	0.23	0.75	11
Nahrungsmittel	0.47	1.30	2.10	0.13	0.99	20
Andere	0.16	0.88	2.13	0.10	0.48	13
Handel	0.95	2.23	2.68	0.32	3.67	28
Nahrungsmittel	0.80	1.66	2.00	0.40	1.88	9
Andere Waren	1.20	3.35	3.99	0.87	4.67	5
Andere	0.83	2.19	2.61	0.20	4.77	14
Dienstleistung	0.28	0.95	1.69	0.10	0.91	68
Büro	0.22	0.38	0.45	0.11	0.49	15
Gastro	1.40	2.02	1.87	0.67	3.04	17
Hotel	0.12	0.26	0.28	0.05	0.39	9
Service	0.34	0.43	0.42	0.14	0.58	9
Andere	0.20	1.02	2.41	0.07	0.59	18

I.5 Transportintensitäten – Menge [t] pro Werktag

Menge [t] pro VZÄ mit und ohne Anschlussgleis

	Median Angezogene Menge [t] pro VZÄ	Mittelwert Angezogene Menge [t] pro VZÄ	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	2.13	5.60	6.71	0.43	5.13	62
Lagerung	0.42	0.42	NA	0.42	0.42	1
Spedition	3.57	4.99	4.09	2.30	7.17	27
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteiltz.	0.65	3.20	9.03	0.25	1.98	28
Andere	2.88	2.87	2.94	0.20	5.26	6
Produktion	0.05	0.99	27.18	0.00	0.55	54
Baustoffen	1.67	2.48	2.07	1.19	3.27	7
Gebrauchsgütern	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	11
Nahrungsmittel	0.14	11.56	39.54	0.02	0.46	25
Andere	0.01	0.96	3.00	0.00	0.14	11
Handel	0.55	2.23	27.04	0.05	1.80	23
Nahrungsmittel	0.25	4.97	12.24	0.09	0.83	7
Andere Waren	0.21	0.71	1.14	0.04	0.88	4
Andere	1.25	12.05	36.57	0.19	1.93	12
Dienstleistung	0.00	4.12	0.14	0.00	0.02	59
Büro	0.00	0.11	0.27	0.00	0.07	14
Gastro	0.01	0.01	0.02	0.00	0.03	14
Hotel	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	9
Service	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9
Andere	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	13

	Median Erzeugte Menge [t] pro VZÄ	Mittelwert Erzeugte Menge [t] pro VZÄ	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	2.19	2.83	4.22	0.49	5.00	62
Lagerung	0.17	0.17	NA	0.17	0.17	1
Spedition	3.76	4.75	3.71	2.19	5.98	27
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteiltz.	0.65	2.01	3.94	0.30	1.73	28
Andere	6.32	6.18	5.48	1.89	8.75	6
Produktion	0.05	0.92	11.61	0.00	0.44	54
Baustoffen	3.08	15.92	29.13	1.33	12.66	7
Gebrauchsgütern	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	11
Nahrungsmittel	0.16	1.50	5.04	0.02	0.46	25
Andere	0.01	0.85	2.70	0.00	0.08	11
Handel	0.24	0.84	26.54	0.02	1.70	23
Nahrungsmittel	0.14	0.24	0.31	0.02	0.33	7
Andere Waren	0.08	0.64	1.18	0.02	0.69	4
Andere	1.25	12.04	36.57	0.19	1.88	12
Dienstleistung	0.00	4.11	0.14	0.00	0.02	59
Büro	0.00	0.11	0.27	0.00	0.06	14
Gastro	0.01	0.01	0.02	0.00	0.03	14
Hotel	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	9
Service	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9
Andere	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	13

	Median Aufkommen Menge [t] pro VZÄ	Mittelwert Aufkommen Menge [t] pro VZÄ	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	4.59	7.48	10.37	0.98	11.33	62
Lagerung	0.58	0.58	NA	0.58	0.58	1
Spedition	7.52	9.74	7.75	4.43	13.25	27
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteiltz.	1.50	5.21	12.80	0.65	4.97	28
Andere	11.98	9.05	6.73	3.71	13.97	6
Produktion	0.13	8.80	30.98	0.01	1.17	54
Baustoffen	9.09	18.40	28.90	2.92	15.44	7
Gebrauchsgütern	0.01	0.02	0.05	0.00	0.02	11
Nahrungsmittel	0.34	13.06	42.35	0.07	1.24	25
Andere	0.01	1.81	5.70	0.00	0.22	11
Handel	1.16	14.39	53.15	0.08	3.71	23
Nahrungsmittel	0.76	5.21	12.14	0.18	1.31	7
Andere Waren	0.29	1.35	2.31	0.06	1.58	4
Andere	2.57	24.09	73.15	0.37	3.76	12
Dienstleistung	0.00	0.07	0.27	0.00	0.04	59
Büro	0.00	0.22	0.54	0.00	0.14	14
Gastro	0.01	0.03	0.03	0.00	0.05	14
Hotel	0.02	0.03	0.02	0.00	0.05	9
Service	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9
Andere	0.01	0.02	0.03	0.00	0.02	13

Menge [t] pro VZÄ mit Anschlussgleis

	Median Angezogene Menge [t] pro VZÄ	Mittelwert Angezogene Menge [t] pro VZÄ	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	3.96	6.06	9.83	1.16	7.19	22
Lagerung	NA	NA	NA	NA	NA	-
Spedition	7.13	6.38	2.10	5.11	7.34	7
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteiltz.	1.75	6.45	13.35	0.66	5.00	12
Andere	5.26	3.78	3.29	2.63	5.66	3
Produktion	0.61	21.81	58.55	0.24	2.39	8
Baustoffen	1.67	2.36	1.93	1.27	3.11	3
Gebrauchsgütern	NA	NA	NA	NA	NA	-
Nahrungsmittel	0.28	33.48	74.45	0.11	0.33	5
Andere	NA	NA	NA	NA	NA	-
Handel	2.08	3.82	3.19	1.98	4.79	3
Nahrungsmittel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere Waren	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	2.08	3.82	3.19	1.98	4.79	3
Dienstleistung	0.01	0.01	NA	0.01	0.01	1
Büro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Gastro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Hotel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Service	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.01	0.01	NA	0.01	0.01	1

	Median Erzeugte Menge [t] pro VZÄ	Mittelwert Erzeugte Menge [t] pro VZÄ	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	3.44	4.46	4.60	0.78	6.05	22
Lagerung	NA	NA	NA	NA	NA	-
Spedition	5.92	5.70	2.14	4.32	7.11	7
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteiltz.	1.26	3.56	5.63	0.55	3.55	12
Andere	6.06	5.18	4.79	3.03	7.77	3
Produktion	1.00	3.98	7.05	0.08	4.44	8
Baustoffen	4.55	8.99	10.30	3.11	12.66	3
Gebrauchsgütern	NA	NA	NA	NA	NA	-
Nahrungsmittel	0.11	0.97	1.92	0.00	0.33	5
Andere	NA	NA	NA	NA	NA	-
Handel	1.80	3.66	3.33	1.73	4.65	3
Nahrungsmittel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere Waren	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	1.80	3.66	3.33	1.73	4.65	3
Dienstleistung	0.01	0.01	NA	0.01	0.01	1
Büro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Gastro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Hotel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Service	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.01	0.01	NA	0.01	0.01	1

	Median Aufkommen Menge [t] pro VZÄ	Mittelwert Aufkommen Menge [t] pro VZÄ	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	7.40	10.52	13.99	2.29	13.36	22
Lagerung	NA	NA	NA	NA	NA	-
Spedition	13.05	12.08	4.04	9.80	14.07	7
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteiltz.	4.44	10.01	18.73	1.33	7.47	12
Andere	12.12	8.96	7.86	6.07	13.43	3
Produktion	4.01	25.79	57.37	0.55	12.23	8
Baustoffen	9.09	11.36	9.36	6.21	15.37	3
Gebrauchsgütern	NA	NA	NA	NA	NA	-
Nahrungsmittel	0.67	34.45	73.94	0.21	4.68	5
Andere	NA	NA	NA	NA	NA	-
Handel	3.75	7.48	6.52	3.71	9.38	3
Nahrungsmittel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere Waren	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	3.75	7.48	6.52	3.71	9.38	3
Dienstleistung	0.01	0.01	NA	0.01	0.01	1
Büro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Gastro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Hotel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Service	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.01	0.01	NA	0.01	0.01	1

Menge [t] pro VZÄ ohne Anschlussgleis

	Median Angezogene Menge [t] pro VZÄ	Mittelwert Angezogene Menge [t] pro VZÄ	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	1.02	2.72	3.78	0.17	3.57	40
Lagerung	0.42	0.42	NA	0.42	0.42	1
Spedition	3.30	4.50	4.53	1.80	5.14	20
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteiltz.	0.36	0.77	1.17	0.05	0.84	16
Anderer	0.50	1.96	2.87	0.30	2.88	3
Produktion	0.03	3.10	16.85	0.00	0.25	46
Baustoffen	1.75	2.56	2.47	1.27	3.04	4
Gebrauchsgütern	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	11
Nahrungsmittel	0.10	6.08	25.48	0.02	0.50	20
Anderer	0.01	0.96	3.00	0.00	0.14	11
Handel	0.31	8.54	29.03	0.04	1.25	20
Nahrungsmittel	0.25	4.97	12.24	0.09	0.83	7
Anderer Waren	0.21	0.71	1.14	0.04	0.88	4
Anderer	0.58	14.79	42.46	0.02	1.66	9
Dienstleistung	0.00	0.03	0.14	0.00	0.02	58
Büro	0.00	0.11	0.27	0.00	0.07	14
Gastro	0.01	0.01	0.02	0.00	0.03	14
Hotel	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	9
Service	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9
Anderer	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	12

	Median Erzeugte Menge [t] pro VZÄ	Mittelwert Erzeugte Menge [t] pro VZÄ	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	1.77	3.09	3.97	0.31	4.33	40
Lagerung	0.17	0.17	NA	0.17	0.17	1
Spedition	3.36	4.41	4.11	2.08	5.27	20
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteiltz.	0.50	0.85	1.16	0.10	1.05	16
Anderer	6.58	7.19	7.01	3.54	10.53	3
Produktion	0.04	2.75	12.28	0.00	0.36	46
Baustoffen	2.04	21.12	39.27	0.85	22.31	4
Gebrauchsgütern	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	11
Nahrungsmittel	0.17	1.63	5.59	0.03	0.49	20
Anderer	0.01	0.85	2.70	0.00	0.08	11
Handel	0.14	6.89	28.52	0.02	0.83	20
Nahrungsmittel	0.14	0.24	0.31	0.02	0.33	7
Anderer Waren	0.08	0.64	1.18	0.02	0.69	4
Anderer	0.58	14.84	42.44	0.02	1.73	9
Dienstleistung	0.00	0.03	0.14	0.00	0.02	58
Büro	0.00	0.11	0.27	0.00	0.06	14
Gastro	0.01	0.01	0.02	0.00	0.03	14
Hotel	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	9
Service	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9
Anderer	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	12

	Median Aufkommen Menge [t] pro VZÄ	Mittelwert Aufkommen Menge [t] pro VZÄ	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	3.08	5.81	7.39	0.55	8.12	40
Lagerung	0.58	0.58	NA	0.58	0.58	1
Spedition	6.67	8.91	8.62	3.95	10.41	20
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteiltz.	0.92	1.62	2.32	0.20	1.69	16
Anderer	11.84	9.14	7.18	6.42	13.21	3
Produktion	0.08	5.85	23.62	0.01	0.44	46
Baustoffen	5.87	23.68	39.05	2.12	27.42	4
Gebrauchsgütern	0.01	0.02	0.05	0.00	0.02	11
Nahrungsmittel	0.33	7.71	31.04	0.06	0.99	20
Anderer	0.01	1.81	5.70	0.00	0.22	11
Handel	0.63	15.43	57.08	0.07	2.12	20
Nahrungsmittel	0.76	5.21	12.14	0.18	1.31	7
Anderer Waren	0.29	1.35	2.31	0.06	1.58	4
Anderer	1.16	29.63	84.90	0.05	3.47	9
Dienstleistung	0.00	0.07	0.27	0.00	0.04	58
Büro	0.00	0.22	0.54	0.00	0.14	14
Gastro	0.01	0.03	0.03	0.00	0.05	14
Hotel	0.02	0.03	0.02	0.00	0.05	9
Service	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9
Anderer	0.01	0.02	0.03	0.00	0.02	12

Menge [t] pro 100 m2 BGF mit und ohne Anschlussgleis

	Median Angezogene Menge [t] pro 100 m2 BGF	Mittelwert Angezogene Menge [t] pro 100 m2 BGF	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	1.18	4.75	10.50	0.31	3.71	62
Lagerung	0.08	0.08	NA	0.08	0.08	1
Spedition	1.84	7.49	14.68	0.87	3.96	27
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteilz.	0.89	2.65	5.00	0.22	2.29	28
Andere	1.71	2.96	3.83	0.28	3.78	6
Produktion	0.08	0.95	3.52	0.01	0.32	54
Baustoffen	0.57	4.01	8.32	0.38	1.91	7
Gebrauchsgütern	0.01	0.03	0.04	0.00	0.02	11
Nahrungsmittel	0.20	0.79	2.52	0.03	0.36	25
Andere	0.01	0.32	0.90	0.00	0.11	11
Handel	0.36	8.24	28.01	0.11	1.01	23
Nahrungsmittel	0.19	7.54	18.38	0.13	1.53	7
Andere Waren	0.74	0.97	1.12	0.11	1.60	4
Andere	0.44	11.06	36.83	0.11	0.66	12
Dienstleistung	0.01	0.07	0.18	0.00	0.04	59
Büro	0.02	0.15	0.34	0.00	0.05	14
Gastro	0.02	0.08	0.13	0.01	0.05	14
Hotel	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	9
Service	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	9
Andere	0.01	0.05	0.07	0.00	0.06	13

	Median Erzeugte Menge [t] pro 100 m2 BGF	Mittelwert Erzeugte Menge [t] pro 100 m2 BGF	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	1.40	5.31	10.81	0.35	3.78	62
Lagerung	0.03	0.03	NA	0.03	0.03	1
Spedition	2.02	6.98	13.49	0.85	3.74	27
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteilz.	0.87	2.77	5.04	0.25	3.15	28
Andere	5.55	10.57	15.88	1.18	9.30	6
Produktion	0.08	10.51	73.43	0.01	0.32	54
Baustoffen	1.82	79.22	203.22	0.31	6.00	7
Gebrauchsgütern	0.01	0.02	0.04	0.00	0.02	11
Nahrungsmittel	0.19	0.38	0.67	0.03	0.36	25
Andere	0.01	0.28	0.81	0.00	0.07	11
Handel	0.30	6.00	26.60	0.09	0.61	23
Nahrungsmittel	0.17	0.29	0.32	0.10	0.34	7
Andere Waren	0.36	0.78	1.12	0.04	1.10	4
Andere	0.43	11.07	36.83	0.11	0.62	12
Dienstleistung	0.01	0.07	0.18	0.00	0.04	59
Büro	0.02	0.15	0.34	0.00	0.05	14
Gastro	0.02	0.08	0.13	0.01	0.05	14
Hotel	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	9
Service	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	9
Andere	0.01	0.05	0.07	0.00	0.06	13

	Median Aufkommen Menge [t] pro 100 m2 BGF	Mittelwert Aufkommen Menge [t] pro 100 m2 BGF	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	3.64	10.06	23.64	1.46	7.41	62
Lagerung	0.11	0.11	NA	0.11	0.11	1
Spedition	3.73	14.46	28.15	1.70	7.30	27
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteilz.	1.80	5.42	9.11	0.41	4.91	28
Andere	9.12	13.53	15.92	2.17	17.80	6
Produktion	4.01	11.46	198.53	0.55	12.23	54
Baustoffen	3.64	83.22	211.50	0.85	7.13	7
Gebrauchsgütern	0.03	0.05	0.08	0.01	0.04	11
Nahrungsmittel	0.27	1.17	3.11	0.11	0.71	25
Andere	0.02	0.59	1.72	0.01	0.18	11
Handel	3.75	14.23	1.20	3.71	9.38	23
Nahrungsmittel	0.57	7.83	18.25	0.27	2.16	7
Andere Waren	1.10	1.75	2.22	0.15	2.70	4
Andere	0.87	22.13	73.66	0.22	1.30	12
Dienstleistung	0.01	0.14	NA	0.01	0.01	59
Büro	0.03	0.30	0.68	0.00	0.10	14
Gastro	0.03	0.15	0.27	0.01	0.10	14
Hotel	0.03	0.04	0.03	0.01	0.06	9
Service	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	9
Andere	0.03	0.10	0.14	0.00	0.11	13

Menge pro 100 m2 BGF mit Anschlussgleis

	Median Angezogene Menge [t] pro 100 m2 BGF	Mittelwert Angezogene Menge [t] pro 100 m2 BGF	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	1.53	5.71	12.74	0.72	3.94	22
Lagerung	NA	NA	NA	NA	NA	-
Spedition	2.40	10.24	21.04	1.63	3.70	7
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteiltz.	1.12	3.34	6.68	0.57	2.34	12
Andere	4.00	4.68	5.01	2.02	7.00	3
Produktion	0.37	3.43	7.87	0.04	1.86	8
Baustoffen	2.00	8.87	12.06	1.91	12.40	3
Gebrauchsgütern	NA	NA	NA	NA	NA	-
Nahrungsmittel	0.05	0.16	0.22	0.01	0.22	5
Andere	NA	NA	NA	NA	NA	-
Handel	0.69	0.85	0.59	0.53	1.10	3
Nahrungsmittel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere Waren	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.69	0.85	0.59	0.53	1.10	3
Dienstleistung	0.06	0.06	NA	0.06	0.06	1
Büro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Gastro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Hotel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Service	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.06	0.06	NA	0.06	0.06	1

	Median Erzeugte Menge [t] pro 100 m2 BGF	Mittelwert Erzeugte Menge [t] pro 100 m2 BGF	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	1.67	4.91	11.06	0.73	3.58	22
Lagerung	NA	NA	NA	NA	NA	-
Spedition	2.53	9.22	19.20	1.32	2.97	7
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteiltz.	1.01	2.19	2.80	0.57	3.20	12
Andere	7.20	5.75	5.14	3.62	8.60	3
Produktion	0.29	68.05	190.70	0.01	1.86	8
Baustoffen	2.00	181.27	310.67	1.91	271.00	3
Gebrauchsgütern	NA	NA	NA	NA	NA	-
Nahrungsmittel	0.01	0.12	0.23	0.01	0.05	5
Andere	NA	NA	NA	NA	NA	-
Handel	0.56	0.80	0.62	0.45	1.03	3
Nahrungsmittel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere Waren	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.56	0.80	0.62	0.45	1.03	3
Dienstleistung	0.06	0.06	NA	0.06	0.06	1
Büro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Gastro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Hotel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Service	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.06	0.06	NA	0.06	0.06	1

	Median Aufkommen Menge [t] pro 100 m2 BGF	Mittelwert Aufkommen Menge [t] pro 100 m2 BGF	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	3.64	10.63	23.64	1.46	7.41	22
Lagerung	NA	NA	NA	NA	NA	-
Spedition	5.47	19.45	40.23	2.95	6.41	7
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteiltz.	2.14	5.53	9.38	1.14	5.00	12
Andere	11.20	10.43	9.98	5.64	15.60	3
Produktion	4.01	71.48	198.53	0.55	12.23	8
Baustoffen	4.00	190.15	322.73	3.82	283.40	3
Gebrauchsgütern	NA	NA	NA	NA	NA	-
Nahrungsmittel	0.11	0.28	0.43	0.02	0.22	5
Andere	NA	NA	NA	NA	NA	-
Handel	3.75	1.65	1.20	3.71	9.38	3
Nahrungsmittel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere Waren	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	1.25	1.65	1.20	0.98	2.13	3
Dienstleistung	0.01	0.11	NA	0.01	0.01	1
Büro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Gastro	NA	NA	NA	NA	NA	-
Hotel	NA	NA	NA	NA	NA	-
Service	NA	NA	NA	NA	NA	-
Andere	0.11	0.11	NA	0.11	0.11	1

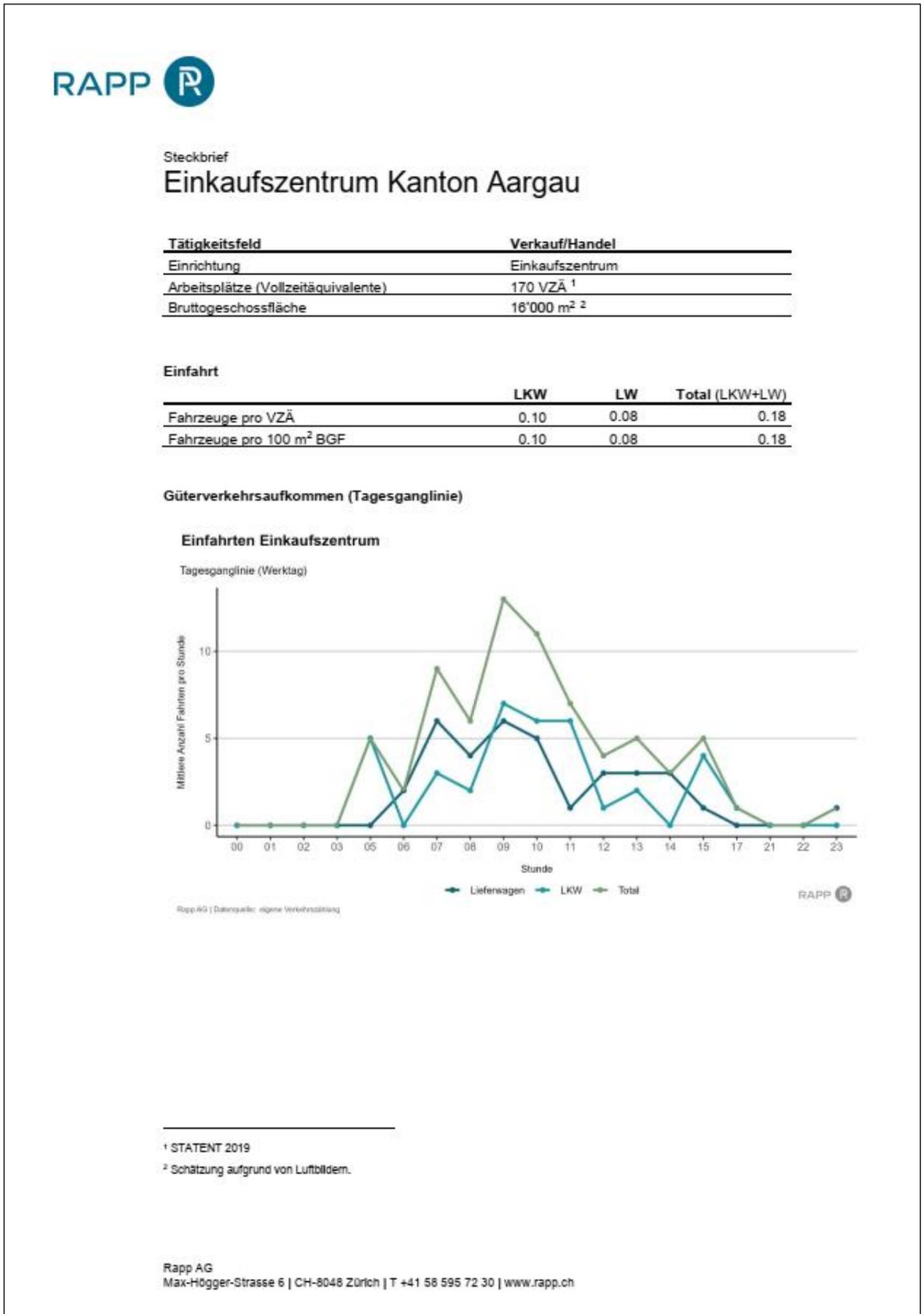
Menge pro 100m2 BGF ohne Anschlussgleis

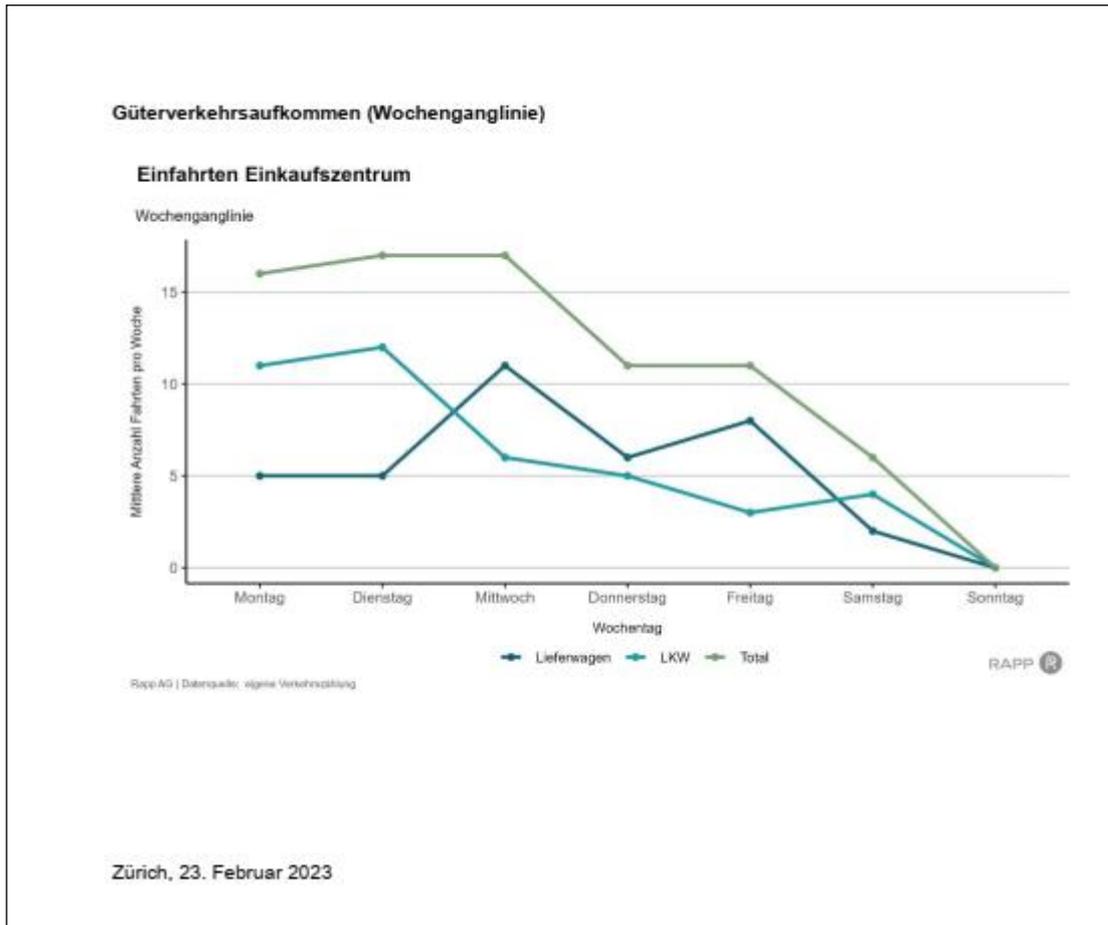
	Median Angezogene Menge [t] pro 100 m2 BGF	Mittelwert Angezogene Menge [t] pro 100 m2 BGF	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	1.01	4.21	9.17	0.28	3.24	40
Lagerung	0.08	0.08	NA	0.08	0.08	1
Spedition	1.71	6.53	12.31	0.69	3.89	20
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteiltz.	0.42	2.14	3.41	0.12	1.79	16
Andere	0.30	1.23	1.64	0.29	1.71	3
Produktion	0.05	0.52	1.92	0.01	0.22	46
Baustoffen	0.38	0.36	0.21	0.22	0.52	4
Gebrauchsgütern	0.01	0.03	0.04	0.00	0.02	11
Nahrungsmittel	0.20	0.94	2.81	0.03	0.40	20
Andere	0.01	0.32	0.90	0.00	0.11	11
Handel	0.24	9.34	29.97	0.10	0.82	20
Nahrungsmittel	0.19	7.54	18.38	0.13	1.53	7
Andere Waren	0.74	0.97	1.12	0.11	1.60	4
Andere	0.29	14.47	42.58	0.08	0.52	9
Dienstleistung	0.01	0.07	0.19	0.00	0.04	58
Büro	0.02	0.15	0.34	0.00	0.05	14
Gastro	0.02	0.08	0.13	0.01	0.05	14
Hotel	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	9
Service	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	9
Andere	0.01	0.05	0.07	0.00	0.07	12

	Median Erzeugte Menge [t] pro 100 m2 BGF	Mittelwert Erzeugte Menge [t] pro 100 m2 BGF	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	1.11	5.53	10.81	0.29	3.86	40
Lagerung	0.03	0.03	NA	0.03	0.03	1
Spedition	1.92	6.19	11.41	0.60	4.05	20
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteiltz.	0.47	3.20	6.29	0.12	1.79	16
Andere	3.91	15.39	23.11	2.09	22.95	3
Produktion	0.08	0.50	1.57	0.01	0.22	46
Baustoffen	0.31	2.67	4.89	0.23	2.75	4
Gebrauchsgütern	0.01	0.02	0.04	0.00	0.02	11
Nahrungsmittel	0.20	0.45	0.73	0.13	0.38	20
Andere	0.01	0.28	0.81	0.00	0.07	11
Handel	0.23	6.78	28.54	0.07	0.56	20
Nahrungsmittel	0.17	0.29	0.32	0.10	0.34	7
Andere Waren	0.36	0.78	1.12	0.04	1.10	4
Andere	0.29	14.49	42.57	0.08	0.52	9
Dienstleistung	0.01	0.07	0.19	0.00	0.04	58
Büro	0.02	0.15	0.34	0.00	0.05	14
Gastro	0.02	0.08	0.13	0.01	0.05	14
Hotel	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	9
Service	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	9
Andere	0.01	0.05	0.07	0.00	0.07	12

	Median Aufkommen Menge [t] pro 100 m2 BGF	Mittelwert Aufkommen Menge [t] pro 100 m2 BGF	Std. Abw.	2. Quartil	3. Quartil	Stichprobe
Logistik	2.22	9.74	18.72	0.56	7.22	40
Lagerung	0.11	0.11	NA	0.11	0.11	1
Spedition	3.63	12.72	23.69	1.29	7.58	20
Umschlag	NA	NA	NA	NA	NA	-
Warenverteiltz.	0.84	5.34	9.21	0.27	3.59	16
Andere	7.03	16.63	22.47	3.79	24.67	3
Produktion	0.08	1.02	2.82	0.01	0.44	46
Baustoffen	0.85	3.03	4.82	0.67	3.21	4
Gebrauchsgütern	0.03	0.05	0.08	0.01	0.04	11
Nahrungsmittel	0.41	1.39	3.46	0.20	0.78	20
Andere	0.02	0.59	1.72	0.01	0.18	11
Handel	0.63	16.12	57.49	0.07	2.12	20
Nahrungsmittel	0.57	7.83	18.25	0.27	2.16	7
Andere Waren	1.10	1.75	2.22	0.15	2.70	4
Andere	0.58	28.95	85.14	0.15	1.04	9
Dienstleistung	0.00	0.14	0.37	0.00	0.04	58
Büro	0.03	0.30	0.68	0.00	0.10	14
Gastro	0.03	0.15	0.27	0.01	0.10	14
Hotel	0.03	0.04	0.03	0.01	0.06	9
Service	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	9
Andere	0.03	0.10	0.14	0.00	0.15	12

I.6 Steckbriefe Standorte für die Verkehrszählung







Steckbrief

Filiale Detailhandel, Kanton Zürich

Tätigkeitsfeld	Verkauf/Handel
Einrichtung	Detailhandel mit Waren verschiedener Art
Arbeitsplätze (Vollzeitäquivalente)	10 VZÄ ¹
Bruttogeschossfläche	1'950 m ² ²

Einfahrt

	LKW	LW	Total (LKW+LW)
Fahrzeuge pro VZÄ	1.28	1.00	2.28
Fahrzeuge pro 100 m ² BGF	0.66	0.51	1.17

Ausfahrt

	LKW	LW	Total (LKW+LW)
Fahrzeuge pro VZÄ	1.00	1.24	2.24
Fahrzeuge pro 100 m ² BGF	0.51	0.64	1.15

Total Einfahrt und Ausfahrt

	LKW	LW	Total (LKW+LW)
Fahrzeuge pro VZÄ	2.28	2.24	4.52
Fahrzeuge pro 100 m ² BGF	1.17	1.15	2.32

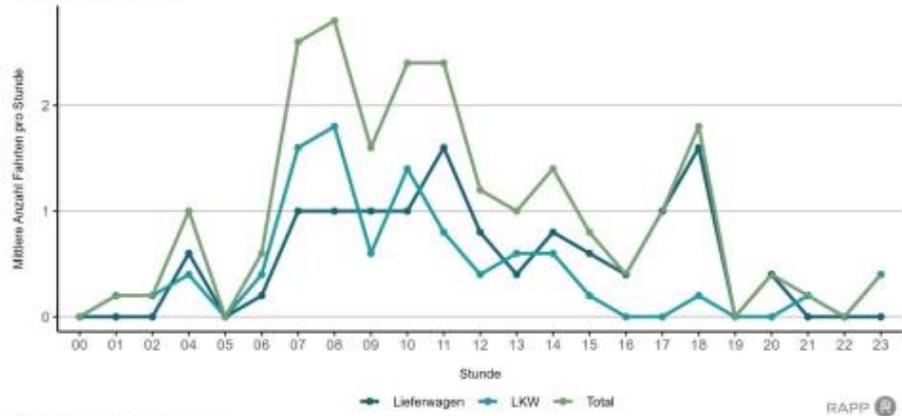
¹ Schätzung Rapp AG

² Schätzung Rapp AG

Güterverkehrsaufkommen (Tagesganglinie)

Einfahrten Filiale Detailhandel

Tagesganglinie (Werktag)

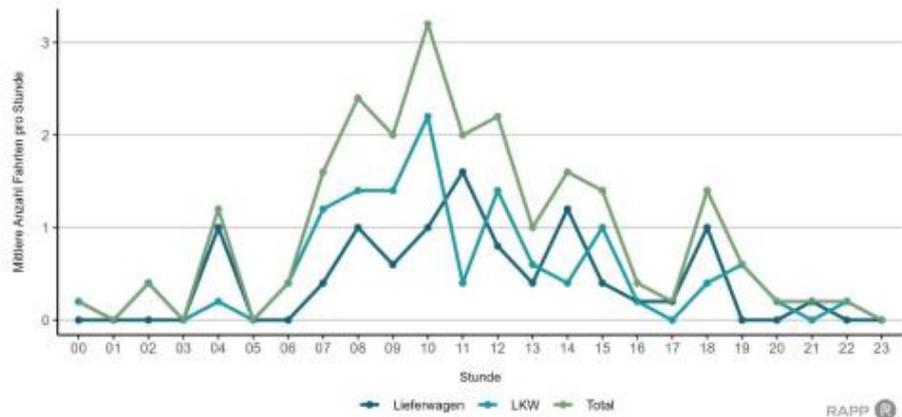


Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung



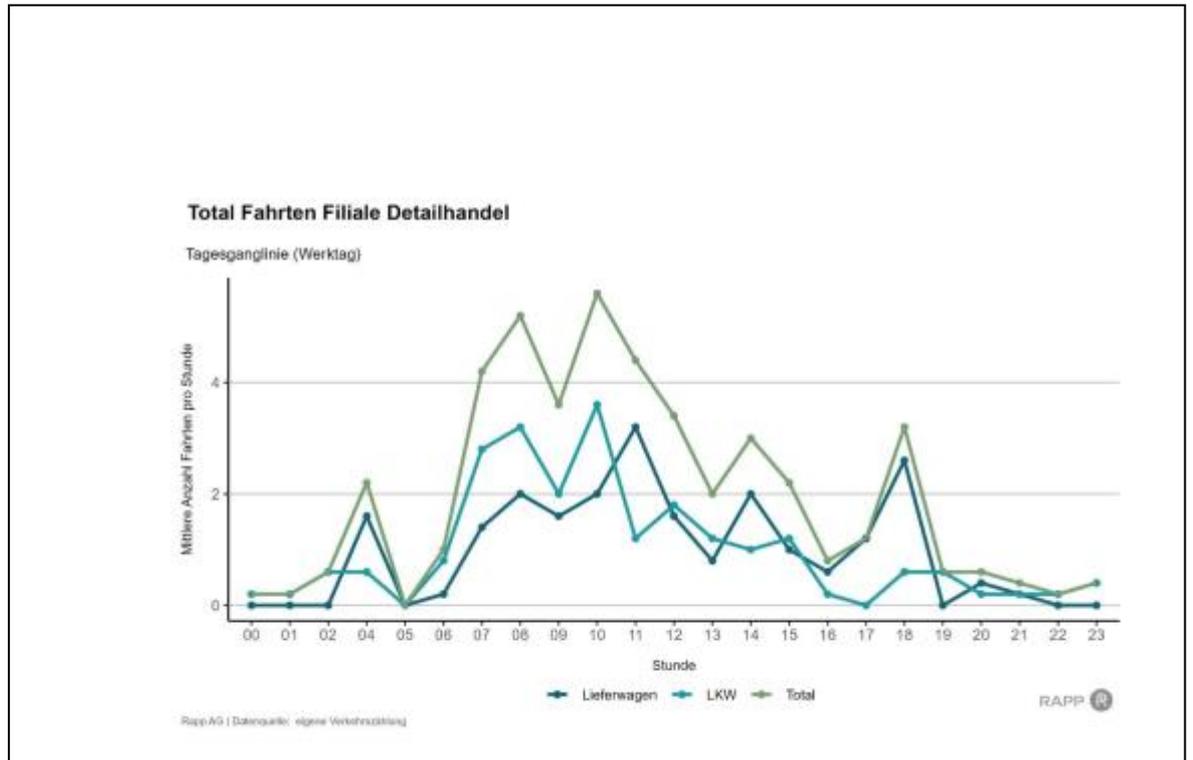
Ausfahrten Filiale Detailhandel

Tagesganglinie (Werktag)



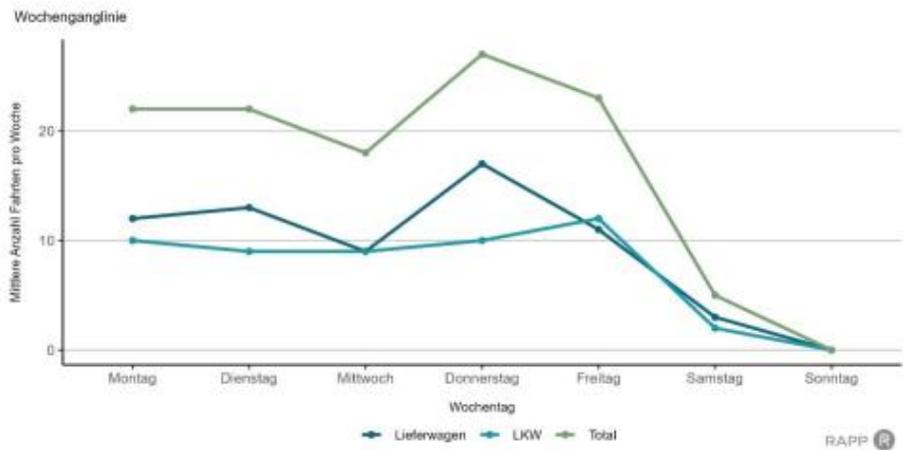
Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung



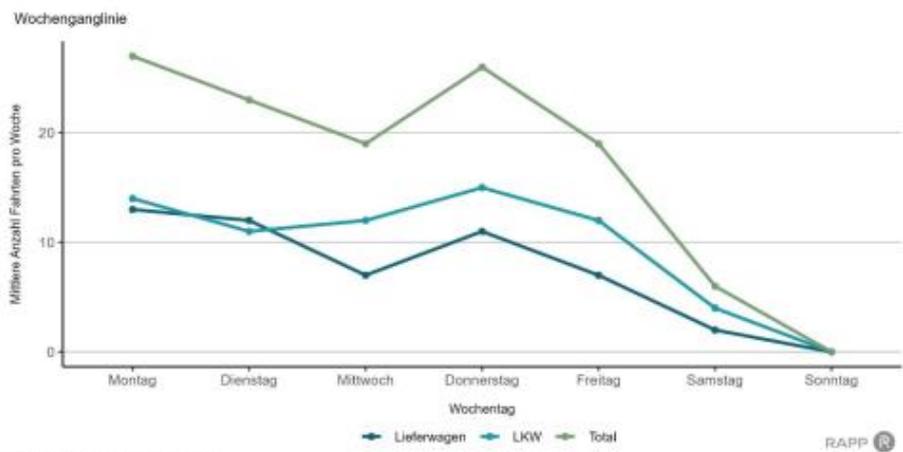


Güterverkehrsaufkommen (Wochenganglinie)

Einfahrten Filiale Detailhandel

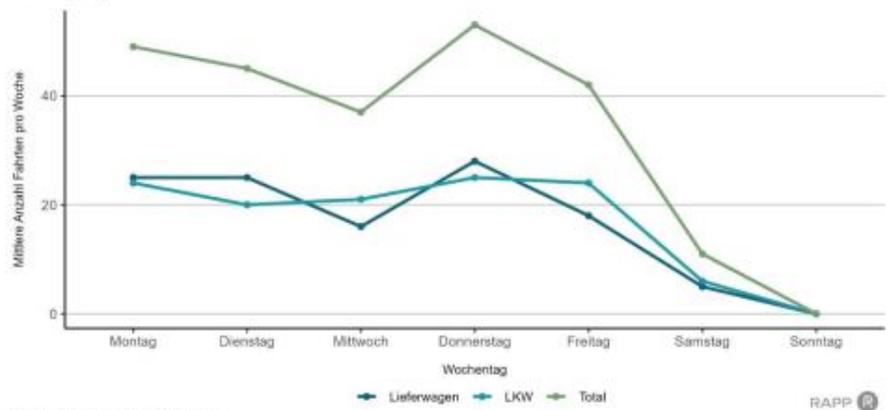


Ausfahrten Filiale Detailhandel



Total Fahrten Filiale Detailhandel

Wochenganglinie



Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung

RAPP

Zürich, 23. Februar 2023



Steckbrief

Hotel, Kanton Bern

Tätigkeitsfeld	Dienstleistungen
Einrichtung	Hotel
Arbeitsplätze (Vollzeitäquivalente)	50 VZÄ, davon 9 Admin
Bruttogeschossfläche	16'500 m ²

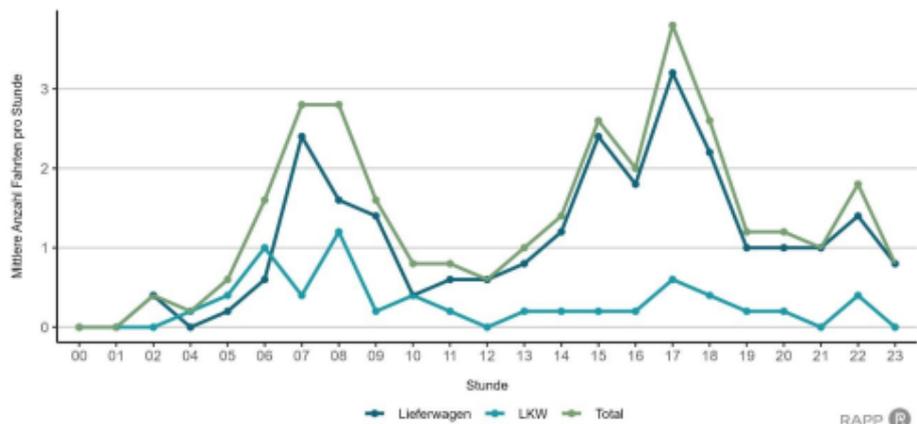
Einfahrt

	LKW	LW	Total (LKW+LW)
Fahrzeuge pro VZÄ	0.13	0.50	0.63
Fahrzeuge pro 100 m ² BGF	0.04	0.15	0.19

Güterverkehrsaufkommen (Tagesganglinie)

Einfahrten Hotel

Tagesganglinie (Werktag)



Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung

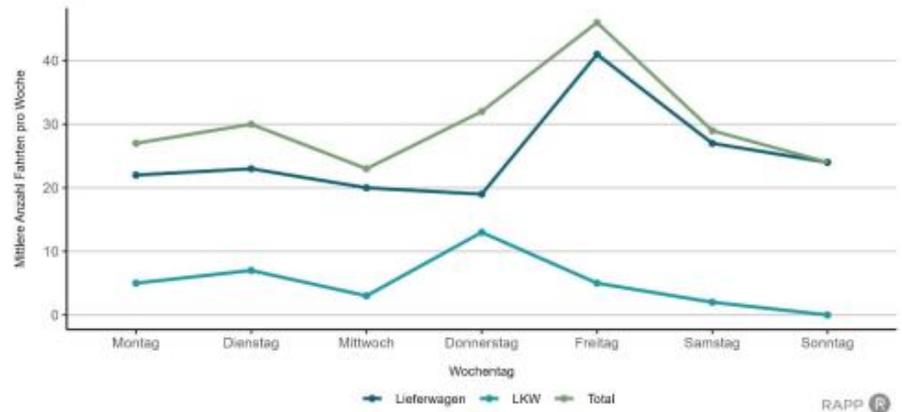


Rapp AG
 Max-Högger-Strasse 6 | CH-8048 Zürich | T +41 58 595 72 30 | www.rapp.ch

Güterverkehrsaufkommen (Wochenganglinie)

Einfahrten Hotel

Wochenganglinie



Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung

RAPP

Zürich, 23. Februar 2023



Steckbrief

Kieswerk, Kanton Graubünden

Tätigkeitsfeld	Produktion
Einrichtung	Herstellung von Baustoffen (Zement, Beton, etc.)
Arbeitsplätze (Vollzeitäquivalente)	10 VZÄ ¹
Bruttogeschossfläche	446 m ² ²

Einfahrt

	LKW
Fahrzeuge pro VZÄ	3.80
Fahrzeuge pro 100 m ² BGF	8.52

Ausfahrt

	LKW
Fahrzeuge pro VZÄ	3.28
Fahrzeuge pro 100 m ² BGF	7.35

Total Einfahrt und Ausfahrt

	LKW
Fahrzeuge pro VZÄ	7.08
Fahrzeuge pro 100 m ² BGF	15.87

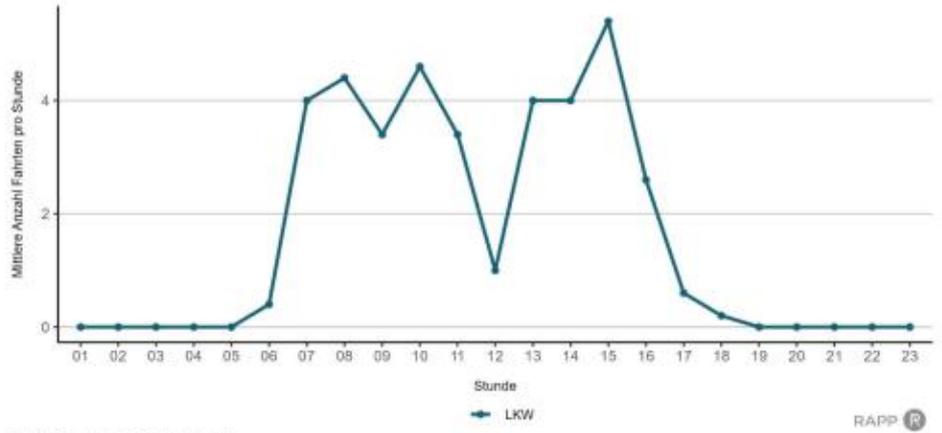
¹ Schätzung Rapp AG

² Schätzung Rapp AG

Güterverkehrsaufkommen (Tagesganglinie)

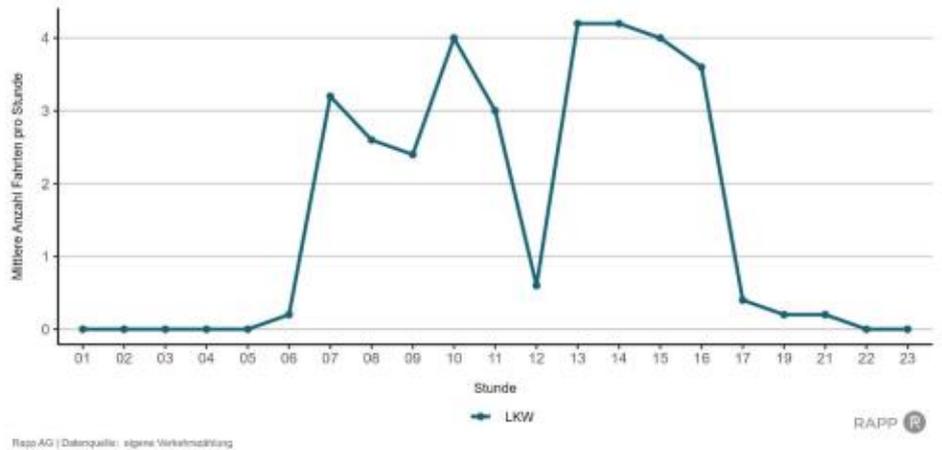
Einfahrten Kieswerk

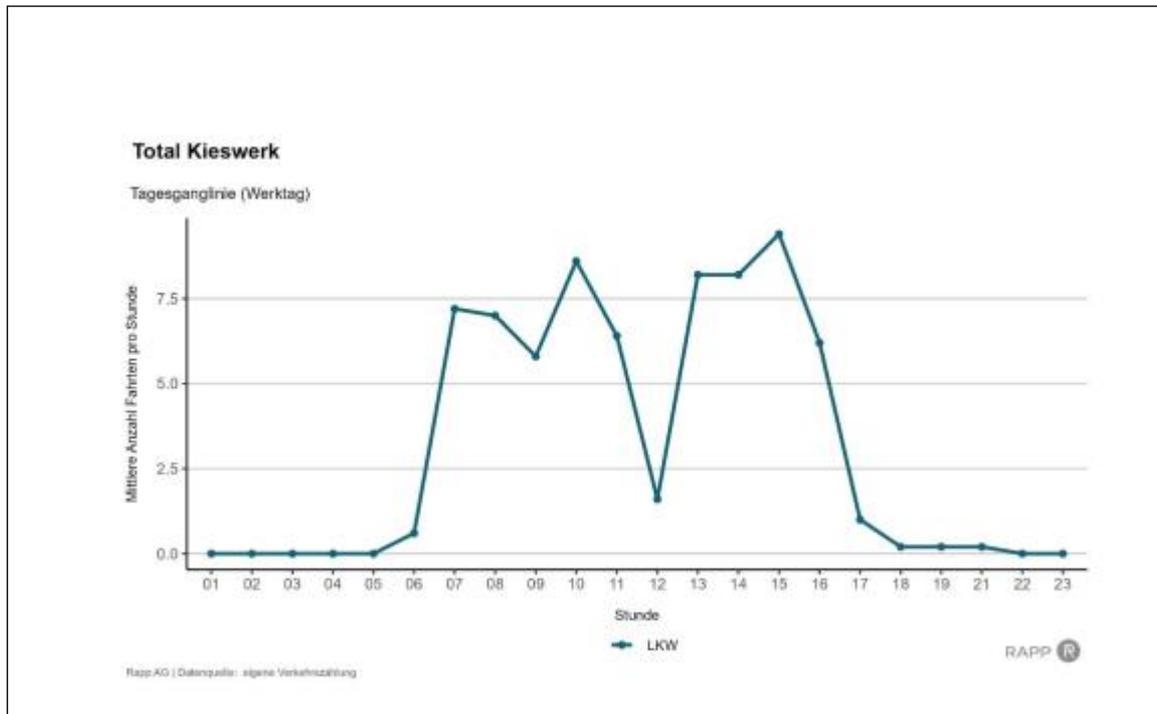
Tagesganglinie (Werktag)



Ausfahrten Kieswerk

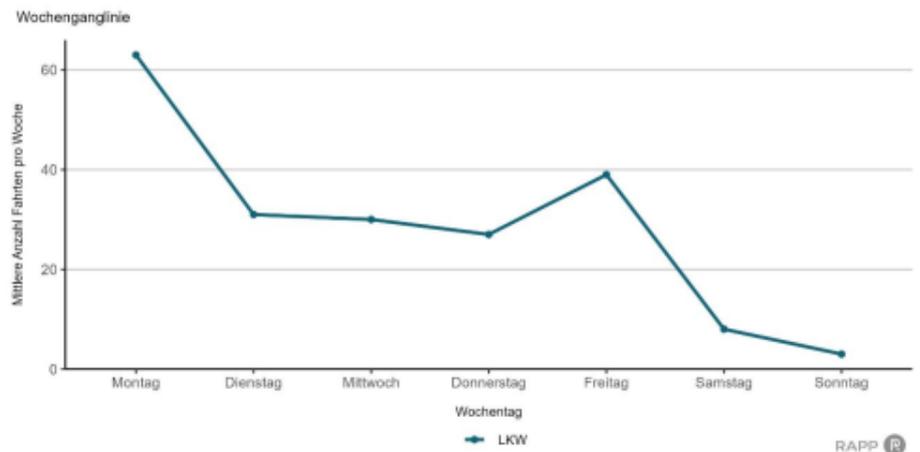
Tagesganglinie (Werktag)





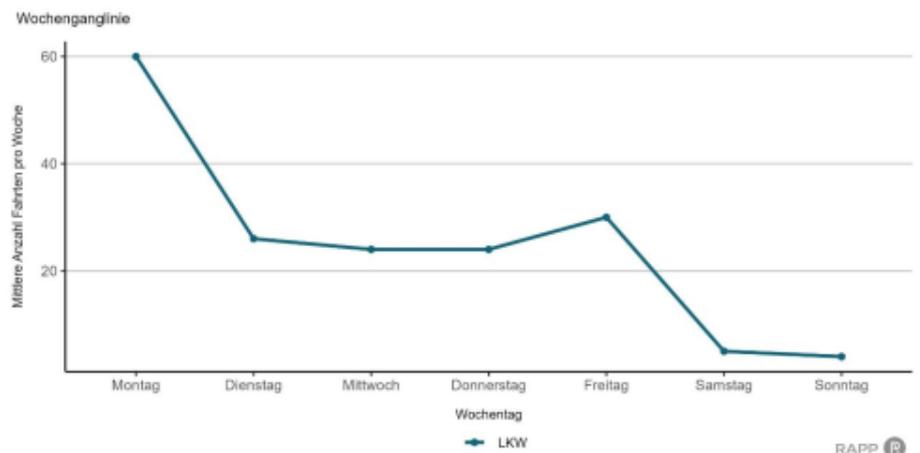
Güterverkehrsaufkommen (Wochenganglinie)

Einfahrten Kieswerk

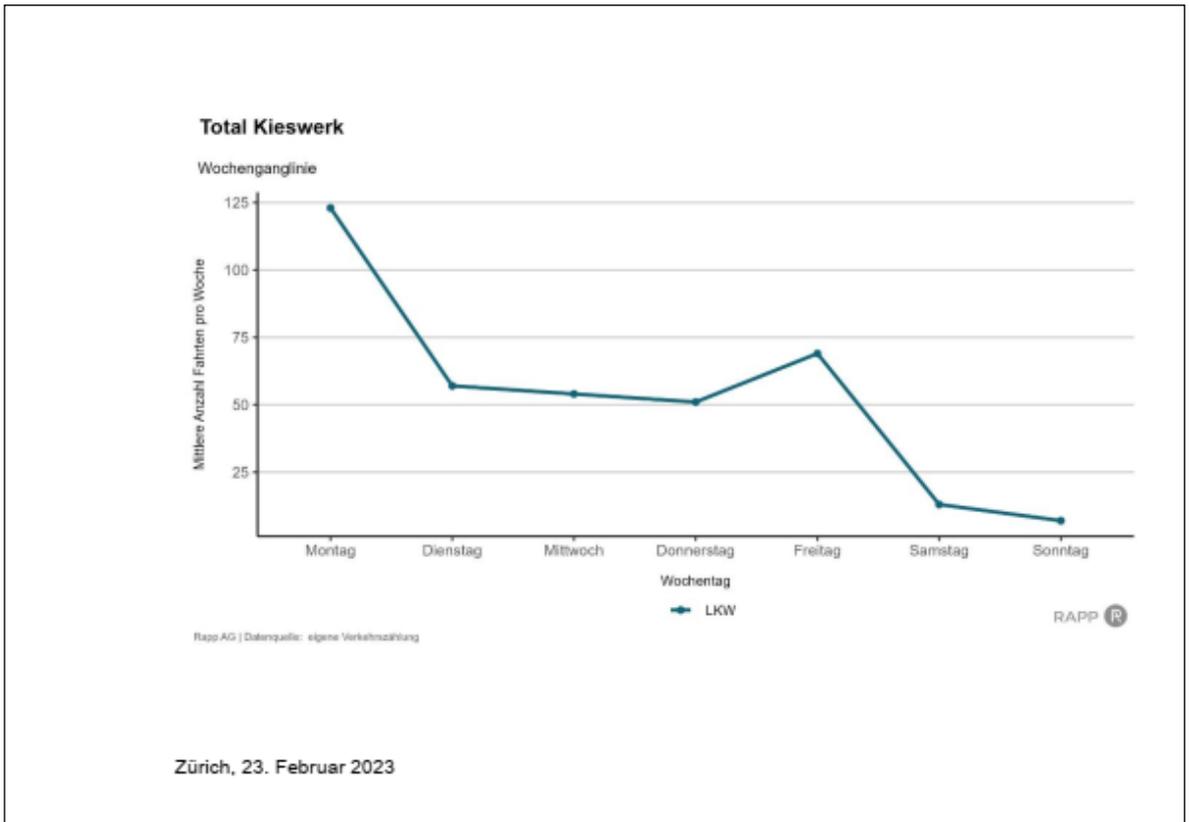


Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung

Ausfahrten Kieswerk



Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung





Steckbrief

Nahrungsmittelproduktionsstandort, Kanton Tessin

Tätigkeitsfeld	Produktion
Einrichtung	Lebensmittelproduktion
Arbeitsplätze (Vollzeitäquivalente)	65 VZÄ, davon 20 Admin
Bruttogeschossfläche	14'000 m ²

Einfahrt

	LKW	LW	Total (LKW+LW)
Fahrzeuge pro VZÄ	0.13	0.18	0.30
Fahrzeuge pro 100 m ² BGF	0.06	0.08	0.14

Ausfahrt

	LKW	LW	Total (LKW+LW)
Fahrzeuge pro VZÄ	0.10	0.25	0.35
Fahrzeuge pro 100 m ² BGF	0.05	0.11	0.16

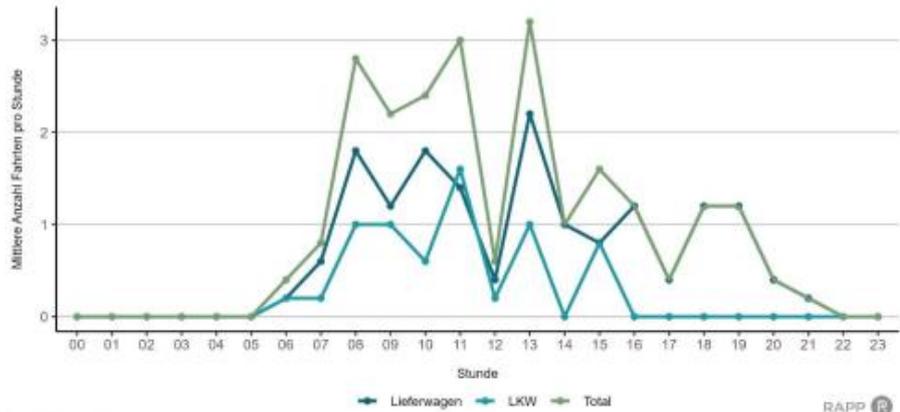
Total Einfahrt und Ausfahrt

	LKW	LW	Total (LKW+LW)
Fahrzeuge pro VZÄ	0.23	0.42	0.65
Fahrzeuge pro 100 m ² BGF	0.11	0.20	0.30

Güterverkehrsaufkommen (Tagesganglinie)

Einfahrten Nahrungsmittel Produktionsstandort

Tagesganglinie (Werktag)

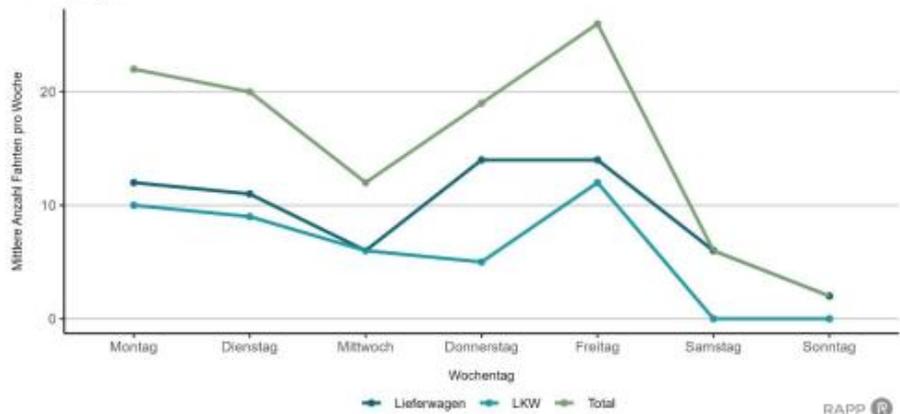


Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung



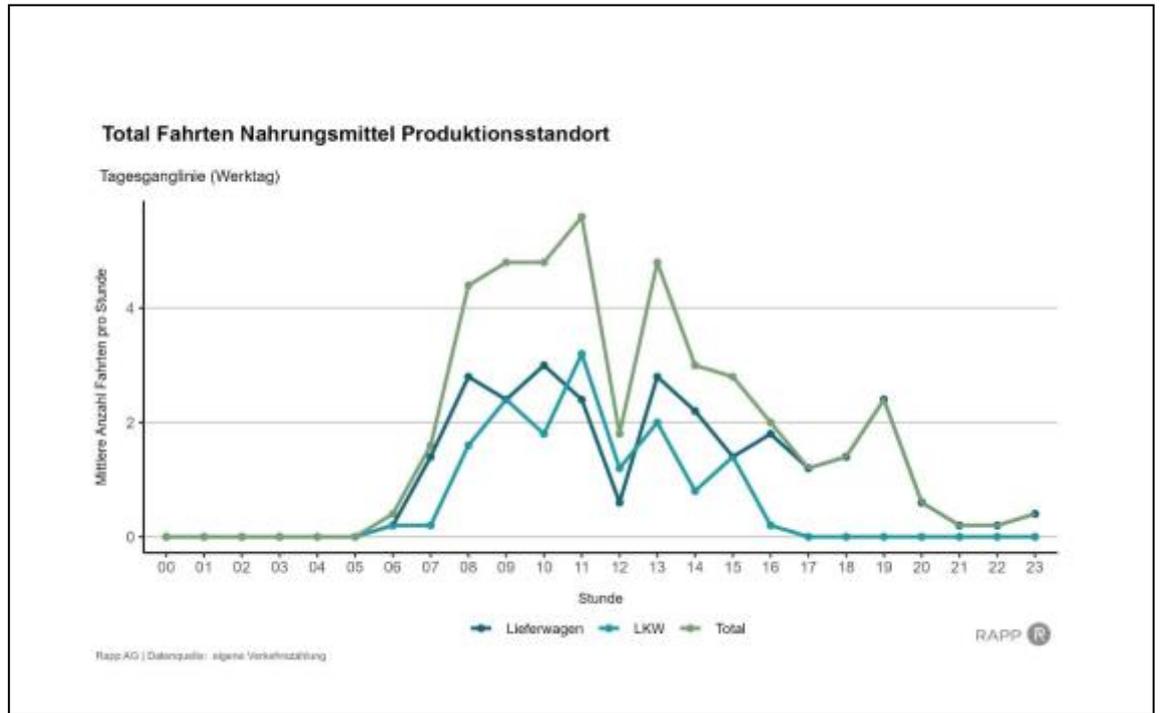
Ausfahrten Nahrungsmittel Produktionsstandort

Wochenganglinie



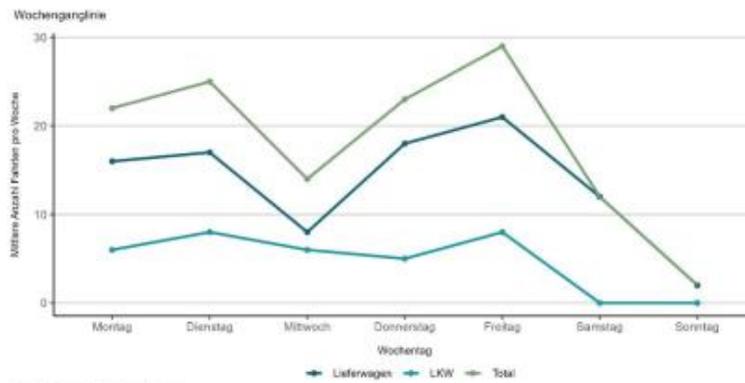
Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung



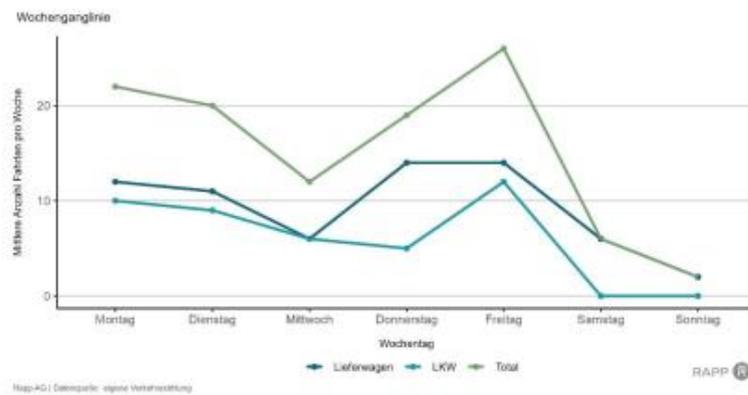


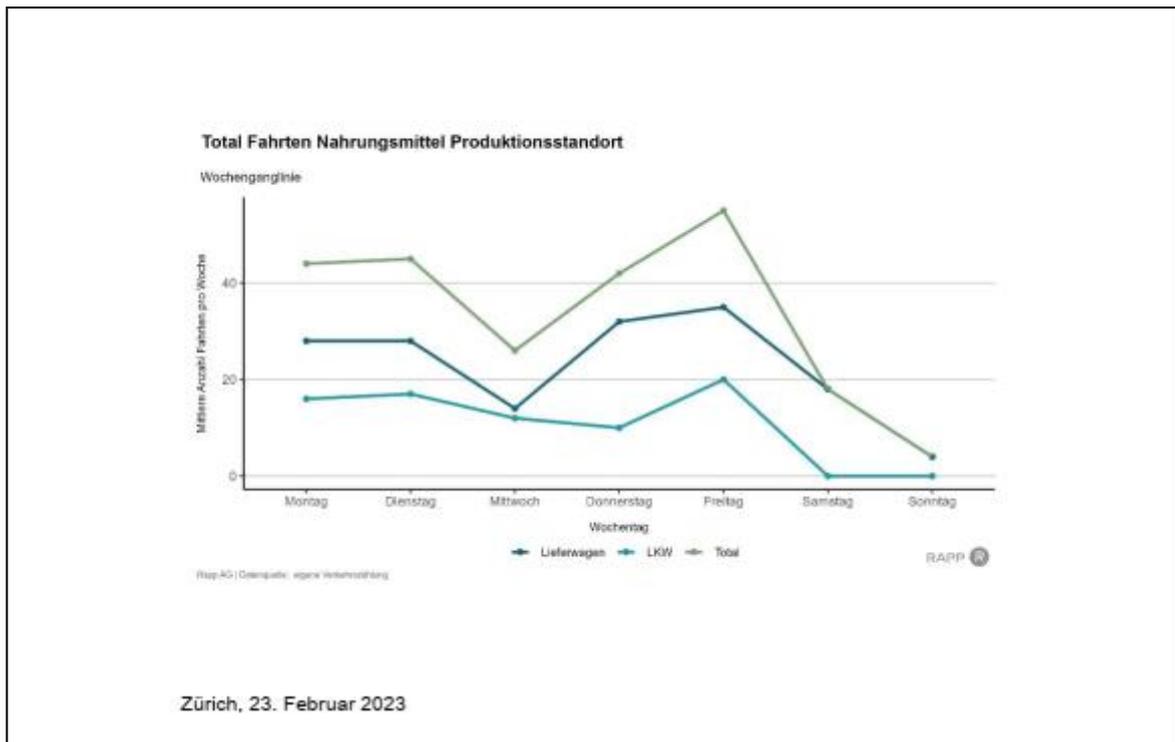
Güterverkehrsaufkommen (Wochenganglinie)

Einfahrten Nahrungsmittel Produktionsstandort



Ausfahrten Nahrungsmittel Produktionsstandort







Steckbrief

Speditionshof, Kanton Aargau

Tätigkeitsfeld	Distribution/Logistik
Einrichtung	Spedition
Arbeitsplätze (Vollzeitäquivalente)	170 VZÄ, davon 130 Admin
Bruttogeschossfläche	7'427 m ²

Einfahrt

	LKW	LW	Total (LKW+LW)
Fahrzeuge pro VZÄ	2.97	0.81	3.78
Fahrzeuge pro 100 m ² BGF	2.60	0.71	3.31

Ausfahrt

	LKW	LW	Total (LKW+LW)
Fahrzeuge pro VZÄ	1.23	0.39	1.61
Fahrzeuge pro 100 m ² BGF	2.81	0.88	3.69

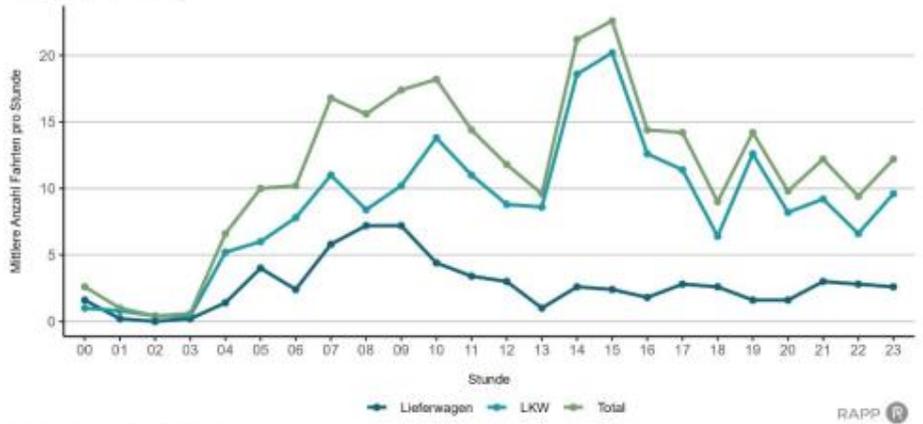
Total Einfahrt und Ausfahrt

	LKW	LW	Total (LKW+LW)
Fahrzeuge pro VZÄ	2.36	0.70	3.06
Fahrzeuge pro 100 m ² BGF	5.41	1.59	7.01

Güterverkehrsaufkommen (Tagesganglinie)

Einfahrten Speditionshof

Tagesganglinie (Werktag)

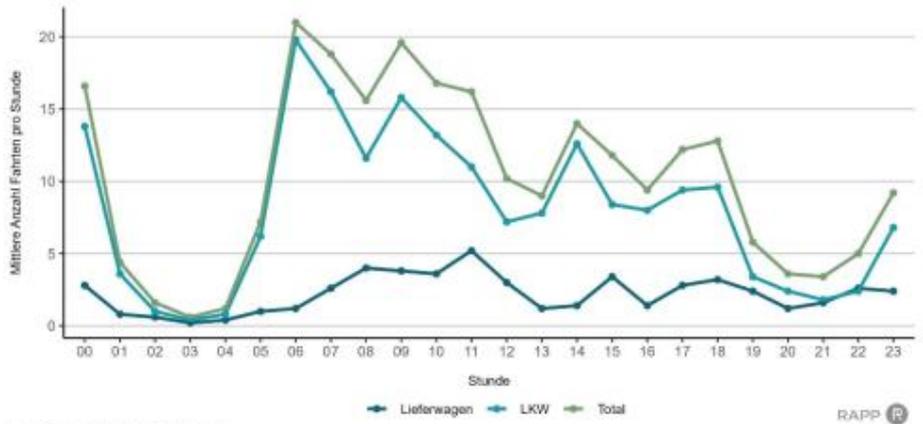


Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung



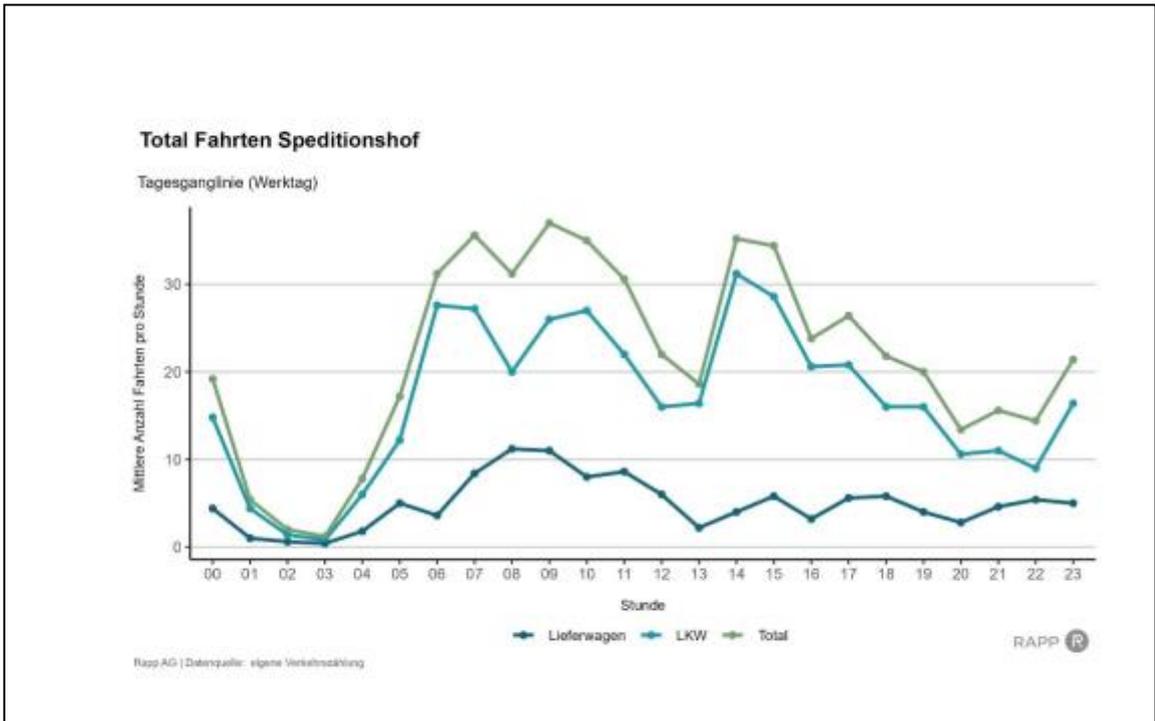
Ausfahrten Speditionshof

Tagesganglinie (Werktag)



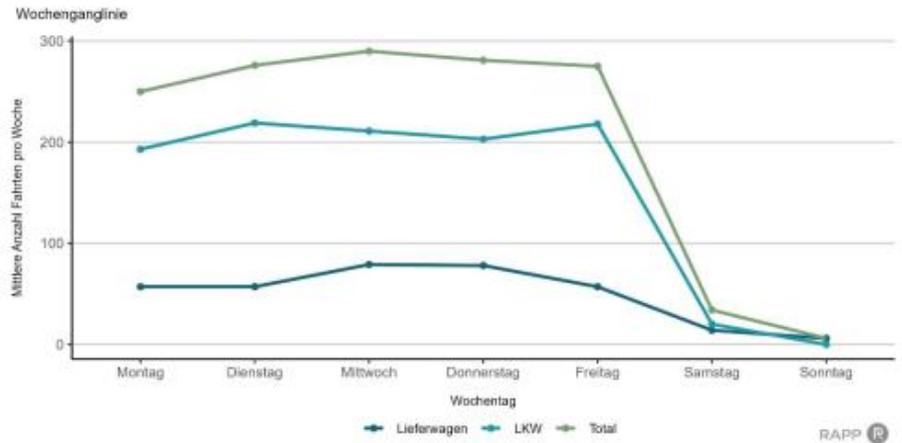
Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung





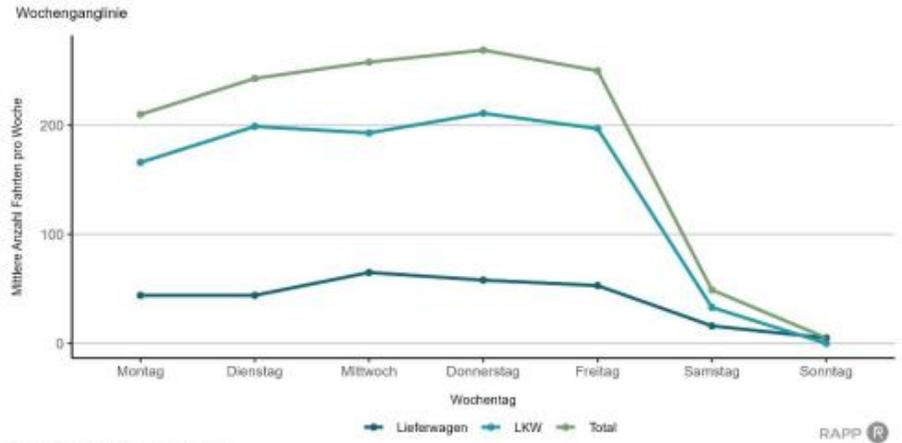
Güterverkehrsaufkommen (Wochenganglinie)

Einfahrten Speditionshof

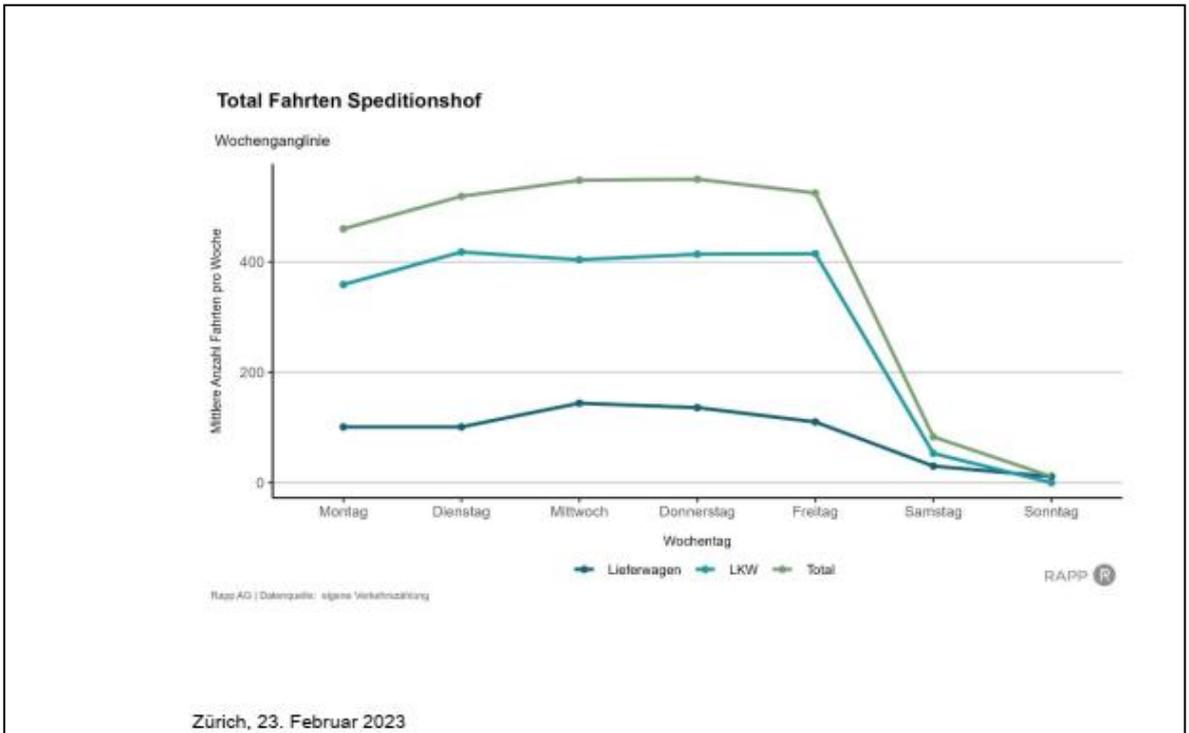


Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung

Ausfahrten Speditionshof



Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung





Steckbrief

Umschlagsanlage, Kanton Zürich

Tätigkeitsfeld	Distribution/Logistik
Einrichtung	Umschlaganlage (Hafen, Terminal, Freiverlade)
Arbeitsplätze (Vollzeitäquivalente)	130 VZÄ, davon 12 Admin
Bruttogeschossfläche	22'000 m ²

Einfahrt

	LKW	LW	Total (LKW+LW)
Fahrzeuge pro VZÄ	1.40	1.05	2.44
Fahrzeuge pro 100 m ² BGF	0.83	0.62	1.44

Ausfahrt

	LKW	LW	Total (LKW+LW)
Fahrzeuge pro VZÄ	1.47	1.06	2.53
Fahrzeuge pro 100 m ² BGF	0.87	0.63	1.50

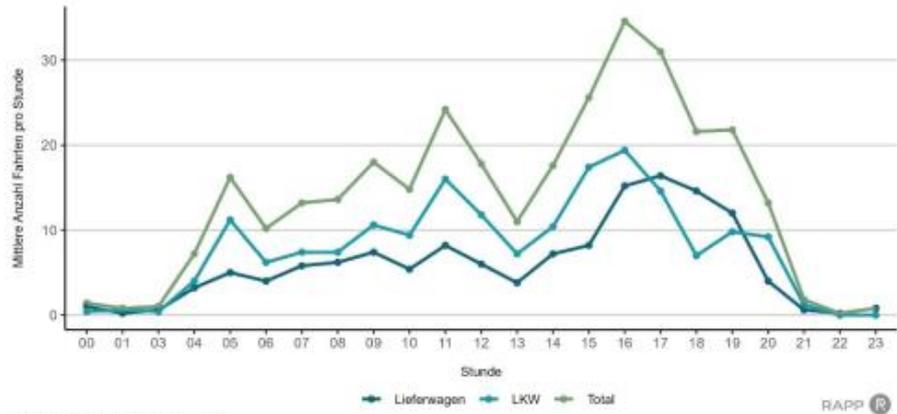
Total Einfahrt und Ausfahrt

	LKW	LW	Total (LKW+LW)
Fahrzeuge pro VZÄ	2.86	2.11	4.97
Fahrzeuge pro 100 m ² BGF	1.69	1.25	2.94

Güterverkehrsaufkommen (Tagesganglinie)

Einfahrten Logistiker Zürich

Tagesganglinie (Werktag)

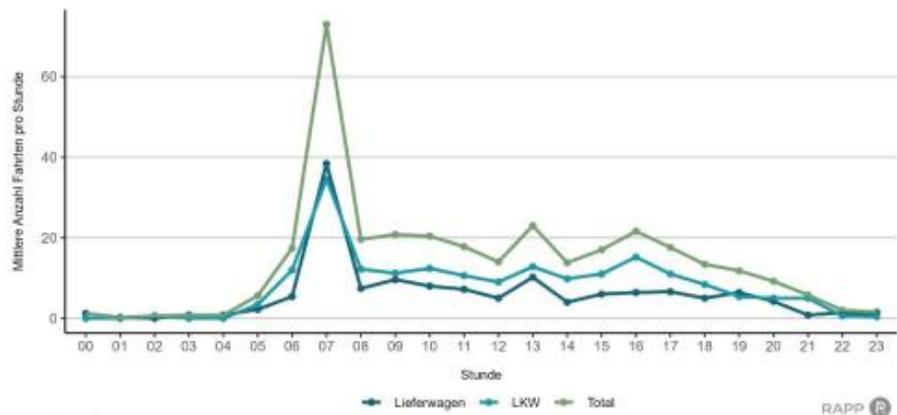


Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung

RAPP

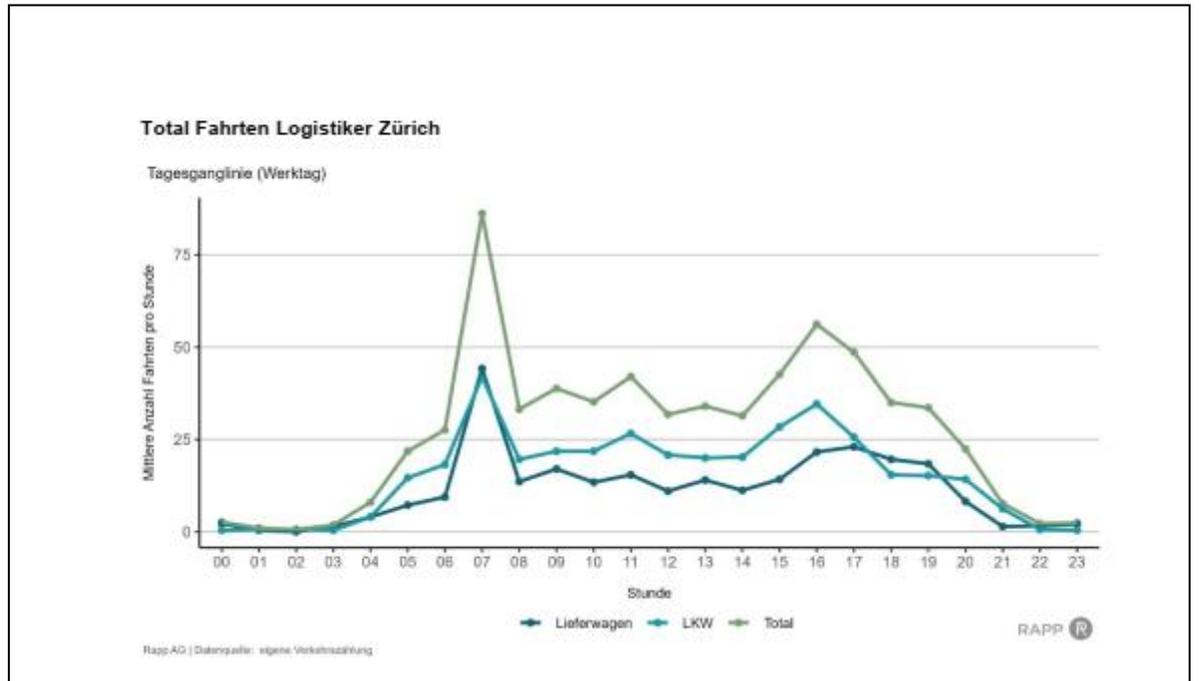
Ausfahrten Logistiker Zürich

Tagesganglinie (Werktag)



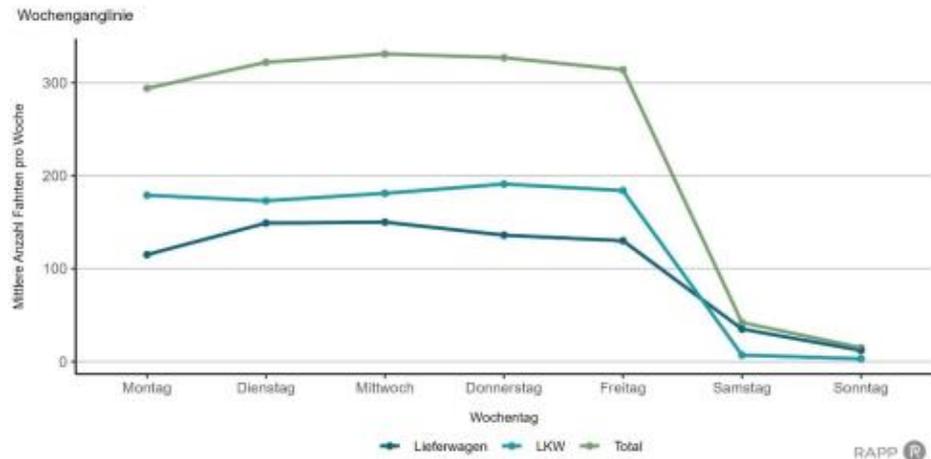
Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung

RAPP



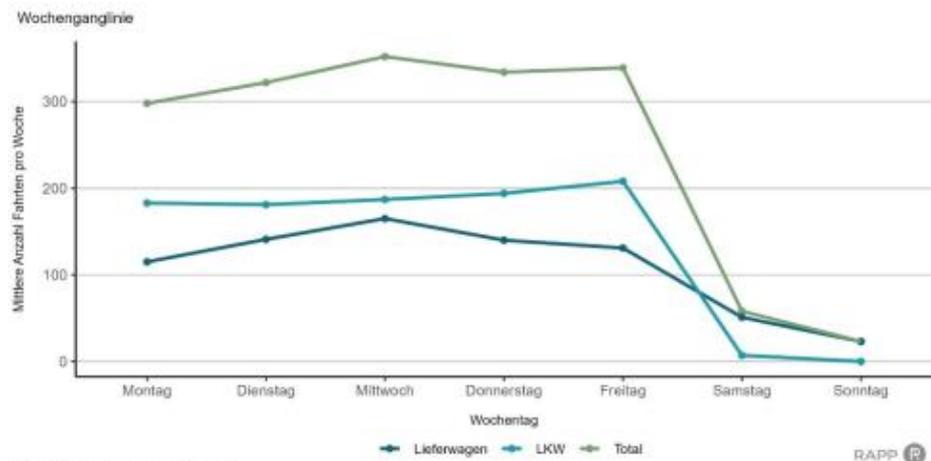
Güterverkehrsaufkommen (Wochenganglinie)

Einfahrten Logistiker Zürich

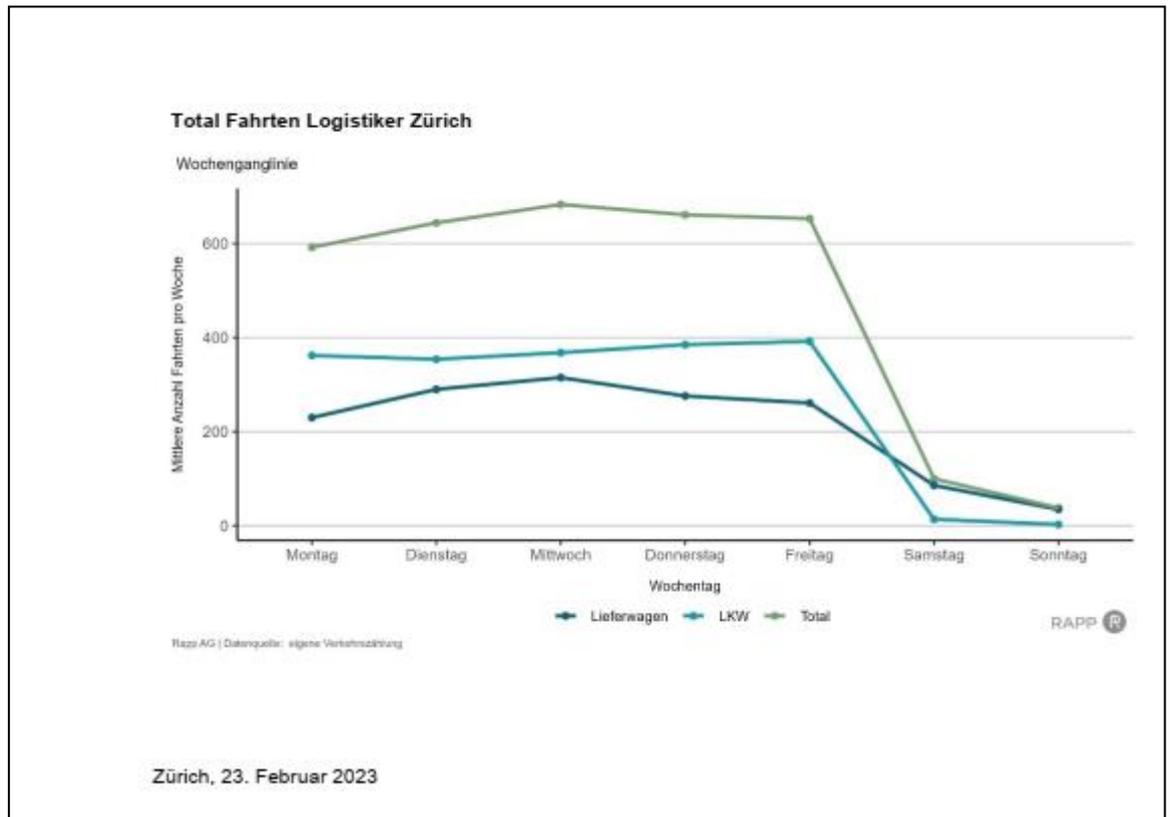


Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung

Ausfahrten Logistiker Zürich



Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung





Steckbrief

Warenverteilzentrum, Kanton Freiburg

Tätigkeitsfeld	Distribution/Logistik
Einrichtung	Nationales Warenverteil-/Distributionszentrum
Arbeitsplätze (Vollzeitäquivalente)	200 VZÄ, davon 80 Admin
Bruttogeschossfläche	38'992 m ²

Einfahrt

	LKW	LW	Total (LKW+LW)
Fahrzeuge pro VZÄ	0.87	0.08	0.94
Fahrzeuge pro 100 m ² BGF	0.09	0.04	0.13

Ausfahrt

	LKW	LW	Total (LKW+LW)
Fahrzeuge pro VZÄ	0.90	0.08	0.98
Fahrzeuge pro 100 m ² BGF	0.48	0.04	0.53

Total Einfahrt und Ausfahrt

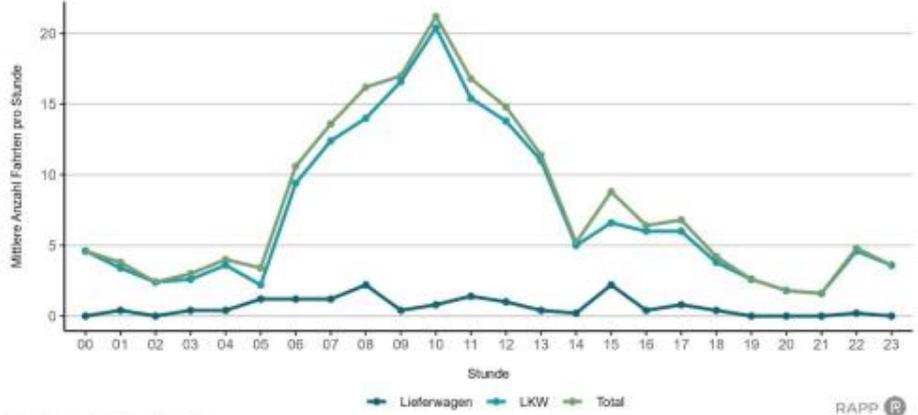
	LKW	LW	Total (LKW+LW)
Fahrzeuge pro VZÄ	1.76	0.16	1.92
Fahrzeuge pro 100 m ² BGF	0.95	0.08	1.04

Rapp AG
 Max-Högger-Strasse 6 | CH-8048 Zürich | T +41 58 595 72 30 | www.rapp.ch

Güterverkehrsaufkommen (Tagesganglinie)

Einfahrten nationales Warenverteilzentrum

Tagesganglinie (Werktag)

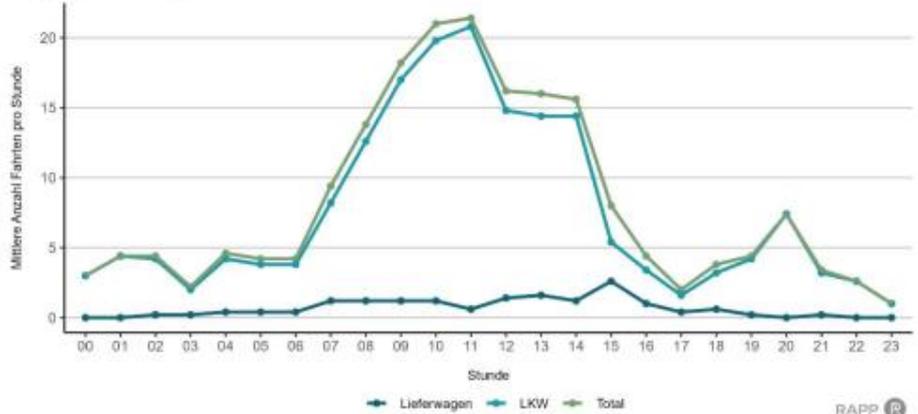


Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung



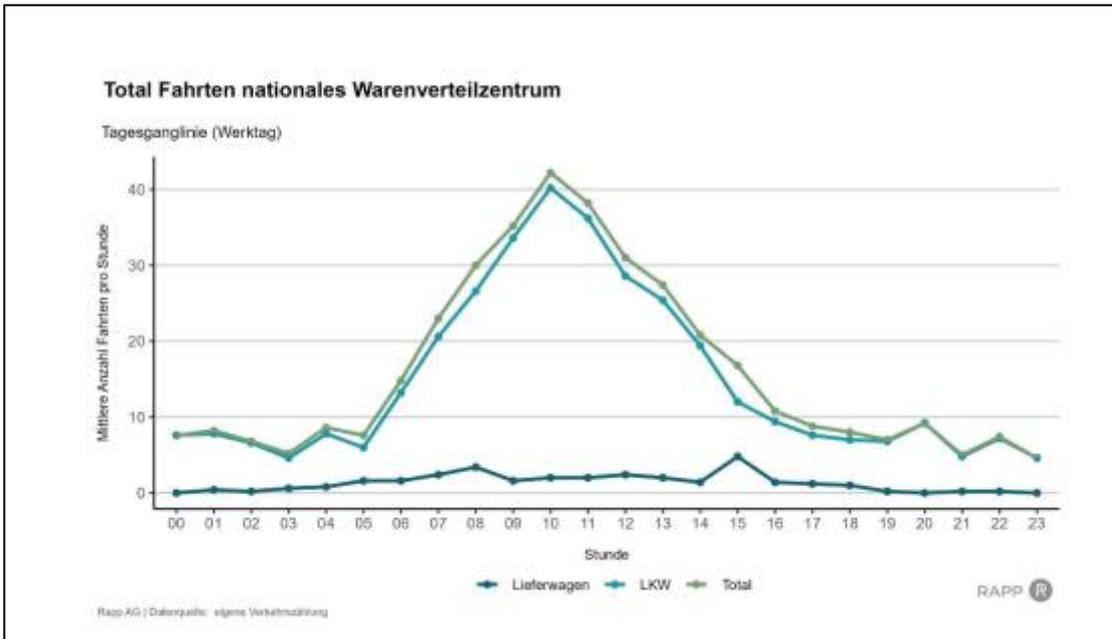
Ausfahrten nationales Warenverteilzentrum

Tagesganglinie (Werktag)



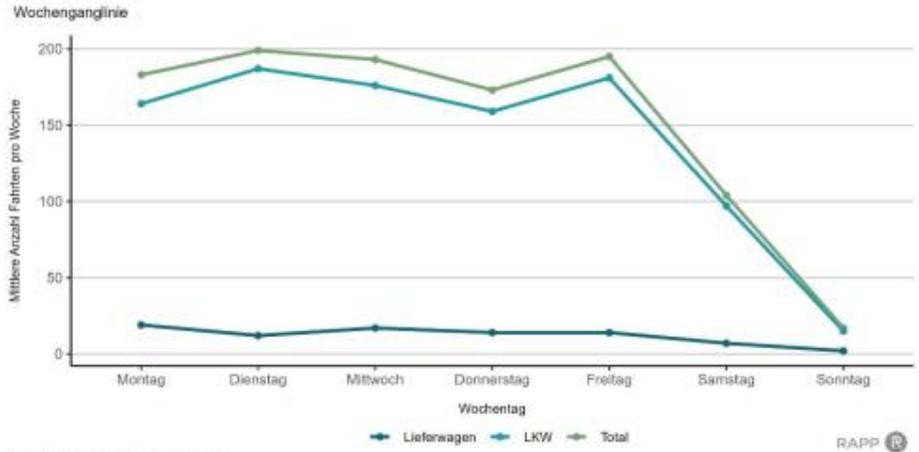
Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung





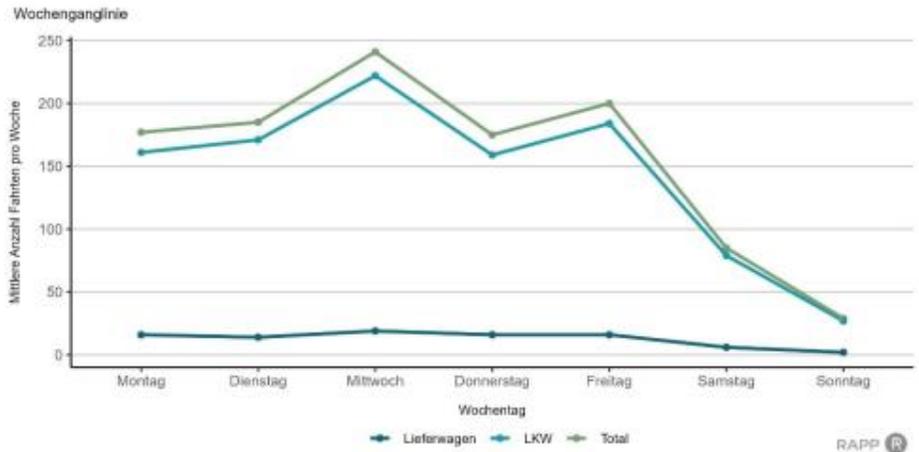
Güterverkehrsaufkommen (Wochenganglinie)

Einfahrten nationales Warenverteilzentrum

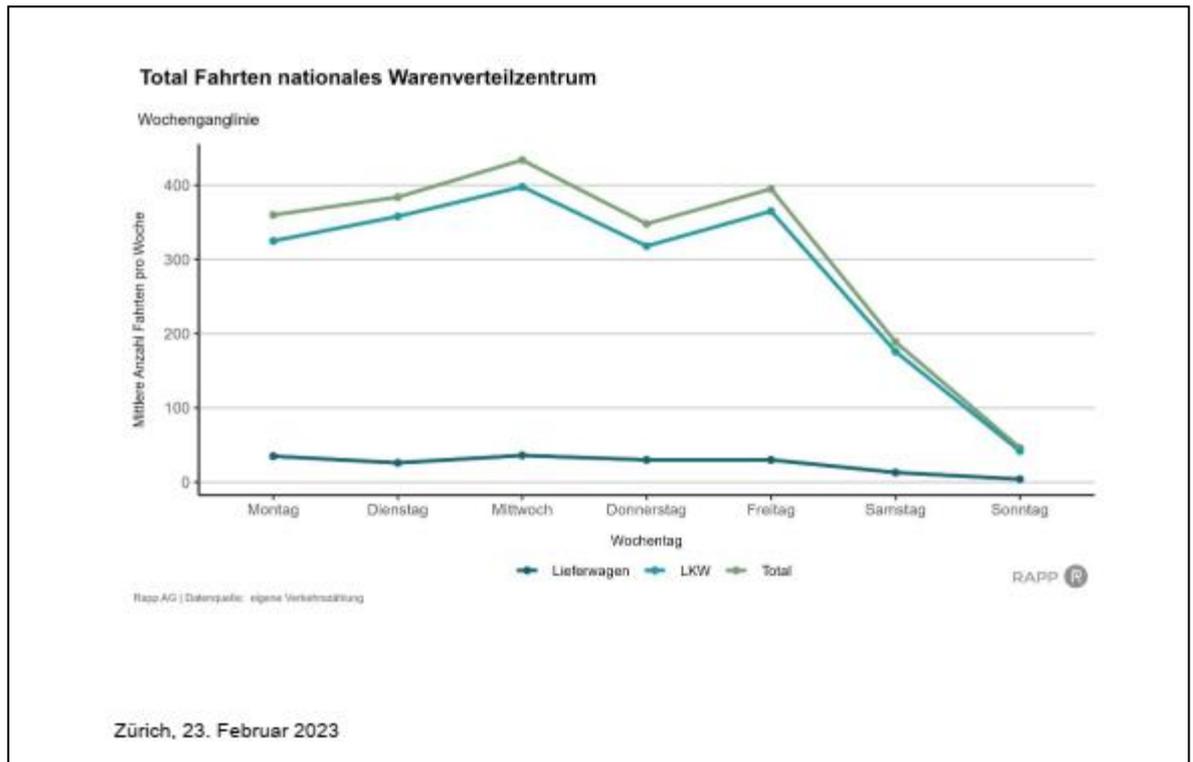


Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung

Ausfahrten nationales Warenverteilzentrum



Rapp AG | Datenquelle: eigene Verkehrszählung



Abkürzungsverzeichnis

Begriff	Bedeutung
ANOVA	Analysis of Variance (ANOVA)
BFS	Bundesamf für Statistik
BGF	Bruttogeschossfläche (BGF)
BUR	Betriebs- und Unternehmensregister
GTS	Gütertransportstatistik (GTS)
GTE	Gütertransporterhebung (GTE)
FTA	Freight Trips Attraction (FTA)
FTP	Freight Trips Production (FTP)
FTG	Freight Trips Generation (FTG)
FA	Freight Attraction (FA)
FP	Freight Production (FP)
FG	Freight Generation (FG)
STG	Service Trip Generation (STG)
STP	Service Trip Production (STP)
STA	Service Trip Attraction (STA)
FTA	Freight Trips Attraction (FTA)
FTP	Freight Trips Production (FTP)
FTG	Freight Trips Generation (FTG)
FA	Freight Attraction (FA)
LKW	Lastwagen (Lastkraftwagen)
LW	Lieferwagen
MCA	Multiple Classification Analysis (MCA)
MS-Regionen	Regionen mobilité spatiale
NST	Einheitliches Güterverzeichnis für die Verkehrsstatistik
OLS	Ordinary least squares (OLS)
VZÄ	Vollzeitäquivalente
GQGV	Grenzquerender Güterverkehr auf der Strasse (GQGV)

Literaturverzeichnis

- [1] Bundesamt für Strassen (ASTRA), «Verfahren und Kennwerte zur Abschätzung von Verkehrswirkungen», SVI 2014/005, Juli 2018.
- [2] Z. Oblozinska und K. W. Axhausen, «Standardisierte Erfassung des Gesamtverkehrsaufkommens von einzelnen Verkehrserzeugern», ETH Zurich, 2004. doi: 10.3929/ETHZ-A-005025482.
- [3] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS, «Verkehrserhebungen». VSS 40 015A, 2019.
- [4] «Nationales Güterverkehrsmodell des UVEK, Basismodell 2005: Modellbeschreibung und Validierung», Dez. 2011.
- [5] C. Hidber und E. F. Meier, «Eichung und Validation eines Umlegungsmodells für den Strassengüterverkehr: Bericht II der Studie Marcus Aurelius», ETH Zurich, 1986. doi: 10.3929/ETHZ-B-000048027.
- [6] Bundesamt für Strassen (ASTRA), «Gesetzmässigkeiten des Anlieferverkehrs», SVI 1999/328, 2008.
- [7] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS, «Planung und Projektierung von Umschlaganlagen für den Strassengüterverkehr: Grundlagen und externe Erschliessung». VSS 71 104, 2021.
- [8] J. Holguín-Veras und M. Jaller, «Comprehensive freight demand data collection framework for large urban areas», in *Sustainable Urban Logistics: Concepts, Methods and Information Systems*, J. Gonzalez-Feliu, F. Semet, und J.-L. Routhier, Hrsg. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2014, S. 91–112. doi: 10.1007/978-3-642-31788-0_6.
- [9] J. Holguín-Veras u. a., *Freight trip generation and land use*. Washington, D.C.: Transportation Research Board, 2012, S. 22659. doi: 10.17226/22659.
- [10] W. Stölzle, T. Klaas-Wissing, J. C. Bendul, J. Wichser, und B. Bopp, «Güterverkehrsintensive Branchen und Güterverkehrsströme in der Schweiz», SVI 2009/003, 2013. [Online]. Verfügbar unter: <https://publications.rwth-aachen.de/record/723789>
- [11] J. Holguín-Veras u. a., *Using commodity flow survey microdata and other establishment data to estimate the generation of freight, freight trips, and service trips: guidebook*. Washington, D.C.: Transportation Research Board, 2016, S. 24602. doi: 10.17226/24602.
- [12] «Verkehrsmodellierung im UVEK: Evaluierung der nationalen Güterverkehrsmodellierung», S. 144.
- [13] I. Sánchez-Díaz, «Modeling urban freight generation: A study of commercial establishments' freight needs», *Transp. Res. Part Policy Pract.*, Bd. 102, S. 3–17, Aug. 2017, doi: 10.1016/j.tra.2016.06.035.
- [14] E. Caspersen, «An Explorative Approach to Freight Trip Attraction in an Industrial Urban Area», in *City Logistics 3*, E. Taniguchi und E. Thompson, Hrsg. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2018, S. 249–268. doi: 10.1002/9781119425472.ch14.
- [15] J. Holguín-Veras, M. Jaller, I. Sánchez-Díaz, S. Campbell, und C. T. Lawson, «Freight generation and freight trip generation models», in *Modelling Freight Transport*, Elsevier, 2014, S. 43–63. doi: 10.1016/B978-0-12-410400-6.00003-3.
- [16] J. Holguín-Veras, M. Jaller, L. Destro, X. (Jeff) Ban, C. Lawson, und H. S. Levinson, «Freight Generation, Freight Trip Generation, and Perils of Using Constant Trip Rates», *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board*, Bd. 2224, Nr. 1, S. 68–81, Jan. 2011, doi: 10.3141/2224-09.
- [17] C. Bastida und J. Holguín-Veras, «Freight Generation Models: Comparative Analysis of Regression Models and Multiple Classification Analysis», *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board*, Bd. 2097, Nr. 1, S. 51–61, Jan. 2009, doi: 10.3141/2097-07.
- [18] C. A. Guevara und A. Thomas, «Multiple classification analysis in trip production models», *Transp. Policy*, Bd. 14, Nr. 6, S. 514–522, Nov. 2007, doi: 10.1016/j.tranpol.2007.08.001.
- [19] A. Pani, P. K. Sahu, G. R. Patil, und A. K. Sarkar, «Modelling urban freight generation: A case study of seven cities in Kerala, India», *Transp. Policy*, Bd. 69, S. 49–64, Okt. 2018, doi: 10.1016/j.tranpol.2018.05.013.

- [20] M. van den Bossche, J. Maes, T. Vanellander, R. Macario, V. Reis, und L. Dablanc, «Indicators and data collection methods on urban freight distribution», EUROPEAN COMMISSION - Directorate-General for Mobility and Transport, Brussels, Final Report, Dez. 2017.
- [21] A. R. Alho und J. de A. e Silva, «Freight-Trip Generation Model: Predicting Urban Freight Weekly Parking Demand from Retail Establishment Characteristics», *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board*, Bd. 2411, Nr. 1, S. 45–54, Jan. 2014, doi: 10.3141/2411-06.
- [22] I. Sánchez-Díaz, J. Holguín-Veras, und X. Wang, «An exploratory analysis of spatial effects on freight trip attraction», *Transportation*, Bd. 43, Nr. 1, S. 177–196, Jan. 2016, doi: 10.1007/s11116-014-9570-1.
- [23] M. H. Iding, W. J. Meester, und L. Tavasszy, «Freight trip generation by firms», 2002.
- [24] A. Ibeas, J. L. Moura, A. Nuzzolo, und A. Comi, «Urban freight transport demand: transferability of survey results analysis and models», *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, Bd. 54, S. 1068–1079, Okt. 2012, doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.822.
- [25] C. T. Lawson, J. Holguín-Veras, I. Sánchez-Díaz, M. Jaller, S. Campbell, und E. Powers, «Estimation of freight trip generation based on land use», in *Proceedings of 91st Annual Meeting of Transportation Research Board (TRB)*, 2012.
- [26] J. Muñuzuri, P. Cortés, L. Onieva, und J. Guadix, «Estimation of Daily Vehicle Flows for Urban Freight Deliveries», *J. Urban Plan. Dev.*, Bd. 138, Nr. 1, S. 43–52, März 2012, doi: 10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000099.
- [27] F. Toilier, M. Serouge, J.-L. Routhier, D. Patier, und M. Gardrat, «How can urban goods movements be surveyed in a megacity? The case of the paris region», *Transp. Res. Procedia*, Bd. 12, S. 570–583, 2016, doi: 10.1016/j.trpro.2016.02.012.
- [28] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), *Delivering the goods: 21st century challenges to urban goods transport*. Publications de l'OCDE, 2003. [Online]. Verfügbar unter: <http://ebiz.turpin-distribution.com/products/181307-delivering-the-goods-21st-century-challenges-to-urban-goods-transport.aspx>
- [29] J.-L. Routhier und F. Toilier, «FRETURB V3, A Policy Oriented Software of Modelling Urban Goods Movement», gehalten auf der 11th WCTR, Berkeley, CA, USA, 2007, Bd. Topic B4 : SIG Urban Goods Movement, S. 23.
- [30] M. Ruesch und C. Petz, «Leitfaden zur Güterverkehrserschliessung», Tiefbau- und Entsorgungsdepartement, Zürich, 2012.
- [31] Bundesamt für Strassen (ASTRA), «Datenbank für Verkehrsaufkommensraten», SVI 2005/203, 2008.
- [32] Bundesamt für Strassen (ASTRA), «Qualität der Strassenanbindung von güterverkehrsintensiven Einrichtungen», VSS 2011/806, Okt. 2016.
- [33] Bundesamt für Strassen (ASTRA), «Gesetzmässigkeiten im Strassengüterverkehr und seine modellmässige Behandlung», SVI 49/96 und 48/98, 1999.
- [34] R. Mesaric, «Estimate of the travel demand generated by delivery services in Singapore and Zurich», Master thesis, Institute for Transport Planning and System, ETHZ, Zürich, 2020.
- [35] Bundesamt für Statistik (BFS), «Erhebung leichte Nutzfahrzeuge (LWE)». 2013.
- [36] Bundesamt für Statistik (BFS), «Räumliche Gliederungen». 2012.
- [37] BFS, «Statistik der Unternehmensstruktur (STATENT)». 2018.
- [38] Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), «Bauzonenstatistik Schweiz». 2017.
- [39] Bundesamt für Statistik (BFS), «Statistik der Bevölkerung und der Haushalte (STATPOP)». 2018.
- [40] Bundesamt für Statistik (BFS), «Fahrleistung der in- und ausländischen Fahrzeuge nach Fahrzeugart (Leistungen der Güterfahrzeuge. Zeitreihen)». 2019.
- [41] Bundesamt für Statistik (BFS), «Statistik der Bevölkerung und der Haushalte (STATPOP)». 2018.
- [42] Bundesamt für Statistik (BFS), «Statistik der Unternehmensstruktur (STATENT)». 2018.
- [43] F. Toilier, M. Serouge, D. Patier, und J.-L. Routhier, «Enquête Marchandises en Ville réalisée à Bordeaux en 2012-2013», LAET, 2015.
- [44] D. Patier, M. Serouge, J.-L. Routhier, und F. Toilier, «Annexes au Rapport Enquêtes <Transport de Marchandises en Ville> - Contribution du Laboratoire d'Economie des Transports à un guide méthodologique.», Laboratoire d'Economie des Transports, Lyon, 2014.

[45] Senatsverwaltung und Stadtentwicklung Berlin, «Leitfaden zur Beurteilung verkehrsintensiver Vorhaben». 2007.

[46] T. Wagner, C. Gertz, und B. Scholl, *Verkehrswirkungen von Logistiksiedlungen: Abschätzung und regionalplanerische Bewertung*, 1. Auflage., Bd. 4. Münster: MV-Wiss, 2009.

[47] D. Bosserhoff, «Integration von Verkehrsplanung und räumlicher Planung, Teil II: Abschätzung der Verkehrserzeugung». Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, 2000.

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: 10. Februar 2023 / 17. Februar 2023

Grunddaten

Projekt-Nr.: SVI 2019/003
Projekttitel: Kennwerte der Verkehrserzeugung in Güterverkehr und Logistik
Enddatum: 28.2.2023

Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Die vorliegende Studie liefert folgende Projektergebnisse:

- 1) Einen Überblick über den Stand der Forschung im Zusammenhang mit Methoden und Ergebnissen zur Ermittlung von Aufkommensraten.
 - 2) Anforderungen an Aufkommensraten für die Abschätzung des Güterverkehrs aus Sicht potentieller Nutzerinnen und Nutzer dieser Aufkommensraten
 - 3) Methoden zur Ermittlung von Aufkommensraten und Regressionen aus bestehenden nationalen Statistiken
 - 4) Methoden zur Ermittlung von Aufkommensraten und Regressionen aus einer Befragung bei Betriebsstätten
 - 5) Ermittlung von Aufkommensraten mittels Verkehrszählungen und Abfrage von Strukturdaten für ausgewählte Betriebsstätten (Fallstudien)
 - 6) Synthese über die ermittelten Aufkommensraten und Regressionen, deren Anwendbarkeit und Anwendungshinweise
- Wesentliche Erkenntnisse:
- Mit den Ergebnissen dieser Forschungsarbeit liegen neue und aktuelle Aufkommensraten für den Güterverkehr vor, welche für verschiedene Planungsfälle in der Raum- und Verkehrsplanung angewendet werden können. Neben Durchschnittswerten konnten auch Regressionsmodelle für die Ermittlung des Aufkommens geschätzt werden.
 - Gegenüber bisherigen Untersuchungen in der Schweiz (insbesondere SVI 1999/328) konnten differenziertere Aufkommensraten für den Güterverkehr ermittelt werden für die Tätigkeitsfelder Logistik, Produktion, Handel und Dienstleistung inkl. Differenzierung zwischen mit und ohne Anschlussgleis. Die neu erhobenen Aufkommensraten stimmen gut mit denjenigen aus bisherigen Untersuchungen in der Schweiz überein.
 - Die Durchschnittswerte sind für Planerinnen und Planer relativ einfach anwendbar. Als Strukturdaten werden für die geplante Nutzung bzw. den geplanten Nutzungsmix nur die Bruttogeschossfläche und die Anzahl Vollzeitäquivalente (je Nutzung) benötigt;
 - Die Regressionsmodelle sind in der Anwendung komplexer. Es werden einerseits zusätzliche Inputdaten benötigt. Andererseits ist auch die Berechnung der Aufkommensraten komplexer. Ein Berechnungstool für die Vereinfachung der Anwendung wäre sinnvoll.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Zielerreichung:

Das Forschungsprojekt hatte zum Ziel, nutzungsspezifische Kennwerte bzw. Aufkommensraten für den Güterverkehr zur ermitteln, welche in der Verkehrs- und Raumplanung genutzt werden können. Diese sollten vor allem auch für die Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens von Arealen und Gebäuden, die Ermittlung der Auswirkungen auf das umliegende Strassennetz, Leistungsfähigkeitsanalysen und als Grundlage für die Dimensionierung der Anlagen verwendet werden können. Die Ziele des Forschungsprojektes konnten erreicht werden. Bei der Befragung der Betriebsstätten wäre ein höherer Rücklauf wünschbar gewesen, um noch verlässlichere Aufkommensraten und Regressionen für die Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens zu erhalten.

Folgerungen und Empfehlungen:

Mit den Ergebnissen dieser Forschungsarbeit liegen neue und aktuelle Aufkommensraten und Regressionsmodelle für die Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens vor, differenziert nach Tätigkeitsfeldern und Einrichtungen sowie mit/ohne Anschlussgleis. Es wird empfohlen, die ermittelten Aufkommensraten und Regressionsmodelle für die Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens und weitere Planungsfälle in der Schweiz zu nutzen, wobei bei der Verwendung die Anwendungsmöglichkeiten und Anwendungsgrenzen zu berücksichtigen sind. Im Einzelfall muss geprüft oder zumindest verifiziert werden, welche Kennwerte sich am besten eignen. Es empfiehlt sich die Anwendung von mehreren Methoden und die Berücksichtigung der grossen Standardabweichungen. Bestehende VSS-Normen und Richtlinien, welche Aufkommensraten zur Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens enthalten, sollten aktualisiert werden.

Publikationen:

- 1) Forschungsbericht "Kennwerte der Verkehrserzeugung in Güterverkehr und Logistik"
- 2) SVI-Merkblatt zur Anwendung von Aufkommensraten und Regressionen für die Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Ruesch

Vorname: Martin

Amt, Firma, Institut: Rapp AG

Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:

Martin Ruesch



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 vorliegende Forschung gibt einen aktuellen Überblick über den Stand der Forschung, über verschiedene Methoden zur Ermittlung von Aufkommensraten und als Synthese ermittelte Aufkommensraten und Regressionen, womit in der Raum- und Verkehrsplanung die Verkehrserzeugung für Güterverkehrs- und Logistiktungen in Areal- oder Nutzungsplanungen abgeschätzt werden können. Wertvoll sind zudem die erhobenen und dargestellten Tages- und Wochenganglinien. Die vorliegende Forschung, die die Aufkommensraten von Anlagen mit und ohne Gleisanschlüssen differenziert untersuchte, zeigt ein interessantes Ergebnis, dass Standorte mit Gleisanschluss einen grösseren Umschlag pro Vollzeitäquivalent haben.

Der leider nur mässige Rücklauf der Umfrage weist darauf hin, dass viele insbesondere kleinere und mittlere Betriebe sich von der Thematik nicht betroffen fühlen. Die Umfrage wurde von «betroffenen gefühlten Betrieben» ausgefüllt, Dienstleistungsbetriebe sind untervertreten. Das eher Kleinteilige fällt aus der Zählung heraus; Kleinmengen, die nicht selten mit Kleinfahrzeugen oder per Kurier zugestellt werden, fallen in der Forschung durch die Maschen. Angesichts sich laufend verändernder Rahmenbedingungen und in Kenntnis, dass die Distribution zunehmend kleinteiliger wird, sollen die Kennwerte der Erzeugungsraten wiederholt untersucht und spezifisch vertieft werden.

Umsetzung:

Die ermittelten Aufkommensraten und Regressionsmodelle können für die Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens und weitere Planungsfälle in der Schweiz angewendet werden, wobei bei der Verwendung die Anwendungsmöglichkeiten und Anwendungsgrenzen zu berücksichtigen sind. Im Einzelfall muss geprüft oder zumindest verifiziert werden, welche Kennwerte sich am besten eignen. Es empfiehlt sich die Anwendung von mehreren Methoden.

weitergehender Forschungsbedarf:

Themen für weitere Forschungsarbeiten sind: Zusatzbefragungen für Tätigkeitsfelder und Einrichtungen mit geringer Stichprobe/Fallzahl (z.B. Umschlaganlage), eine Weiterentwicklung der Befragungsmethodik durch Vereinfachung des Fragebogens und weitere Anwendungen von Regressionsanalysen. Aufgrund möglicher Veränderungen bei den Aufkommensraten über die Zeit aufgrund von Veränderungen der Güterstruktur oder Anpassungen an den verkehrspolitischen Rahmenbedingungen sowie auch Logistik- und Transportstrategien der Verlagerer und Logistik- und Transportdienstleister sollte eine vergleichbare Untersuchung in ca. 10 Jahren wieder durchgeführt werden.

Einfluss auf Normenwerk:

Bestehende VSS-Normen und Richtlinien, welche Aufkommensraten zur Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens enthalten, sollten aktualisiert werden. Dies betrifft insbesondere die Norm VSS 71104 Planung und Projektierung von Umschlaganlagen für den Strassengüterverkehr: Grundlagen und externe Erschliessung.

Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: Schneiter

Vorname: Marc

Amt, Firma, Institut: Schneiter Verkehrsplanung AG

Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission: