



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

Empfehlungen zur Zählung des Fussverkehrs

Recommandations pour le comptage des piétons

Recommendations for counting pedestrians

Pestalozzi & Stäheli GmbH
Christian Pestalozzi

Fussverkehr Schweiz
Dominik Bucheli

Urban Mobility Research
Daniel Sauter

**Forschungsprojekt SVI 2017/009 auf Antrag der Schweizerischen
Vereinigung für Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**

Januar 2022

1720

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

Empfehlungen zur Zählung des Fussverkehrs

Recommandations pour le comptage des piétons

Recommendations for counting pedestrians

Pestalozzi & Stäheli GmbH
Christian Pestalozzi

Fussverkehr Schweiz
Dominik Bucheli

Urban Mobility Research
Daniel Sauter

**Forschungsprojekt SVI 2017/009 auf Antrag der Schweizerischen
Vereinigung für Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**

Januar 2022

1720

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Projektleitung

Christian Pestalozzi

Mitglieder

Dominik Bucheli

Daniel Sauter

Nicole Koch

Matthias Mahler

Reto Marugg

Daniel Rüttimann

Thomas Schweizer

Andreas Stäheli

Begleitkommission

Präsident

Julian Baker

Mitglieder

Robert Dorbritz

Alex Erath

Mirjam Hauser

Thomas Isenring

Heidi Meyer

Kofinanzierung des Forschungsprojekts

Kanton Aargau

Kanton Basel-Stadt

Kanton Solothurn

Kanton und Stadt St. Gallen

Stadt Luzern

Stadt Winterthur

Stadt Zürich

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	15
Summary	23
1 Einleitung	31
1.1 Forschungsauftrag und Ziele	31
1.1.1 Problembeschreibung	31
1.1.2 Stand der Forschung	33
1.1.3 Forschungsbedarf	34
1.1.4 Projektziele und Forschungsfrage	34
1.2 Abgrenzung der Forschungsarbeit	36
1.3 Vorgehen	36
2 Grundlagen, Technologien und vorhandene Daten	39
2.1 Relevante Planungsfragen und Datenbedarf	39
2.1.1 Zählungen im Planungsverlauf	39
2.1.2 Typologie von Planungsfragen	40
2.1.3 Grunddatenbedarf: Die Frequentierung	42
2.1.4 Datenbedarf nach Fragestellungen	42
2.1.5 Zählungen im Projektverlauf	44
2.1.6 Erhebungsdauer in Abhängigkeit des Datenbedarfs	44
2.2 Verfügbare Technologien	45
2.2.1 Manuelle Zählungen	45
2.2.2 Automatische Zählmethoden	46
2.2.3 Vorgesehene Technologien für die Piloterhebungen	56
2.3 Vorhandene Daten und Anwendungsprojekte	58
2.3.1 Zähldaten	58
2.3.2 Umfrage- und Strukturdaten	59
2.3.3 GPS- und Mobilfunk-Daten	59
2.4 Recherche bei Fachleuten in Städten und Kantonen	60
2.4.1 Erhebung des Zählbedarfs bei Fachleuten aus der Praxis	60
2.4.2 Planungsfragen und Zählbedarf in der Praxis	62
2.4.3 Offene Fragen zur Fussverkehrszählung	64
2.5 Synthese	65
3 Piloterhebungen und Empfehlungen zur Wahl der Zähltechnologie	67
3.1 Fragestellungen	67
3.2 Übersicht Piloterhebungen	68
3.3 Beschreibung der Piloterhebungen	68
3.3.1 Zählung des Fussverkehrs auf Fuss- und Veloverkehrsbrücken im Kanton Solothurn	68
3.3.2 Zählung des Fussverkehrs auf dem Bahnhofplatz Winterthur	70
3.3.3 Zählung des Fussverkehrs in der Gerbergasse in Basel	72
3.3.4 Zählung des Fussverkehrs an Fussgängerstreifen in Zürich	73
3.3.5 Zählung des Fussverkehrs auf der Seebrücke sowie an Fussgängerstreifen in Luzern	75
3.3.6 Zählung des Fussverkehrs in den Unterführungen am Bahnhof Brugg	77
3.3.7 Repräsentative Zählstellenauswahl in der Stadt und im Kanton St. Gallen	78
3.3.8 Repräsentative Zählstellenauswahl in Köniz	81
3.4 Beurteilung der eingesetzten Technologien	83
3.4.1 Passiv-Infrarot-Sensoren	83
3.4.2 Laserscanner	85
3.4.3 Optische Kameras	87
3.4.4 Optische Kamera mit integrierter Auswertung	90
3.4.5 Infrarot-Kameras	91

3.4.6	3D-Kameras	94
3.4.7	Bluetooth-WiFi-Sensoren	96
3.4.8	Genauigkeit der Zähltechnologien	97
3.5	Empfehlungen zur Auswahl der Zähltechnologien	98
3.5.1	Vorgehen zur repräsentativen Zählstellenauswahl	98
3.5.2	Grossräumige Wegbeziehungen	98
3.5.3	Lineare Fussverkehrsströme	99
3.5.4	Mischverkehr Fuss- und Veloverkehr	100
3.5.5	Querungen mit und ohne Mittelinsel	101
3.5.6	Komplexe Knoten und Fussverkehrsbereiche	103
3.5.7	Zusammengefasste Empfehlung zur Auswahl der Zähltechnologie	104
3.6	Schnittstellen mit öV	105
4	Typenganglinien und Hochrechnungsfaktoren	109
4.1	Einleitung	109
4.1.1	Ausgangslage und Ziel	109
4.1.2	Vorgehen	109
4.2	Typenganglinien anhand des Mikrozensus „Mobilität und Verkehr“	111
4.2.1	Ziel und Vorgehen	111
4.2.2	Tagesganglinien des Fussverkehrs nach verschiedenen Kriterien	112
4.2.3	Tagesganglinien des Fussverkehrs nach Wegzwecken im Detail	117
4.2.4	Einfluss des Wetters und der Jahreszeiten auf die verschiedenen Wegzwecke	122
4.2.5	Überlagerung von Wegzwecken	124
4.2.6	Wochen- und Jahresganglinie – insgesamt und nach Zwecken	127
4.2.7	Fazit dieses Kapitel	132
4.3	Typenganglinien anhand von Zähldaten	132
4.3.1	Ziel und Vorgehen	132
4.3.2	Versuch einer Typisierung der Zählstellen	136
4.4	Hochrechnungsfaktoren	155
4.4.1	Ausgangslage und Ziel	155
4.4.2	Derzeitiger Kenntnisstand	155
4.4.3	Vorgehen	157
4.4.4	Hochrechnungsfaktoren nach Zählstellen-Typ	160
4.4.5	Hochrechnungsfaktoren über alle Zählstellen-Typen zusammen	180
4.4.6	Anteile am Tagesverkehr und Spitzenstunden	183
4.4.7	Zusammenfassung: Erkenntnisse und Hinweise für die Praxis	185
4.4.8	Schlussfolgerungen und Empfehlungen für das Vorgehen	193
4.5	Umlegung von MZMV-Etappen auf das Wegnetz am Beispiel der Stadt Zürich	195
4.5.1	Ausgangslage und Ziel	195
4.5.2	Datengrundlagen und Vorgehen	197
4.5.3	Belastungspläne auf direkten bzw. attraktiven Routen	199
4.5.4	Ableitung von Wegzwecken an ausgewählten Zählstellen	204
4.5.5	Zusammenfassende Erkenntnisse und Schlussfolgerungen	206
5	Schlussbemerkungen	207
5.1	Empfehlungen	207
5.2	Offene Forschungsfragen	213
	Anhänge	215
	Glossar	223
	Literaturverzeichnis	225
	Projektabschluss	229

Zusammenfassung

Die Forschung «Empfehlungen zur Zählung des Fussverkehrs» hat verschiedene Technologien evaluiert, Methoden zur Festlegung eines Zählstellennetzes geprüft und anhand der Daten aus dem Mikrozensus „Mobilität und Verkehr“ (MZMV) und von Dauerzählstellen Typenganglinien und Hochrechnungsfaktoren berechnet. Zu sieben unterschiedlichen Themen wurden in neun Städten Testerhebungen mit sieben Technologien durchgeführt.

Fragestellungen aus der Praxis als Ausgangspunkt

Am Anfang der meisten Zählungen steht eine Fragestellung. Solche Fragestellungen waren auch der Ausgangspunkt für die vorliegende Forschung und für das Testen der verschiedenen Technologien. Um sicherzustellen, dass die Fragestellungen möglichst praxisnah sind, wurden Fachleute aus Gemeinden, Städten und Kantonen gebeten, ihre wichtigsten Anliegen einzubringen. Daraus wurden die untenstehenden Piloterhebungen entwickelt, für welche die jeweils geeigneten Technologien eingesetzt und getestet wurden.

Betrachtungsebene Netz:

1. **Repräsentative Zählstellenauswahl (Zählkonzept) für ein Monitoring**
2. **Grossräumige Wegbeziehungen**

Betrachtungsebene Fläche:

3. **Lineare Fussverkehrsströme: Fussgängerzonen, Trottoirs, Wege**
4. **Mischfläche für den Fuss- und Veloverkehr**

Betrachtungsebene Querungen:

5. **Querungen: Mit oder ohne Mittelinsel**
6. **Komplexe Knoten und Fussverkehrsbereiche**
7. **Schnittstellen mit öffentlichem Verkehr: Haltestellen und Bahnhöfe**

Betrachtete Technologien

Für die Piloterhebungen wurden verschiedene Technologien eingesetzt und auf ihre Vor- und Nachteile sowie Einsatzgrenzen hin geprüft. Die eingesetzten automatischen Zählgeräte und Sensoren haben unterschiedliche Funktionsweisen, die im Folgenden dargestellt werden. Das erste Beispiel beinhaltet natürlich keine Technologie, aber Handzählungen sind ein wichtiges Instrument, das immer mitgedacht werden sollte.

- Bei der **manuellen Erhebung** wird durch Zählpersonal vor Ort gezählt.
- Bei der **manuellen Auswertung von Videodaten**, werden Videos auf ein Speichermedium aufgenommen. Ein Mensch sichtet danach das Material und zählt anhand der Aufzeichnung.
- Beim **automatisierten Auswerten von Videodaten** werden Videos auf ein Speichermedium aufgenommen. Nachträglich werden diese Daten in einem Rechenzentrum ausgewertet. Diese Methode ist sowohl mit Videoaufnahmen im optischen Bereich wie auch mit solchen im Infrarotbereich möglich.
- **Kameras mit integrierter Auswertung** sind Videokameras, die die Bilder direkt auswerten und das Videomaterial nicht speichern.
- Der **stereooptische Sensor** ist eine 3D-Kamera mit zwei Linsen. Dadurch kann automatisiert ein 3D-Bild ausgewertet werden. Dies erhöht die Zählgenauigkeit.
- Der **pyroelektrische oder Passiv-Infrarot-Sensor** erfasst Wärmeveränderungen in der Umgebung. Damit können sich bewegende Objekte erfasst werden, da fast immer ein Temperaturunterschied zur Umgebung besteht.
- Der **Laserscanner** erfasst mit einem Laserstrahl im Infrarotbereich die Umrisse der Objekte, die den Laserscanner passieren. Anhand der Muster der Umrisse werden unterschiedliche Objekte erkannt und gezählt.

- Das **Bluetooth- und WiFi-Tracking** erkennt Smartphones, Tablets, Smartwatches in der Umgebung anhand der gerätespezifischen Mac-Adresse. Ähnlich wie bei der Nummernschilderfassung können so Beziehungen zwischen unterschiedlichen Zählstandorten erfasst werden.

Erhebungsdauer als massgebender Faktor für die Technologiewahl

Die Auswertung der verschiedenen Piloterhebungen hat ergeben, dass es weniger die Fragestellungen an sich sind, welche die Wahl der einzusetzenden Technologie beeinflussen als vielmehr die Frage der Erhebungsdauer. Denn bei kurzzeitigen Erhebungen darf z. B. der Aufwand für die Installation nicht so gross sein wie bei einer Dauererhebung. Im letztgenannten Fall lohnt sich auch die Einrichtung einer separaten Stromversorgung, während der Betrieb bei kurzen Zählungen eher mit Batterie oder Solarpanel zu bewerkstelligen ist.

Um zu beurteilen, welche Technologie für welche Art der Erhebung geeignet ist, werden drei Zählauern unterschieden:

- Kurze Erhebungsdauer: 2-12 Stunden
- Mittlere Erhebungsdauer: 1-14 Tage
- Längere Erhebungsdauer: 1-2 Jahre oder eine Dauerzählstelle

Im Zusammenhang mit der Aufgabenstellung stellt sich die Frage, welche Kennwerte erforderlich sind. Ist es die Spitzenstunde oder der durchschnittliche tägliche Verkehr? Wird eine Wochengang- oder Jahresganglinie benötigt oder will man die langfristige Entwicklung dokumentieren? Der erforderliche Datenbedarf bestimmt die Erhebungsdauern.

Tab. 1 Erhebungsdauer nach Datenbedarf

Datenbedarf	Erhebungsdauer
DTV und Spitzenstunde	Kurz (2-12 Stunden, abhängig davon, ob Gehrichtungen relevant und Hochrechnungsfaktoren verfügbar sind.)
Tagesganglinie	Kurz-Mittel (Mindestens 12 Stunden)
Wochenganglinie	Mittel (Mindestens 7 Tage, optimal 14 Tage)
Jahresganglinie	Lang
Langfristige Entwicklung	Lang oder wiederholt kurz oder mittel

Kurze Erhebungsdauer

Kurzerhebungen sind für Abschätzungen des Fussverkehrsaufkommen geeignet, z. B. zur Klärung der Frage, ob ein Fussgängerstreifen der richtige Querungstyp ist oder um den Einfluss des querenden Fussverkehrs auf die Leistungsfähigkeit des MIV zu quantifizieren.

Bei kurzen Erhebungen stehen manuelle Methoden im Vordergrund. Der zeitliche Aufwand für die Installation und die Kalibration der automatisierten Methoden übersteigt oft den Zeitaufwand für die manuelle Zählung. Im Fokus stehen manuelle Zählungen vor Ort oder das manuelle Auswerten von Videodaten. Die erhobenen Daten können dann mithilfe der Hochrechnungsfaktoren und Typenganglinien generalisiert werden. Manuelle Methoden haben den Vorteil, dass zusätzliche Merkmale der Fussgänger und Fussgängerinnen erfasst werden können (insbesondere das Alter oder das Geschlecht). Dank den entwickelten Hochrechnungsfaktoren und Typenganglinien, welche in diesem Bericht detailliert vorgestellt werden, können Kurzerhebungen im urbanen Raum in der Deutschschweiz und in der Romandie auf das Tagesaufkommen hochgerechnet werden.

Mittlere Erhebungsdauer

Eine Zählung mit mittlerer Erhebungsdauer dient dazu, den Verkehrsablauf eines Ortes zu verstehen. Sie dient z. B. einer Erfolgskontrolle bei Projekten oder als erweiterte Grundlage für die Planung. Eine mittlere Erhebungsdauer ist auch dann notwendig, wenn die Zählstelle keiner Typenganglinie zugeordnet werden kann oder wenn es keine Typenganglinien gibt (z. B. in der italienischen Schweiz oder in kleineren Orten).

Bei Zählungen mit einer mittleren Erhebungsdauer zwischen einem und vierzehn Tagen lohnt sich der Aufwand zur Installation von Zählgeräten. Zudem werden Technologien bevorzugt, die über die Erhebungsdauer mit Batterie betrieben werden können.

Längere Erhebungsdauer

Dauerzählstellen eignen sich dazu, die langfristige Entwicklung des Fussverkehrs zu beobachten oder zur längerfristigen Wirksamkeitsüberprüfung von Massnahmen.

Für längere Erhebungsdauern eignen sich alle Technologien mit einer automatischen Auswertung der Daten im Sensor. Geeignet sind pyroelektrische Sensoren, Infrarotkameras, stereooptische und optische Kameras wie auch der Laserscanner. Die meisten Technologien sollten ans Stromnetz angeschlossen werden. Für Dauerzählstellen ohne Stromanschluss kann nur der pyroelektrische Sensor empfohlen werden.

Erfassen von Gehlinien und Wegbeziehungen und Konfliktanalyse

Das Erfassen von Gehlinien und Wegbeziehungen ist interessant für eine kurze und mittlere Erhebungsdauer. Für das Erfassen von kleinräumigen Gehlinien eignen sich sowohl optische wie auch stereooptische Kameras. Letztere sind oft präziser als die einfachen Kameras, erfassen aber einen kleineren Bereich. Mittels Bluetooth- und WiFi-Tracking lassen sich auch Wegbeziehungen analysieren. Die Herausforderung besteht darin, Erhebungsstandorte zu definieren, an denen nur die Geräte von zu Fuss Gehenden erfasst werden. Ansonsten gestaltet sich die Zuordnung zu unterschiedlichen Verkehrsmitteln schwierig. Zur automatisierten Erfassung von Rückstaus bei einer LSA und von Konfliktanalysen konnten die getesteten Sensoren nicht überzeugen. Hier besteht noch Forschungsbedarf.

Eignung der Technologien nach Erhebungsdauer

Abb. 1 zeigt die Technologien, welche sich für die jeweilige Erhebungsdauer und die gewünschten Erfassungsbereiche (Querschnitte, kleinräumige Gehlinien, persönliche Merkmale oder Wegbeziehungen) eignen.

Die meisten Technologien können auch in Mischverkehrssituationen den Fussverkehr zählen. Bei einzelnen Produkten ist dies aber nur zusammen mit einer zweiten Technologie möglich. Vorsicht ist bei der automatisierten Auswertung von optischen Daten geboten. Die Zuverlässigkeit der Auswertung schwankt bei den unterschiedlichen Anbietern. Die Fehler sind meist nicht systematisch und können deshalb nicht kalibriert werden.

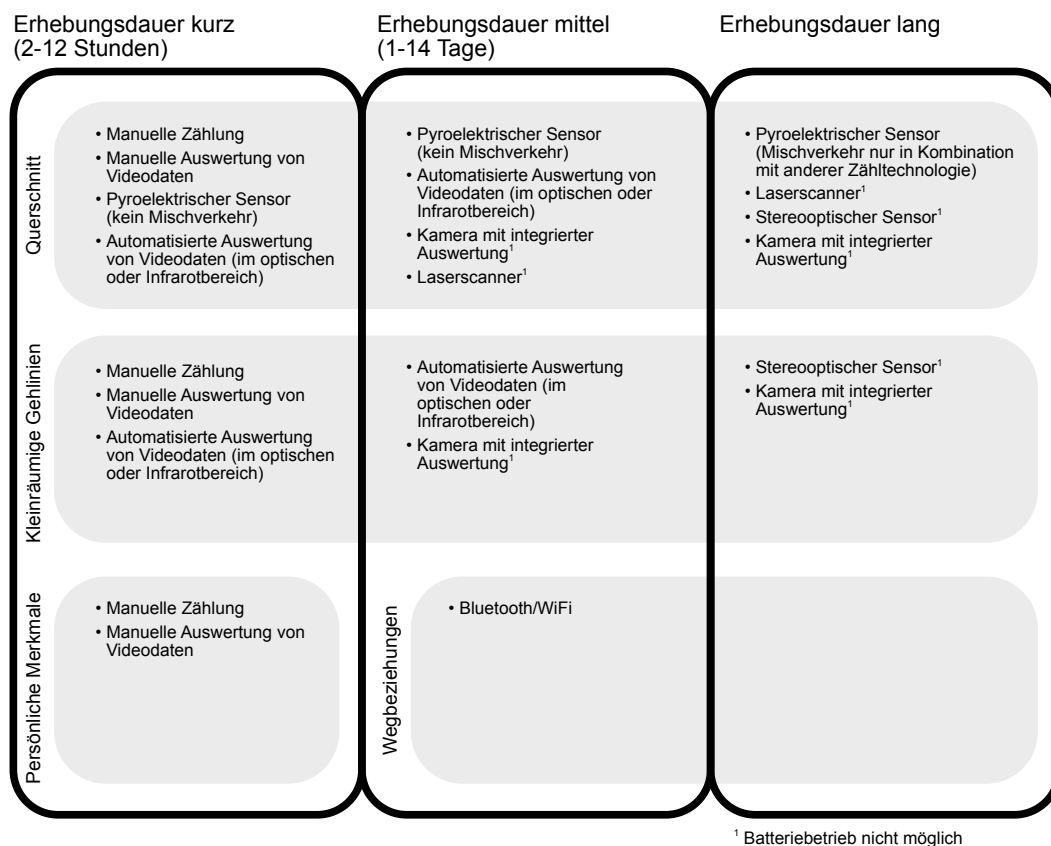


Abb. 1 Empfohlene Zählmethoden je nach Erhebungsdauer

Typenganglinien und Hochrechnungsfaktoren

Für die Erarbeitung von Typenganglinien und Hochrechnungsfaktoren wurde eine detaillierte Analyse der Daten des Mikrozensus „Mobilität und Verkehr“ und von Zählungen durchgeführt. Die erstmals vorgenommene detaillierte Analyse der Tagesgänge des Fussverkehrs auf Basis des Mikrozensus zeigt, dass die grössten Unterschiede im Tagesverlauf nach Altersgruppen und Wegzwecken auftreten. Der Tagesrhythmus von Kindern und Jugendlichen ist aufgrund der Dominanz der Ausbildungswege ein anderer als jener von Erwachsenen mit einer Mischung aus Arbeits-, Freizeit- und Einkaufswegen und dieser wiederum anders als jener der SeniorInnen. Diese sind häufig antizyklisch vor allem am Vor- und Nachmittag unterwegs.

Zwischen den Urbanisierungsgraden (Stadt, Agglomeration, Land) und den Sprachregionen sind die Unterschiede beim Tagesgang gemäss Mikrozensus relativ klein. Nur der italienischsprachige Teil der Schweiz und der ländliche Raum weisen je nach Wegzweck leicht andere Charakteristika auf. Wettermässig beeinflussen einzig Regen und Schnee das Fussverkehrsaufkommen und dabei ausschliesslich die Wege in der Freizeit und zum Einkaufen.

Die Analyse der Daten von 32 Dauerzählstellen aus dem Kanton Basel-Stadt und den Städten Zürich, Biel und St. Gallen der Jahre 2018 und 2019 zeigt, dass sich die Ganglinienmuster über den Tag, über die Woche und das Jahr in 6 verschiedene Typen einteilen lassen (siehe Abb. 2). Die Resultate der Auswertungen gelten in erster Linie für grössere Städte in der Deutschschweiz und hier am ehesten für zentrumsnahe Gebiete. In der italienischen Schweiz sowie in Agglomerations- und Landgemeinden sind uns noch keine permanenten Fussverkehrszählungen bekannt, weshalb für diese Gebiete auch die Datengrundlagen für definitive und zuverlässige Aussagen fehlen.

- Typ 1: Freizeit – Naherholung**
Spazieren, Joggen, Ausflüge usw.
- Typ 2: Einkaufsachse Innenstadt** (in grösseren Städten)
Haupt-Wegzwecke: Einkauf sowie etwas Freizeit (Ausgang, Gastronomie).
- Typ 3: Pendlerverkehr: Ausbildung und Arbeit**
Zugang zu Schulen, Arbeitsgebieten und öV.
- Typ 4: Orts- und Quartierzentren mit öV-Bedeutung**
Haupt-Wegzwecke: Arbeit/Ausbildung, Einkauf und etwas Freizeit.
- Typ 5: Quartierachsen mit lokaler Versorgung**
Haupt-Wegzwecke: Arbeit/Ausbildung, Einkauf und etwas Freizeit.
- Typ 6 Zugänge zu Ausgehmeilen in grösseren (Innen-)Städten**
Haupt-Wegzwecke: Freizeit (Gastronomie, Unterhaltung usw.)
Arbeit/Ausbildung sowie Einkauf.

Abb. 2 Gebildete Typologie der untersuchten Zählstellen

Die Tagesganglinien der verschiedenen analysierten Typen zeigen folgende Muster:

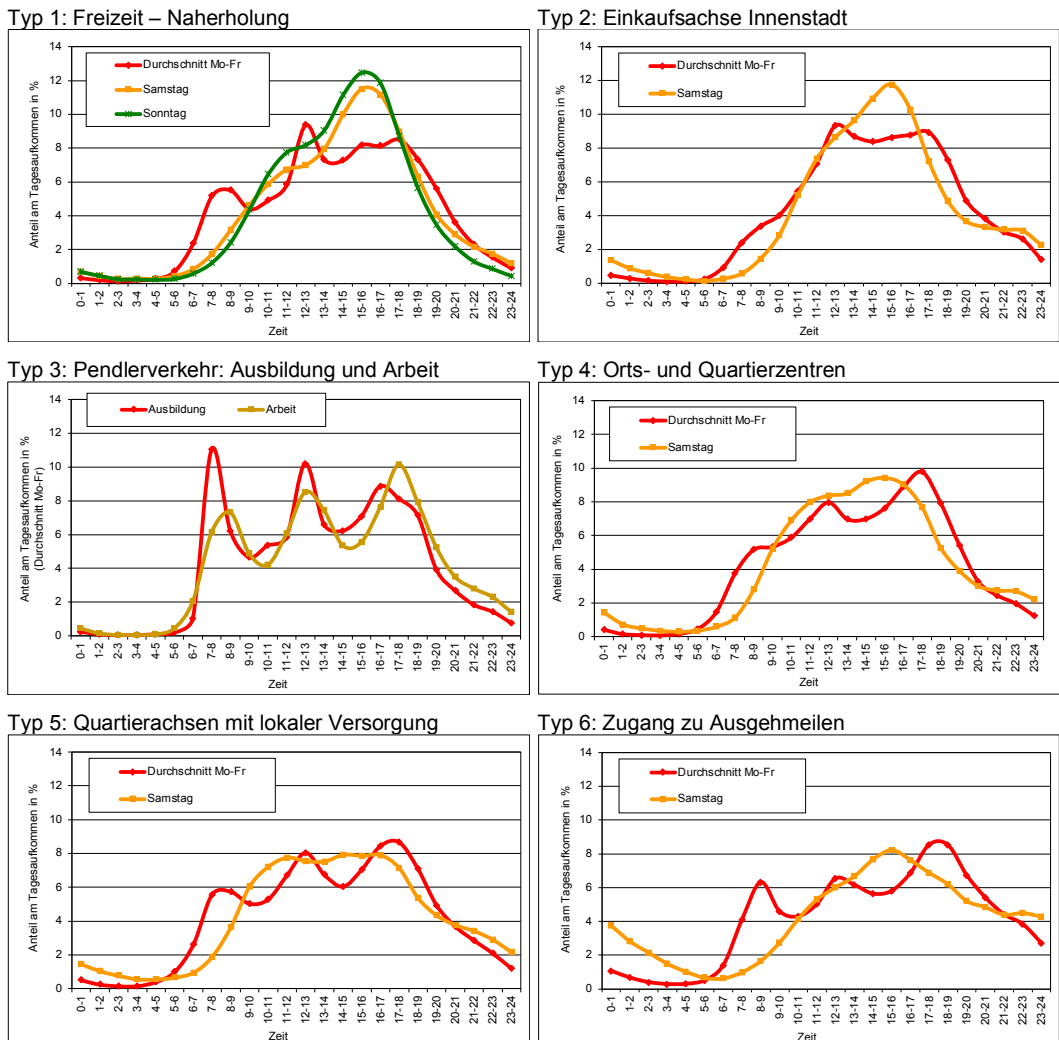


Abb. 3 Tagesganglinien nach Typen: Durchschnittswerte Montag-Freitag sowie Samstag (ausgenommen Typ 3) und bei Typ 1 zusätzlich Sonntag

Für jeden der aus den Zählstellenverläufen hergeleiteten Typen wurden in einem nächsten Arbeitsschritt Hochrechnungsfaktoren errechnet und die jeweiligen relativen Fehler bestimmt. Die Analyse zeigt, dass sich die hergeleiteten Faktoren gut eignen, um die Werte von Kurzzeitzählungen auf den Tagesverkehr sowie mittels Korrektur des Wochentags und Monats auf einen DTV und DWV hochzurechnen.

Die für eine Hochrechnung auf den Tagesverkehr am besten geeigneten Stunden eines Werktags – das sind jene mit dem geringsten relativen Fehler – liegen bei den meisten Typen zwischen 16 und 18 Uhr. Einzig bei der Ausbildung sind es die Morgen- und Mittagsstunden, im Arbeitsverkehr auch die Stunde zwischen 18 und 19 Uhr (siehe Tab. 2). Verwendet man Doppelstunden verbessert sich der relative Fehler spürbar. Am Samstag sind die besten Erhebungsstunden am frühen Nachmittag zwischen 13 und 14 Uhr zu finden, beim Typ Einkauf Innenstadt in grösseren Städten auch erst etwas später (siehe Tab. 3).

Tab. 2 Optimale Einzelstunden nach Typen: Montag-Freitag

	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
Alle Typen (ohne Typ 1)											■	■	■	
Typ 1: Freizeit-Naherholung											■	■		
Typ 2: Einkauf Innenstadt								■				■		
Typ 3: Ausbildung & Arbeit														
Ausbildung		■					■							
Arbeit			■										■	
Typ 4: Orts-/Quartierzentren											■	■		
Typ 5: Quartierachsen										■	■	■		
Typ 6: Zugang zu Ausgehmeilen											■	■	■	

Tab. 3 Optimale Einzelstunden nach Typen: Samstag (und Sonntag)

	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
Alle Typen (ohne Typ 1&3)							■	■			■			
Typ 1: Freizeit-Naherholung								■	■					
Sonntag								■	■					
Typ 2: Einkauf Innenstadt									■	■	■			
Typ 3: Ausbildung & Arbeit														
Typ 4: Orts-/Quartierzentren							■	■						
Typ 5: Quartierachsen								■	■	■				
Typ 6: Zugang zu Ausgehmeilen							■	■						

Legende: Beste Hochrechnungsstunde Zweitbeste Hochrechnungsstunde

Die Wochentage zwischen Dienstag und Donnerstag sind am besten geeignet für eine Zählung, da sie meist ein mittleres Werktagsaufkommen aufweisen, am Montag ist es etwas niedriger, am Freitag etwas höher. Der Freitag weist zudem zum Teil einen leicht anderen Tagesverlauf auf. Trotzdem ist an diesem Wochentag gemäss Auswertung der relative Fehler oft am geringsten, weshalb er ebenfalls für eine Hochrechnung verwendet werden kann. Der Samstag ist für eine Hochrechnung meist weniger geeignet.

Im Jahresvergleich ist über alle Typen gesehen, das Aufkommen im Frühling und Herbst eher höher, in den Sommermonaten sowie im Januar und Februar tiefer. Ausnahme hierzu bilden die Typen „Freizeit-Naherholung“ und „Zugang zu Ausgehmeilen“, wo der Sommer jeweils ein höheres Aufkommen aufweist als die anderen Jahreszeiten.

Für die Zählpraxis ist zu beachten, dass Spitzenzeiten und Richtungsbelastungen je nach Ort und Typ über den Tag stark variieren können. So treten z. B. in der Nähe von Schulen und auf Arbeitswegen häufig Morgenspitzen, in innerstädtischen Bereichen hingegen Mittagsspitzen auf. In den Vormittagsstunden gibt es praktisch keinen Schulverkehr. Spitzenstunden und -tage sind beim Einkauf häufig am Samstag, in der Freizeit (Naherholung) am Sonntag zu finden. Generell ist zu berücksichtigen, dass die Bewegungsmuster des Fussverkehrs eine viel grössere Vielfalt aufweisen als jene des MIV oder öV. Entsprechend sind die Typen und Werte als Idealverläufe zu sehen. Jede (manuelle) (Kurzzeit-)Zählstelle ist deshalb im Hinblick auf eine Hochrechnung sorgfältig auszuwählen und vorab zu prüfen, welche Charakteristika sie aufweist. Konkret heisst

das z. B. welchem Typ sie zuzuordnen ist, ob bestimmte Nutzergruppen vorherrschen und ob es allenfalls Zufallseinflüsse gibt, welche die Zählung verzerren könnten.

Falls für eine Stadt ein detailliertes Fusswegnetz und genügend Daten des MZMV vorliegen, kann es sich beim Aufbau eines Zählstellennetzes lohnen, anhand der Daten des MZMV abzuschätzen, wo Zählstellen errichtet werden sollen, damit diese den Fussverkehr mit dessen verschiedenen Verkehrszwecken möglichst repräsentativ erfassen.

Schlussbemerkungen

Die vorliegende Forschung konnte bezüglich der automatisierten Zählungen des Fussverkehrs die Empfehlungen auf den aktuellen Stand der Technik anpassen. In diesem Bereich ist viel Dynamik und die Empfehlungen werden schnell wieder veralten. Darüber hinaus ist es anhand vorhandener und erhobener Daten gelungen, Typenganglinien und Hochrechnungsfaktoren zu berechnen, die für die urbanen Gebiete der Deutschschweiz und der Romandie anwendbar sind und eine genügend genaue Abschätzung des täglichen Fussverkehrsaufkommen anhand einer Erhebung von zwei Stunden erlauben. Mit weiteren Forschungen ist anzustreben, Typenganglinien für die italienische Schweiz und den ländlichen Raum zu entwickeln.

Résumé

Le travail de recherche « Recommandations pour le comptage des piétons » a évalué différentes technologies, analysé des méthodes pour l'établissement d'un réseau de points de comptage et calculé des courbes de variation caractéristiques et des coefficients d'extrapolation à l'aide des données du microrecensement « Mobilité et transports » (MRMT) et de points de comptages permanents. Des enquêtes pilotes ont été réalisées à l'aide de sept technologies distinctes dans neuf villes et sur sept thèmes différents.

Problématique concrète comme point de départ

La plupart des comptages sont effectués pour répondre à une problématique. Le présent travail de recherche s'est basé sur ce type de questions pour tester les différentes technologies. Afin de s'assurer que les problématiques retenues correspondent aux besoins concrets des acteurs concernés, des communes, villes et cantons ont été sollicités pour mettre en commun leurs principaux questionnements. Les enquêtes pilotes suivantes ont ainsi été élaborées en utilisant et testant les technologies adaptées à chaque situation.

Niveau d'analyse : réseau

1. **Choix de points de comptage représentatifs (concept de comptage) pour un monitoring**
2. **Zones de déplacement vastes**

Niveau d'analyse : zones

3. **Flux piétons linéaires : zones piétonnes, trottoirs, chemins**
4. **Zones mixtes pour piétons et cyclistes**

Niveau d'analyse : traversées

5. **Traversées : avec et sans îlot central**
6. **Nœuds complexes et surfaces piétonnes**
7. **Intersections avec le transport public : arrêts et gares**

Technologies analysées

Pour les enquêtes pilotes, différentes technologies ont été utilisées et évaluées d'après leurs avantages et inconvénients et leurs limites d'application. Les appareils de comptage et les capteurs ont des fonctionnements différents, qui sont présentés ici. La première méthode présentée, le comptage manuel, ne comporte évidemment pas de technologie, mais demeure un instrument important qu'il vaut toujours la peine de considérer.

- Lors de l'**enquête manuelle**, ce sont les personnes sur place qui comptent.
- Lors de l'**analyse manuelle des données vidéo**, ces dernières sont enregistrées sur un support de données. Ensuite une personne visionne les enregistrements et procède au comptage sur cette base.
- Lors de l'**analyse automatique de données vidéo**, ces dernières sont enregistrées sur un support de données. Ensuite les enregistrements sont analysés par un centre de calcul. Cette méthode fonctionne aussi bien avec des données vidéo optiques que pour les enregistrements infrarouges.
- Les **caméras avec analyse intégrée** sont des caméscopes qui analysent les images instantanément et ne sauvegardent pas les images.
- Le **capteur stéréo-optique** est une caméra 3D à deux lentilles. Il permet d'analyser automatiquement une image 3D. Cela augmente la précision du comptage.
- Le **capteur pyroélectrique ou capteur à infrarouge passif** enregistre les changements de température de l'environnement. Des objets en mouvement peuvent ainsi être enregistrés, puisqu'il y a presque toujours une différence de température entre l'objet et son environnement.

- Le **scanner-laser** capte, à l'aide d'un rayon laser dans la zone infrarouge, les contours des objets qui traversent le champ du scanner-laser. À l'aide des contours, les différents objets seront reconnus et comptés.
- Le **traçage Bluetooth et WiFi** repère les smartphones, tablettes, smart-watches des environs à l'aide des adresses Mac spécifiques aux types d'appareils. Semblable au relevé des plaques minéralogiques, ce procédé permet de mettre en relation leur apparition aux différents points de comptage.

La durée d'enquête : principal facteur de choix de la technologie

L'analyse des différentes enquêtes pilotes a révélé que c'est avant tout la durée d'enquête qui détermine le choix de la technologie à utiliser, plus que la problématique en elle-même. En effet, pour une durée d'enquête courte, l'investissement pour l'installation ne doit pas être aussi important que pour une enquête permanente. Pour ce dernier, une alimentation électrique indépendante vaut la peine, alors qu'on préférera une alimentation par accu ou panneaux solaires pour des comptages de courte durée.

Afin de juger du meilleur type de technologie en fonction d'une enquête donnée, on différencie trois durées de comptage :

- Durée d'enquête courte : 2-12 heures
- Durée d'enquête moyenne : 1-14 jours
- Durée d'enquête plus longue : 1-2 ans ou points de comptage permanents

La problématique à l'origine du comptage définit le type de paramètres requis. S'agit-il de l'heure de pointe ou du trafic journalier moyen ? Faut-il une courbe de variation hebdomadaire ou annuelle, ou est-il souhaitable de documenter le développement à long terme ? Le type de données souhaitées détermine la durée de l'enquête.

Tab. 4 Durée d'enquête en fonction des données souhaitées

Données souhaitées	Durée d'enquête
TJM et heures de pointe	courte (2-12 heures, en fonction de l'importance des flux en sens inverse et du coefficient d'extrapolation disponible.)
Courbe de variation journalière	courte-moyenne (au moins 12 heures)
Courbe de variation hebdomadaire	moyenne (au moins 7 jours, optimal 14 jours)
Courbe de variation annuelle	longue
Développement à long terme	longue ou courte-moyenne à répétition

Durée d'enquête courte

Les enquêtes courtes sont appropriées pour estimer le volume de déplacements à pied, par exemple pour déterminer si un passage piéton est la solution adaptée pour permettre de traverser ou pour quantifier l'influence des personnes à pied qui traversent un axe donné sur le trafic individuel motorisé.

On choisira des méthodes manuelles pour une enquête courte. L'investissement en temps pour l'installation et le calibrage d'une méthode automatisée dépasse souvent l'investissement en temps du comptage manuel. On se concentrera sur le comptage manuel sur place ou sur l'analyse manuelle d'un enregistrement vidéo. Les données de l'enquête pourront alors être généralisées à l'aide des coefficients d'extrapolation et des courbes de variation caractéristiques. L'avantage du comptage manuel est que des caractéristiques supplémentaires des personnes à pied peuvent être saisies (en particulier l'âge ou le sexe). Grâce aux coefficients d'extrapolation et aux courbes de variation caractéristiques, qui sont présentés de façon détaillée dans ce rapport, les enquêtes courtes permettent d'évaluer la courbe de variation journalière en zone urbaine en Suisse alémanique et en Suisse romande.

Durée d'enquête moyenne

Un comptage de durée moyenne permet de comprendre le flux de trafic d'une localité. Il sert p. ex. au contrôle de projets ou comme donnée supplémentaire pour la planification. Une durée d'enquête moyenne est notamment nécessaire quand le point de comptage ne peut pas être affecté à un itinéraire ou quand il n'existe pas de courbes de variation caractéristiques (p. ex. en Suisse italienne ou dans de petites localités).

Pour des comptages de durée moyenne, entre un et quinze jours, l'investissement pour installer un instrument de comptage est justifié. Cela permet en plus d'utiliser des technologies qui fonctionnent avec un accu pour la durée de l'enquête.

Durée d'enquête plus longue

Les points de comptage permanents sont adaptés pour observer le développement à long terme des déplacements à pied ou pour évaluer l'efficacité de mesures mises en œuvre.

Pour des enquêtes d'une durée plus longue, toutes les technologies à analyse automatique des données intégrée au capteur sont adaptées, soit les capteurs pyroélectriques, les caméras à infrarouge, les caméras stéréo-optiques et optiques ainsi que les caméras à scanner-laser. La plupart des technologies doivent être sur alimentation électrique. Pour les points de comptage permanents sans alimentation électrique, seul le capteur pyroélectrique est recommandé.

Recensement de trajets piétons et des réseaux de trajets piétons et analyse des conflits

Le recensement des trajets piétons et des réseaux de trajets piétons est intéressant pour une durée d'enquête courte ou moyenne. Les caméras optiques et les caméras stéréo-optiques sont adaptées pour le recensement de trajets piétons dans des espaces restreints. Ces dernières sont souvent plus précises que de simples caméras, mais elles enregistrent un champ plus petit. À l'aide de traçage Bluetooth et WiFi, on peut également analyser les réseaux de trajets piétons. Le défi consiste à définir des points de comptage qui ne recenseront que les engins des personnes se déplaçant à pied. Autrement, l'affectation aux différents modes de transport serait trop difficile. Les tests des différents capteurs n'ont pas été concluants concernant le recensement automatique de refoulements aux feux de circulation et les analyses de conflits. Des recherches supplémentaires dans ce domaine sont nécessaires.

Pertinence de la technologie en fonction de la durée d'enquête

La Fig. 4 recense les technologies les plus appropriées en fonction des durées d'enquête et des types d'espaces étudiés (traversées, espaces restreints, caractéristiques personnelles ou réseaux de trajectoires).

La plupart des technologies permettent généralement aussi de distinguer les personnes à pied dans des flux mixtes. Pour certains produits cependant, cela n'est possible qu'en association un autre instrument. Il s'agit d'être prudent lors de l'analyse automatique de données optiques. La fiabilité de l'analyse varie selon les différents fabricants. Les erreurs ne sont pas systématiques et ne peuvent par conséquent pas être calibrées.

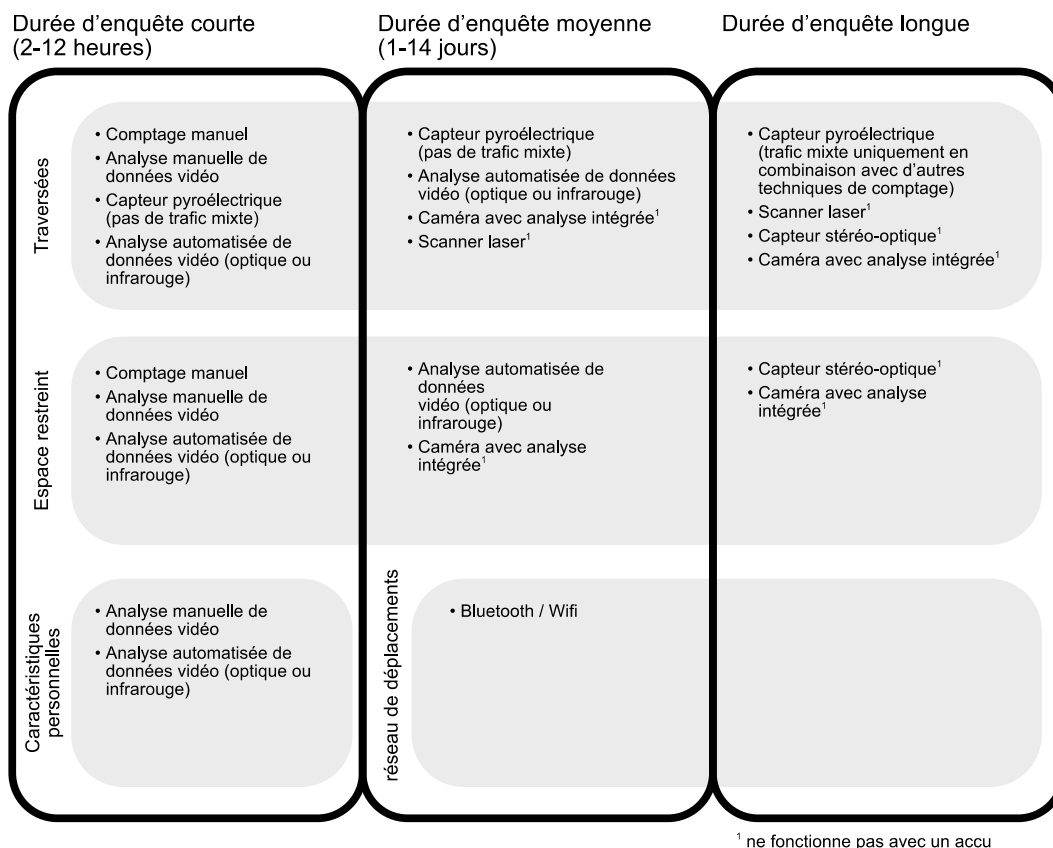


Fig. 4 Méthode de comptage conseillée selon la durée de l'enquête

Courbes de variation caractéristiques et coefficient d'extrapolation

Pour l'élaboration courbes de variation en fonction des motifs de déplacement et des coefficients d'extrapolation, les données du microrecensement « Mobilité et transports » et des comptages ont été analysés en détail. La toute première analyse détaillée sur la courbe journalière des déplacements piétons sur la base du microrecensement révèle que les plus grandes différences dans la journée apparaissent selon l'âge et les motifs des déplacements. En raison de la dominante des trajets pour motifs scolaire/de formation, le rythme journalier des enfants et adolescents est différent de celui des adultes, pour qui il s'agit d'un mélange de trajets pour le travail, les loisirs et les achats ; et le rythme est encore différent pour les personnes âgées, dont le rythme est anticyclique et dont les trajets s'effectuent surtout dans la matinée et dans l'après-midi.

Selon le microrecensement, il y a peu de différences dans la courbe journalière entre les degrés d'urbanisation (ville, agglomération, zone rurale) ou les différentes régions linguistiques. Seules les régions italophones et les régions rurales montrent une légère variation selon le motif de déplacement. En ce qui concerne la météo, seules les périodes pluvieuses et neigeuses influencent la variation du flux piéton, et ce uniquement pour les trajets liés aux loisirs et aux achats.

L'analyse des données de 32 points de comptage permanents des cantons Bâle-Ville, et des villes Zurich, Bienne et Saint Gall durant les années 2018 et 2019 indique que les courbes de variation durant la journée, sur la semaine et sur l'année peuvent être classées en 6 catégories (voir Fig. 5). Les résultats de cette analyse sont en première ligne valable pour de grandes villes en Suisse alémanique et en particulier dans des zones proches des centres-villes. En Suisse italienne ainsi que dans les communes péri-urbaines ou rurales, nous n'avons pas eu connaissance de comptages piétons permanents. L'absence de données ne permet par conséquent pas d'affirmation définitive et fiable.

- Type 1: Loisir – zone de loisir de proximité**
promenade, jogging, sorties, etc.
- Type 2: Achats au centre-ville** (dans les villes plus importantes)
raison principale de déplacement: achats et un peu de loisirs (sorties, gastronomie).
- Type 3: Pendulaires : formation et travail**
accès aux écoles, aux lieux de travail et transport public.
- Type 4: Centres-villes et centres de quartiers, significatifs pour le transport public**
raison principale de déplacement: travail/formation, achats et un peu de loisirs.
- Type 5: Axes de quartier avec approvisionnement local**
raison principale de déplacement: travail/formation, achats et un peu de loisirs.
- Type 6: Accès aux principaux lieux de sortie dans les (centres-)villes plus importantes**
raison principale de déplacement : Loisir (gastronomie, sorties culturelles, etc.) travail/formation et achats.

Fig. 5 Typologie des points de comptage analysés

Les courbes de variation journalière des types analysés montrent les schémas suivants :

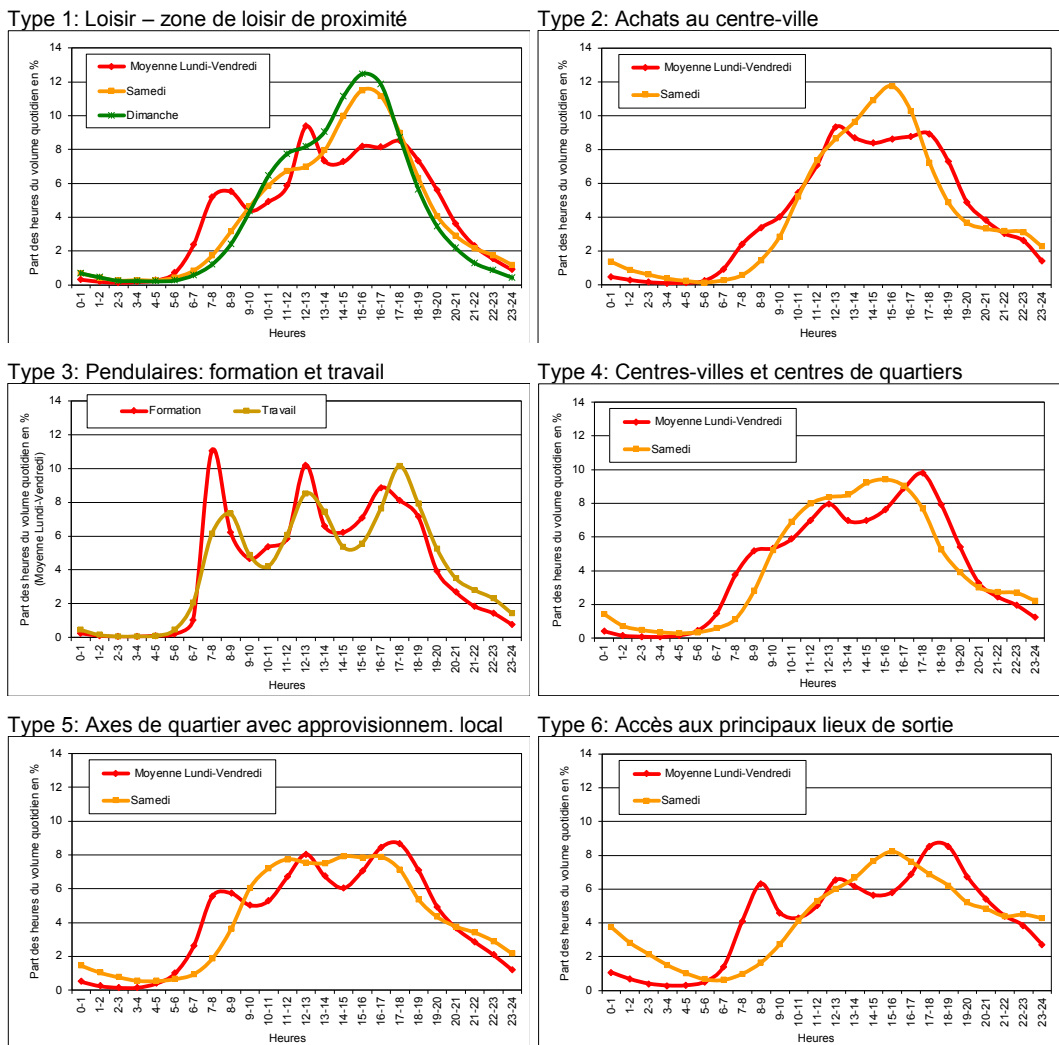


Fig. 6 Les courbes de variation durant la journée en fonction des différents types analysés : Valeurs moyennes du lundi au vendredi, ainsi que le samedi (sauf pour le type 3) et y compris le dimanche pour le type 1

Les coefficients d'extrapolation et la marge d'erreur ont par la suite été calculés pour chacun des types repérés sur le réseau des points de comptage. L'analyse montre que les coefficients sont efficaces pour extrapoler les données d'un comptage court sur le trafic journalier et grâce à la correction du jour de la semaine et du mois sur un TJM et TJMO.

Les heures idéales pour établir le coefficient afin d'extrapoler sur le trafic journalier – il s'agit des heures avec la plus petite marge d'erreur relative possible – se trouvent pour la plupart des types entre 16 et 18 heures. Pour les trajets scolaires/formation par contre, les heures les plus fiables sont celles du matin et à midi ; concernant le trafic professionnel, c'est également le créneau de 18 à 19 heures (voir Tab. 5) qui est préférable. La marge d'erreur est significativement limitée en recourant à des blocs successifs de deux heures. Le samedi, les enquêtes se feront de préférence en début d'après-midi ; pour le type achat au centre-ville dans des villes plus importantes, seulement un peu plus tard (voir Tab. 6).

Tab. 5 Heure par heure optimale classé par type : lundi – vendredi

	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
Tous les types (sauf type 1)											■	■	■	
Type 1 : Loisir-de proximité											■	■		
Type 2 : Achats centre-ville								■						
Type 3 : Formation & travail			■	■									■	
formation		■					■							
travail			■	■									■	
Type 4 : Centre de quartier / centre-ville											■	■	■	
Type 5 : Axes de quartiers										■	■	■	■	
Type 6 : Accès aux lieux de sorties											■	■	■	

Tab. 6 Heure par heure optimale classé par type : samedi (et dimanche)

	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
Tous les types (sauf type 1 & 3)							■	■			■			
Type 1 : Loisir-de proximité								■	■					
dimanche								■	■					
Type 2 : Achats centre-ville									■	■	■			
Type 3 : Formation & travail														
Type 4 : Centre de quartier / centre-ville							■	■						
Type 5 : Axes de quartiers									■	■	■			
Type 6 : Accès aux lieux de sorties							■	■						

Légende : ■ Meilleur Coefficient ■ Deuxième meilleur coefficient

Les jours de semaine, entre mardi et jeudi, sont idéals pour faire des comptages, car il s'agit de jours ouvrés d'activité moyenne ; le lundi c'est un peu plus calme, le vendredi un peu plus animé. Le vendredi, on constate en plus un rythme journalier légèrement différent. Malgré cela, la marge d'erreur est, ce jour-là, souvent insignifiante, raison pour laquelle on peut l'utiliser pour le coefficient d'extrapolation. Le samedi cependant n'est pas adapté pour trouver le coefficient d'extrapolation.

Vu sur l'année et pour tous les types, la fréquence au printemps et en automne est plus importante ; durant les mois d'été ainsi qu'en janvier elle est moindre. Les types « loisir-loisir de proximité » et « accès aux lieux de sortie » font cependant exception, on y constate une augmentation de la fréquence en été par rapport aux autres mois de l'année.

Pour le comptage il faut tenir compte des heures de pointe et des directions saturées en fonction du lieu et du type qui peuvent fortement varier durant la journée. Ainsi on constatera souvent des pointes de fréquentation à proximité des écoles et sur les trajets domicile-travail en début de matinée, alors que dans les centres-villes, on rencontrera plus souvent des pointes à midi. Durant les heures de la matinée, il n'y a quasiment pas de déplacements scolaires. Les heures et jours de pointe pour achats se remarquent souvent le samedi, et pour les déplacements loisir(-de proximité) souvent le dimanche.

En règle générale, il faut prendre en compte que les schémas de déplacement à pied sont beaucoup plus variés que cela n'est le cas pour le trafic individuel motorisé ou le transport en public. C'est pour cela que les types et les valeurs sont à considérer comme des déroulements idéals. En vue du coefficient d'extrapolation, chaque point de comptage (manuel) (court) est donc à choisir avec soin et on contrôlera rapidement le fonctionnement du lieu avant l'enquête.

Si, dans une ville, le réseau piéton est suffisamment développé et que l'on dispose de données suffisantes du MRMT, il semble alors intéressant, lors de la préparation d'un réseau de points de comptage, de choisir les emplacements d'enquête sur la base de ces données, afin d'obtenir une évaluation des déplacements à pied représentatif par rapport aux différents motifs de déplacements.

Conclusion

La présente recherche a pu actualiser les recommandations concernant les comptages piétons automatisés pour l'adapter à l'état actuel de la technique. Ce domaine connaît une évolution très dynamique et les recommandations sont rapidement obsolètes. Cependant, les données disponibles et relevées dans le cadre de la recherche ont permis de calculer des coefficients d'extrapolation et des courbes de variation caractéristiques qui sont valables pour les zones urbaines en Suisse alémanique et romande. Ces outils fournissent une estimation suffisamment précise de la fréquence de flux piétons journaliers sur la base d'une enquête de deux heures. L'objectif de recherches ultérieures sera de développer des courbes de variation caractéristiques pour la Suisse italienne et les zones rurales.

Summary

The research "Recommendations for Counting Pedestrian Traffic" evaluated different technologies, tested methods for defining a network of counting sites and built a typology of flow profiles. It also calculated extrapolation factors using data from the microcensus "Mobility and Transport" (the Swiss Travel Survey) and from permanent counting points, to enable estimation of daily flows from one or two hour surveys. Seven counting technologies were tested in nine cities with regards to seven different practical research questions.

Questions from practice as starting point

Data collection usually starts with a research question. Such questions were also the starting point for the present testing of the various technologies. To ensure that the questions were as practical as possible, experts from municipalities, cities and cantons were asked to submit their most important counting needs and relevant information requirements. From this, the pilot counts below were developed, using and testing the appropriate technologies in each case.

Level of network:

1. **representative selection of counting points (counting concept) for monitoring**
2. **large-scale route choices**

Level of linear flows:

3. **linear pedestrian traffic flows, e. g. in pedestrian zones, on pavements and paths**
4. **mixed surfaces for pedestrian and bicycle traffic**

Level of crossing points and junctions:

5. **crossings: with or without central refuge island**
6. **complex junctions and pedestrian areas**
7. **interfaces with public transport: stops and stations**

Considered technologies

For the pilot counts, different technologies were used and tested in terms of their advantages, disadvantages and limitations of use. The automatic counting devices and sensors used have different modes of operation, which are presented below. The first example may not involve technology, of course, but hand counts are an important tool that should always be considered.

- In **manual counts**, people do the actual counting on site
- For the **manual analysis of video data**, videos are recorded on a storage medium. A person then reviews the material and counts based on the recording.
- For the **automated analysis of video data**, videos are recorded on a storage medium. This data is then evaluated by special software. Usually the video footage needs to be sent in or uploaded to a specialised company or agency offering that type of analytical software. The method can be applied for video recordings in the optical spectrum as well as with those in the infrared spectrum.
- **Cameras with an integrated analysis** are video cameras that evaluate the images directly and do not store the video material.
- The **stereo-optical sensor** is a 3D camera with two lenses. This allows a 3D image to be evaluated automatically. This increases the counting accuracy.
- The **pyroelectric or passive infrared sensor** detects temperature changes in the environment when a moving object passes by.
- The **laser scanner** uses a laser beam in the infrared range to detect the outlines of the objects that pass the laser scanner. Based on the patterns of the outlines, different objects are recognised and counted.

- The **Bluetooth and WiFi tracking** recognises smartphones, tablets, smartwatches in the vicinity based on the device-specific Mac address. Like number plate detection, relationships between different counting locations can thus be recorded.

Duration of the count as decisive factor for the choice of technology

The evaluation of the various pilot surveys has shown that it is less the questions themselves that influence the choice of technology to be used than the duration of the count. In the case of short-term counts, for example, the installation costs should not be as high as in the case of a long-term survey. In the latter case, it is also worthwhile to set up a separate power supply, while operation for short counts is more likely to be managed with a battery or solar panel.

In order to assess which technology is suitable for which type of survey, three counting durations are distinguished:

- Short time counts: 2-12 hours
- Medium time counts: 1-14 days
- Long time counts: 1-2 years or permanent counting

In connection with any given task, the question arises as to what kind of data is required for the outcome. Is it the peak hour or the average daily traffic? Is a weekly or annual flow profile needed or do you want to document a long-term pattern? The data required determines the duration of the survey.

Tab. 7 Counting duration according to data needs

Data requirements	Duration of count
Average daily traffic volume and peak hour	Short (2-12 hours, depending on whether walking directions are relevant and extrapolation factors are available).
Daily flow	Short-Medium (at least 12 hours)
Weekly flow	Medium (at least 7 days, ideally 14 days)
Annual flow	Long
Long-term patterns	Long or repeated short or medium

Short timeframe counts

Short timeframe counts are suitable for estimating the volume of pedestrian traffic, e. g. to clarify whether a zebra crossing is the right type of crossing or to quantify the influence of the number of pedestrians crossing on the performance of motorized traffic.

For short time counts, manual methods are usually the main option. The time required for the installation and calibration of automatic equipment often exceeds the time required for manual counting. The focus is on manual counts on site or from video footage. The collected data can then be generalised using extrapolation factors and flow profiles. Manual methods have the advantage that additional characteristics of the pedestrians can be recorded as well (especially age or gender). Thanks to the extrapolation factors and flow profiles which are presented in detail in this report, short surveys in urban areas in German-speaking and to some degree in French-speaking Switzerland can be extrapolated to the daily volume.

Medium timeframe counts

A count with a medium duration serves to understand the traffic flow of a location. It is used, for example, to monitor the success of projects or as an extended basis for planning. An average counting duration is also necessary if the counting point cannot be assigned to a specific type of flow profile or if there is none available (e. g. in Italian-speaking Switzerland or in smaller towns).

For counts with an average counting duration of between one and fourteen days, it is worth the effort to install counting devices. Technologies that can be operated with batteries are preferred.

Long timeframe counts

Permanent counting sites are suitable for observing the long-term development of pedestrian traffic, for checking the effectiveness of measures in the longer term, or to determine seasonal changes.

All technologies with an automatic evaluation of the data in the sensor are suitable for longer counts. Pyroelectric sensors, infrared cameras, stereo-optical and optical cameras as well as laser scanners are suitable. Most technologies should be connected to the power grid. Only the pyroelectric sensor can be recommended for battery powered permanent counting points.

Recording of walking paths, routes as well as conflict analysis

The recording of walking paths and routes is interesting for short and medium timeframe counts. Both optical and stereo-optical cameras are suitable for recording small-scale walking routes. The latter are often more precise than the simple cameras but cover a smaller area. Bluetooth and WiFi tracking can also be used to analyse routes for pedestrians. The challenge is to define survey locations where only the devices of people on foot are recorded. Otherwise, the assignment to different modes of transport is difficult. Also one has to be aware that not everyone carries such a device, while some people wear several of them. The sensors tested did not deliver convincing results for the automated detection of large or dense groups of people e. g. at traffic lights and for conflict analysis. There is still a need for research here.

Suitability of the technologies according to count duration

Fig. 7 shows the technologies that are suitable for the respective count duration and the desired coverage areas (one counting point, small-scale walking routes, personal characteristics or larger route choices).

In principle, most technologies can also count pedestrians in mixed traffic situations (bicycles, motor vehicles etc.). For some products, however, this is only possible in combination with a second technology. Caution is advised with the automated evaluation of optical data. The reliability of the evaluation varies between different providers (and the software algorithms used). The errors are usually not systematic and therefore cannot be calibrated.

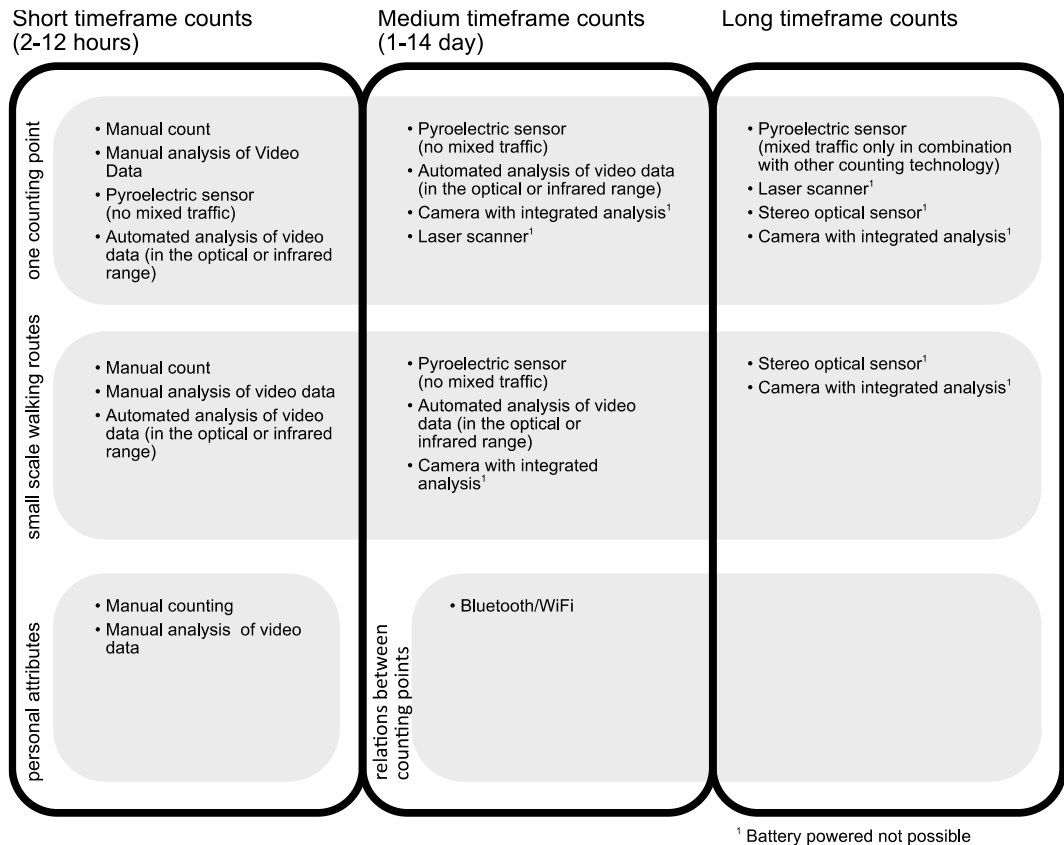


Fig. 7 Recommended counting methods depending on count duration

Flow profiles and extrapolation factors

For the development of flow profiles and extrapolation factors (in modelling and economics also known as ‘annualisation factors’), a detailed analysis of the data of the microcensus "Mobility and Transport" and of permanent counting sites was carried out. The microcensus analysis of the daily, weekly and yearly flow patterns, which was done in-depth for the first time, shows that the biggest differences in movement patterns can be found between the age groups and trip purposes, particularly in terms of daily flows. The daily rhythm of children and young people with the dominance of educational trips is different from that of adults with a mixture of work, leisure and shopping trips, and this in turn is different from that of senior citizens. The latter often travel at off-peak times in mid-morning and in the afternoon.

The differences in daily travel between the degrees of urbanisation (city, conurbation countryside) and the language regions are relatively small. Only the Italian-speaking part of Switzerland and the rural areas function slightly differently depending on the purpose of the journey. In terms of weather, only rain and snow influence the volume of pedestrian traffic in a significant way and only for leisure and shopping trips.

The analysis of the data from 32 permanent counting sites from the canton of Basel-Stadt and the cities of Zurich, Biel and St. Gallen in 2018 and 2019 shows that the flow patterns can be divided into 6 different types over the day, the week and the year (see Fig. 8). The results of the evaluation first of all apply to larger cities in German-speaking Switzerland and there mostly to areas close to the city centre. In the French speaking areas the flow profiles likely also apply but this needs to be verified with further counts. In the Italian-speaking part of Switzerland, as well as in the conurbation and rural communities, we are not yet aware of any permanent pedestrian traffic counts, so the data basis for definitive and reliable statements is lacking for these areas.

- Type 1: Leisure – Local recreation**
Strolling, jogging, outings, etc.
- Type 2: Shopping axis downtown** (in larger cities)
Main trip purposes: shopping as well as some leisure (entertainment, gastronomy).
- Type 3: Commuting: education and work**
Access to schools, work areas and public transport.
- Type 4: Local / neighborhood centers with public transport significance**
Main trip purposes: work/education, shopping and some leisure.
- Type 5: Neighborhood axes with local supplies and services**
Main trip purposes: work/education, shopping and some leisure.
- Type 6: Accesses to nightlife areas in larger (inner) cities**
Main trip purposes: leisure (restaurants, entertainment, etc.), work/education, and shopping.

Fig. 8 Formed flow profile typology based on the examined data from counting sites

The daily flow profiles according to the different types analyzed show the following patterns:

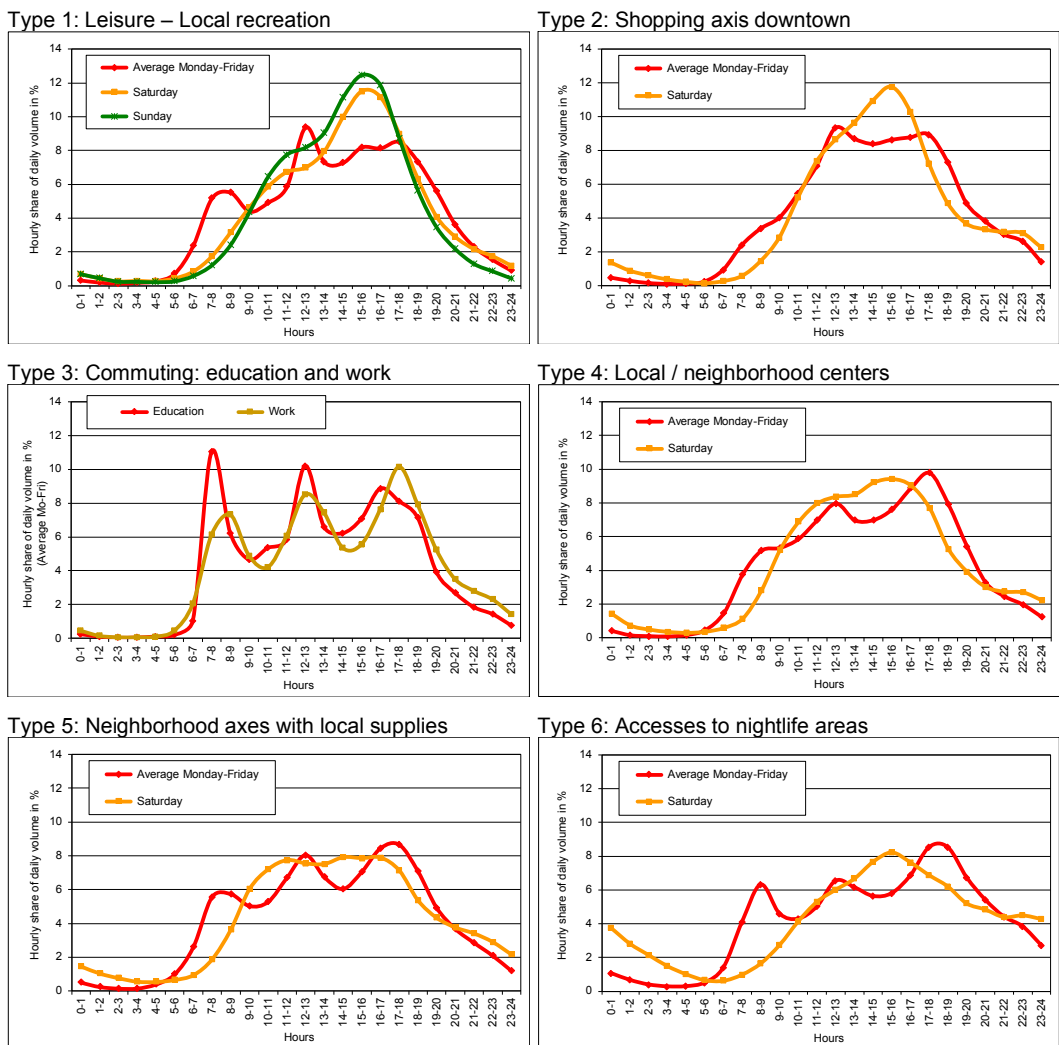


Fig. 9 Daily flow profiles according to the different types analyzed: Average values from Monday to Friday, as well as Saturday (except for type 3) and including Sunday for type 1

In a next step, extrapolation factors were calculated for each of the types derived from the counting point trajectories and the respective relative errors were determined.

The analysis shows that the derived factors are well suited for extrapolating the values from short-term counts to daily volumes and, by correcting for the day of the week and month, to average daily traffic volumes and average workday traffic volumes.

The most suitable hours of a working day to undertake measurements for extrapolation to daily traffic – those with the lowest relative error – are between 4 pm and 6 pm for most trip types. In the case of education the morning and midday hours are better, and in the case of work-related traffic also the hour between 6 p.m. and 7 p.m. can be reliable (see Tab. 8). If counts are taken over more than one hour, the relative error improves noticeably (see report for details). On Saturdays, the best survey hours are the ones in the early afternoon between 1 and 2 p.m., and in the case of city centre shopping in larger cities also somewhat later (see Tab. 9). Once the best hour or best two hours are determined, the respective extrapolation factor can be used. The detailed figures of the appropriate factors can be seen in the report.

Tab. 8 Optimal single hours for measurement by type: Monday-Friday

	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
All types (except for type 1)											■	■	■	
Type 1: Leisure-local recreation											■	■		
Type 2: Shopping axis downtown								■				■		
Type 3: Commuting: educat. & work			■	■									■	
Education		■					■							
Work				■									■	
Type 4: Local/neighbourhood centers											■	■		
Type 5: Neighbourhood axes										■	■	■		
Type 6: Access to nightlife areas											■	■	■	

Tab. 9 Optimal single hours for measurement by type: Saturday (and Sunday)

	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
All types (except for types 1 & 3)							■	■			■			
Type 1: Leisure-local recreation								■	■					
Sunday								■	■					
Type 2: Shopping axis downtown									■	■	■			
Type 3: Commuting: educat. & work														
Type 4: Local/neighbourhood centers							■	■						
Type 5: Neighbourhood axes							■	■	■	■				
Type 6: Access to nightlife areas							■	■						

Legend: ■ Best hour for extrapolation ■ Second best hour for extrapolation

When the best hour or best two hours have been determined for extrapolation to the day, the best factors to extrapolate from day to the whole week and from there to the whole year need to be determined. This then results in an overall daily average volume. A procedure and key figure that is already established in counting motorized transport.

The weekdays between Tuesday and Thursday are the most suitable for a count, as they usually have a medium weekday volume, on Monday it is slightly lower, on Friday slightly higher. Friday also has a slightly different daily pattern in some cases. Nevertheless, according to the evaluation, the relative error is often lowest on this day of the week, which is why Friday can also be used for an extrapolation. Saturday is usually less suitable for extrapolation.

In a year-on-year comparison across all types, pedestrian volume tends to be higher in spring and autumn, and lower in the summer months as well as in January and February. Exceptions to this are the types 1 (local recreation) and 6 (access to nightlife areas), where the summer has a higher volume than the other seasons.

For counting practice, it should be noted that peak times and directional loads can vary greatly throughout the day depending on location and type. For example, morning peaks often occur near schools and on work routes, while midday peaks occur in inner-city areas. There is virtually no school traffic in the mid-morning hours. Peak hours and days are often found on Saturdays for shopping, and on Sundays for leisure (local recreation).

In general, it should be taken into account that the movement patterns of pedestrian traffic are much more diverse than those of private or public transport. Accordingly, the types and values suggested in this report should be seen as average or model patterns. Each (manual) (short-term) counting point must therefore be carefully selected with regard to the extrapolation and briefly checked in advance to see how it operates. In concrete terms, this means, for example, to check which type the site can be assigned to at prima vista, whether certain user groups predominate and whether there are any random influences that could distort the count.

When planning to build a network of counting points in a city it can be worthwhile to use the microcensus data – provided the data base is broad enough – in order to decide where the counting sites could be placed so the pedestrian traffic gets recorded with its various traffic purposes as representatively as possible.

Concluding remarks

This research report presents up-to-date recommendations regarding automated counts of pedestrian traffic. Since there are fast and dynamic changes in this field, some technical recommendations will likely be outdated soon. However, the project demonstrated also that it is possible to build distinct types of flow profiles and to calculate extrapolation factors that allow a sufficiently accurate estimate of the daily volume of pedestrian traffic based on a one or two-hour survey. The profiles and extrapolation factors are currently only applicable to the urban areas of German-speaking and French-speaking Switzerland. Further research should, therefore, aim to develop flow profiles and extrapolation factors for Italian-speaking Switzerland and rural areas.

1 Einleitung

1.1 Forschungsauftrag und Ziele

1.1.1 Problembeschreibung

Verkehrsplanung und Verkehrspolitik sind nur sinnvoll möglich, wenn dafür gute Datengrundlagen zur Verfügung stehen. Dies gilt für den Fussverkehr genauso wie für alle anderen Verkehrsmittel. Während für den motorisierten Individualverkehr und den öffentlichen Verkehr bereits regelmässig Daten erhoben werden, ist die Datenerhebung für den Fussverkehr, teilweise auch für den Veloverkehr noch ungenügend entwickelt. Erst wenige Städte und Kantone führen regelmässig Zählungen des Fussverkehrs durch.

Das Spektrum für mögliche Anwendungen von Fussverkehrsdaten ist sehr breit. So werden Datengrundlagen unter anderem für folgende Zwecke gebraucht:

- Erstellen von Verkehrsprognosen und Potenzialabschätzungen bzw. der Modellierung des Verkehrs.
- Strategische und konzeptionelle Überlegungen der Verkehrs- und Infrastrukturentwicklung.
- Konkrete Planungsarbeiten bis hin zum Bau und Unterhalt von Anlagen, z. B. zu deren Dimensionierung oder zur Erfassung des Verkehrszustandes.
- Das Controlling, d. h. zur Wirkungskontrolle von Massnahmen und Projekten z. B. im Rahmen der Agglomerationsprogramme.
- Das langfristige Monitoring von Entwicklungen über die Zeit.

Die inhaltlichen, methodischen und technologischen Grenzen zwischen den Erhebungen werden immer durchlässiger. Das heisst, Erhebungen und insbesondere Zählungen des Fussverkehrs stehen meist in einem grösseren Zusammenhang von Daten, die mit unterschiedlichen Methoden und Technologien erhoben werden. Die Bandbreite reicht dabei von Erhebungen zur Verkehrsmittelwahl wie sie z. B. im Mikrozensus „Mobilität und Verkehr“ regelmässig von Seiten des Bundes vorgenommen werden, über neue Methoden zum Nachzeichnen der Routenwahl (GPS) bis zu Analysen des Verhaltens (z. B. in Bezug auf Konflikte).

Ebenfalls relevant sind die Schnittstellen mit anderen Verkehrsmitteln oder mit der Parkierung und dem Aufenthalt, der vor allem beim Fussverkehr relevant ist. Verknüpfungen gibt es auch zu Fragen der Wahrnehmung, zur Zufriedenheit der Nutzenden mit der Infrastruktur oder zum subjektiven Sicherheitsgefühl. Seit langem etabliert sind die Erhebungen zu Art und Zahl von Verkehrsunfällen sowie der nicht rapportierten Dunkelziffer (Selbstunfälle) wie sie z. B. die Beratungsstelle für Unfallverhütung periodisch analysiert.

Grundlegend sind nicht zuletzt die Angaben zu den Wegnetzen sowie zu den Ziel- und Quellgebieten wie sie in den Richtplänen und GIS-Unterlagen vorhanden sind. Auch institutionelle Rahmenbedingungen wie z. B. Finanzierungsmechanismen der Agglomerationsprogramme oder Kosten-Nutzenberechnungen (z. B. zu Gesundheit oder Umwelt) tragen weiter zu einem umfassenden Bild des Fussverkehrs bei. Aus all diesen Grundlagen können zunehmend auch Modellierungen und Potenzialabschätzungen vorgenommen werden.



Abb. 10 Anwendungsbereiche von Fussverkehrsdaten

In der Praxis bildet eine evidenzbasierte Planung des Fussverkehrs jedoch weiterhin die Ausnahme. Grund dafür sind folgende Herausforderungen:

1. Das Bewegungsverhalten des Fussverkehrs ist gekennzeichnet von einer hohen Flexibilität hinsichtlich Richtungsänderung, Aufenthalt, Wahl der Wege usw. Diese Flexibilität macht eine Erhebung anspruchsvoller als bei anderen Verkehrsmitteln und stellt sowohl konzeptuell wie technisch eine Herausforderung dar.
2. Im Bereich der *Zählsysteme* finden aktuell komplexe technologische Entwicklungen statt. Neben den zwar jungen, aber bereits relativ etablierten Technologien basierend auf optischen Sensoren (z. B. 3D-Sensoren oder Videosysteme) und den Passiv-Infrarot-Sensoren sind neuere Technologien entwickelt worden, die auf Bluetooth, WiFi, Mobilfunk- oder GPS-Daten basieren. Wie eigene Erfahrungen und die Literatur (z. B. Widmer et al. 2016 [51]) zeigen, haben die einzelnen Technologien je ihre eigenen Stärken und Schwächen und müssen gezielt je nach Situation und Fragestellung eingesetzt werden.
3. Eine systematische Erhebung des Fussverkehrs befindet sich in der Schweiz erst im Aufbau. Permanente *automatische Fussverkehrszählungen* im öffentlichen Raum werden in der Schweiz erst seit wenigen Jahren (Start ca. 2010) in grösseren Städten durchgeführt. Die vorhandenen Datengrundlagen sind entsprechend klein bzw. die erfassten Zeitreihen teilweise noch kurz. Zu den Pionieren bei den Fussverkehrszählungen gehören die grösseren Städte (z. B. Basel, Bern, Biel, Lausanne, St. Gallen, Zürich). Die Zählstellennetzdichte unterscheidet sich dabei allerdings stark: Während in der Stadt Zürich, im Kanton Basel-Stadt und in der Stadt Biel bereits ein repräsentatives Netz mit permanenten Zählstellen eingerichtet wurde, um die Veränderungen der Fussverkehrsleistung abzuschätzen, wurden andernorts meist nur periodisch oder projektbezogene automatische Zählungen durchgeführt.
4. Die *verfügbare Datengrundlage* zu Fussverkehrszählungen ist grösstenteils fragmentiert und projektbezogen. Die Verkehrsbetriebe (SBB, regionale und lokale Transportunternehmen) erheben Daten zu den Ein- und Aussteigenden pro Haltestelle sowie Personenströme in den Bahnhöfen, eine bisher nur selten genutzte Grundlage. Weitere meist punktuell bzw. projektspezifisch erhobene Daten bestehen im Bereich von Konfliktanalysen, Querschnittszählungen oder Aufenthaltserhebungen im öffentlichen Raum, letztere vor allem manuell. Darüber hinaus werden auch in Naturparks und im Detailhandel automatisierte

Fussverkehrszählungen durchgeführt, welche im Rahmen dieses Projekts aber nicht im Vordergrund stehen.

5. Es existieren wenige *Standards* zur Erhebung und Nutzung von Fussverkehrsdaten. Die Fragestellungen zur Anwendung von Zählungen des Fussverkehrs in der Praxis sind jedoch oft ähnlich. Dies zeigt der 2012 ins Leben gerufene Erfahrungsaustausch des Netzwerks «Monitoring Fuss- und Veloverkehr» (ERFA). Neben halbjährlichen Treffen wurde die Webseite www.monitoring-fussvelo.ch eingerichtet. Die Erkenntnisse des ERFA werden im Rahmen dieses Forschungsprojektes nutzbar gemacht.

Diese Herausforderungen und Forschungslücken werden mit dem vorliegenden Forschungsbericht adressiert, um aufzuzeigen, wie die Planung des Fussverkehrs anhand von Zählungen evidenzbasierter erfolgen kann.

1.1.2 Stand der Forschung

Zum Stand der technologischen Entwicklung von *Zählsystemen* sind in der Schweiz diverse gute Grundlagen vorhanden, so z. B. der SVI-Bericht 2011/015 "Anforderungen an zukünftige Mobilitätsenerhebungen" (Widmer et al. 2016 [51]) und das VSS 2009/102-Teilprojekt 2 zu den Methoden der Verkehrsbeobachtung (Schneider und Hirzel 2015 [40]). Spezifisch auf die Erfassung des Fussverkehrs fokussiert, aber etwas älter, sind die Studien von Sauter (Sauter 2009 [34]) und jene von Transport for London (2007 [48]) mit einem direkten Anwendungsvergleich. Neueren Datums ist eine Machbarkeitsstudie aus Wien (Boku 2019 [10]). Auch die Stadt Zürich hat verschiedene Technologien im Vergleich getestet (3D-Kamera, Bluetooth, Überkopf-Infrarot usw.).

Die Quintessenz aus diesen Berichten ist, dass es noch häufig an Praxiserfahrungen mangelt, um die konkreten Einsatzbereiche, Kalibrierungsfragen sowie das spezifische *Bewegungsverhalten des Fussverkehrs* (hohe Flexibilität der Bewegungen, Gruppen, Aufenthalt, Abgrenzung zu anderen Verkehrsteilnehmenden, Wegzwecke usw.) abbilden zu können. Zugleich ist in diesem technologischen Bereich viel in Bewegung, so dass es einer dauernden Beobachtung der Entwicklung bedarf.

Bei *automatischen Fussverkehrszählungen* in Städten, Kantonen, Pärke usw. werden bereits zahlreiche Daten mit automatischen Zählgeräten erhoben. Eine Übersicht gibt das VKS-Bulletin 1/2016 (Velokonferenz Schweiz 2016 [50]). Auch wenn die kontinuierlichen und projektbezogenen Erhebungen schon häufige Praxis sind und die Resultate dokumentiert werden (z. B. Stadt Zürich 2012 [44], Kanton Basel-Stadt 2017 [25]), ist wegen der geringen Wissensbasis noch immer jedes Zählprojekt auch ein Forschungsprojekt mit einem Lerneffekt. Das zeigen auch eigene Erhebungen z. B. am Zürcher Limmatufer und in Wattwil (Sauter 2011 [35], 2016a [36], 2017 [38]).

Für potenzielle Anwender existiert bereits eine grössere Zahl von Empfehlungen zu manuellen Erhebungen des Fussverkehrs, z. B. der SVI-Bericht 2001/503 (Zweibrücken et al. 2005 [52]) und die von Fussverkehr Schweiz herausgegebenen Anleitungen zu Zählungen und Aufenthaltserhebungen (Fussverkehr Schweiz 2015a [17] und 2015b [18]). International finden sich dazu das Manual „Conducting Bicycle and Pedestrian Counts“ aus Kalifornien (Kittelson et al. 2013 [26]) oder das „Public Life Data Protocol“ des Gehl Institutes zu Aufenthaltserhebungen (Gehl Institute et al. 2017 [20]). Zwar sind mit diesen Anleitungen bereits gute Grundlagen vorhanden. In der Praxis besteht jedoch weiterhin Forschungsbedarf, um Aussagen zur Lage der Zählstellen, zu Ganglinien, Witterungseinflüssen, Hochrechnungsfaktoren, zur Genauigkeit, Darstellung der Resultate oder zu den Kosten besser abzusichern.

Forschungsarbeiten entstehen auch im Feld der Nutzung und Verknüpfung der *verfügbaren Datengrundlage*. So ist z. B. die Aufbereitung von Wissen hinsichtlich der Modellierung, in welche Fussverkehrsdaten einfließen, bedeutsam. Hierzu wurde der SVI-Bericht 2014/001 "Makroskopische Modellierung des Fuss- und Veloverkehrs" (Gasser et al. 2017 [19]) publiziert. Im Europäischen Projekt FLOW (FLOW 2017 [16])

geht es ebenfalls um die Verbesserung der Modellierung des Fussverkehrs, v. a. in Bezug auf die Stauvermeidung. Im ebenfalls europäischen Projekt TRACE (TRACE 2017 [47]) werden Grundlagen des Trackings für die Planung aufbereitet (Bernardino et al. 2016 [8]). Grundlagenarbeit hat auch das Büro Pestalozzi & Stäheli geleistet mit der Nutzung von Mikrozensusdaten zur Bestimmung der Standorte automatischer Zählgeräte im Kanton Basel-Stadt (Pestalozzi und Kirsch 2016 [31]). Ein weiterer Beitrag an die Grundlagen der Praxis stellt die 2017 publizierte Ableitung von Ganglinien und Hochrechnungsfaktoren aus automatischen Zählungen dar (Rossmerkel 2017 [32]).

Die vorhandenen Studien schliessen einen ersten Teil der Wissenslücken und weisen auf den weiteren Forschungsbedarf hin. So ist für die Modellierung z. B. die Frage nach der optimalen Positionierung der Zählstellen noch offen (Stichwort Unterschiede der Frequenzen je nach Wegabschnitt). Auch in der Kombination mit anderen Methoden (z. B. dem MZMV) wohnt ein noch unerforschtes Potential inne und nicht zuletzt wäre es hilfreich, über erstmalige bzw. neuere Werte zu typischen Tages- und Wochenganglinien sowie Hochrechnungsfaktoren zu verfügen.

Ein nicht zu unterschätzender Teil der Weiterentwicklung des Feldes geschieht im Rahmen von Netzwerken, die den Austausch von Erfahrungen ermöglichen. Hierbei wird nicht nur Wissen gegenseitig vermittelt, sondern es entstehen auch neue Standards. Zwei solche Plattformen können im Bereich benannt werden: Einerseits besteht seit 2012 der Erfahrungsaustausch im Netzwerk „Monitoring Fuss- und Veloverkehr“ (ERFA), in welchem Fachleute aus unterschiedlichsten Arbeitsbereichen ihre Erkenntnisse zu Fussverkehrszählungen austauschen (Velokonferenz Schweiz 2016 [50] und die Website www.monitoring-fussvelo.ch). Andererseits besteht auf internationaler Ebene das Forum „Measuring Walking“, in dem Fachleute global vernetzt sind. Speziell zu erwähnen sind z. B. der Datenstandard (Sauter 2016b [37]) und die Workshops von 2017 zu GPS-Tracking und 2008 zu Zähltechnologien des Fussverkehrs, siehe www.measuring-walking.org/workshops/overview). Diese beiden Plattformen des Erfahrungsaustauschs zeigen die häufig gleichartigen Fragen aus der Praxis (wann wo wie zählen), die schnelle technologische Entwicklung sowie die spezifischen Anforderungen des Fussverkehrs an Inhalte, Methoden und Techniken der Erhebungen, um valide Ergebnisse zu erzielen.

1.1.3 Forschungsbedarf

Ausgehend von der oben dargestellten Problemstellung, dem aktuellen Stand der Forschung und den Entwicklungen im Feld wurde folgender Forschungsbedarf eruiert:

- Zusammenstellung der auf dem Markt verfügbaren Technologien mit Vor- und Nachteilen, Einsatzgrenzen, Verwendungszweck, Aufwand, Kosten usw., speziell fokussiert auf den Fussverkehr
- Bestimmung von zweckdienlichen Erhebungsorten und der notwendigen Zählstellendichte für verschiedene Zielsetzungen: z. B. für Mobilitätshub, öV-Haltestelle, Innenstadt, Nahversorgungszentrum, Quartierstrasse, Pendler- oder Freizeitroute
- Ermittlung von Ganglinien (Tages-, Wochen- und Jahresganglinie) für verschiedene Raum- und Siedlungstypen, Wegzwecke usw.
- Erarbeitung von spezifischen Grundlagen für die Modellierung auf verschiedenen Ebenen (Mikroebene oder Makroebene)
- Signifikanzniveau von Kurzerhebungen (z. B. in Abhängigkeit der Zähldauer) und daraus abgeleitete Hochrechnungsfaktoren
- Bedarf und Umfang der Datenkalibrierung (Korrekturfaktoren)

1.1.4 Projektziele und Forschungsfrage

Das vorliegende Forschungsprojekt erarbeitet praxisorientierte Hinweise für die konkrete Vorbereitung, Durchführung und Aufbereitung von Zählungen. Das Ziel ist es, Empfehlungen zu Fragestellungen, Datenbedarf und Zählssystemen zu formulieren, die es vereinfachen, kostengünstige und zweckmässige Fussverkehrszählungen durchzuführen.

Damit soll ein Beitrag dazu geleistet werden, die Planung des Fussverkehrs evidenzbasierter zu gestalten.

Es werden dabei sowohl Fragestellungen auf der Mikroebene (orts-/projektbezogene Zählung) als auch auf der Makroebene (Aufbereitung gesammelter Zählungen, ortsunabhängig) untersucht und miteinander verknüpft. Der Forschungsfokus liegt auf Fragestellungen der Mikroebene, die jedoch eingebettet in die Fragestellungen der Makroebene analysiert und dargestellt werden (vgl. Abb. 11).

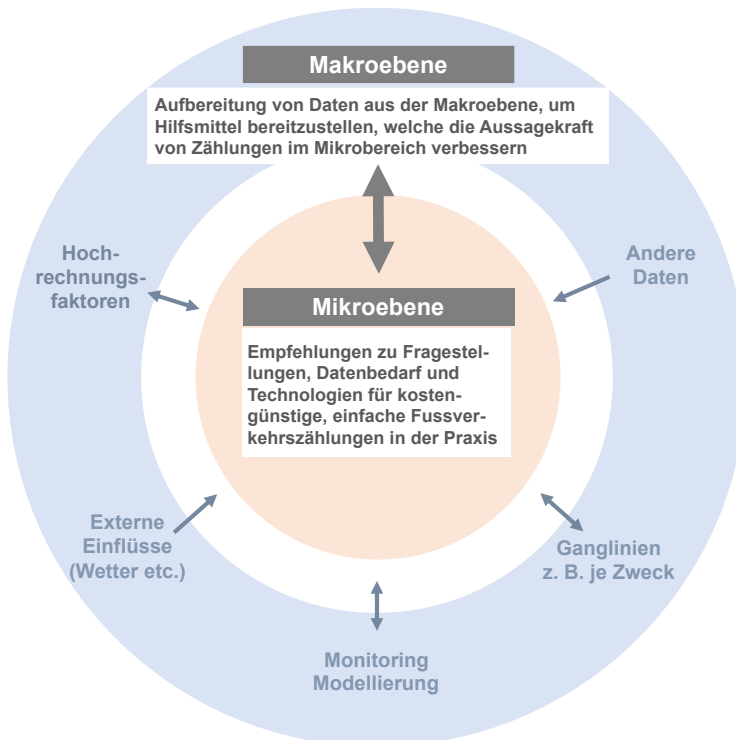


Abb. 11 Projektziele auf der Mikro- und der Makroebene

Auf der Makroebene geht es darum, die vorhandene, fragmentierte Datenbasis, insbesondere aus verschiedenen Dauerzählstellen, gezielt zu verknüpfen, um übergreifende Fragestellungen zu analysieren (z. B. Einfluss von externen Effekten auf Zählungen). Mithilfe dieser Resultate sollen Hilfsmittel (z. B. Hochrechnungsfaktoren, Ganglinien usw.) zur Verfügung gestellt werden, welche die Aussagekraft von orts- und projektbezogenen Zählungen auf der Mikroebene verbessern und die Interpretation der Zählungen vereinfachen. Dies soll zu besseren und häufigeren, auch kurzzeitigen Zählungen beitragen, die dann wiederum auf der Makroebene verwendet werden können, z. B. für das Monitoring oder die Modellierung.

Eingebettet in die auf der Makroebene untersuchten Fragestellungen, sollen für projektbezogene Zählungen der Mikroebene im Rahmen dieses Projektes erstens Grundlagen für folgende Planungsphasen und Anwendungsbereiche erarbeitet werden:

- Projektierung, Dimensionierung und Unterhalt von Anlagen
- Prognosen, Modelle und übergeordnete Planungen
- Assessment, Controlling, Benchmarking

Zweitens soll eine Übersicht über geeignete Zähltechnologien und deren Anwendungsbereiche erstellt werden. Drittens sollen praxisorientierte Hinweise für die konkrete Vorbereitung, Durchführung und Aufbereitung von Zählungen des Fussverkehrs und den daraus resultierenden Daten formuliert werden.

Mit der Verknüpfung der Resultate sollen die Hürden für Erhebungen des Fussverkehrs auf zwei Arten gesenkt werden. Einerseits können folgende Resultate direkt in der planerischen Praxis verwendet werden:

- Empfehlungen zur Vorbereitung, Durchführung und Aufbereitung von Zählungen
- Übersicht über die Zähltechnologien und deren spezifische Eignung in der Planungspraxis
- Übersicht zur Verwendung und Kombination von verfügbaren Datensätzen

Andererseits wird mit der Veröffentlichung des Forschungsberichts eine breite Gruppe von Fachleuten in Verwaltung, Planung und der Wirtschaft für Bedeutung und Nutzen der Erhebungen des Fussverkehrs sensibilisiert. Das Forschungsprojekt leistet so einen Beitrag dazu, die Planung des Fussverkehrs evidenzbasierter zu gestalten.

1.2 Abgrenzung der Forschungsarbeit

Bei der Bearbeitung der Projektziele wurden folgende Schwerpunkte und inhaltliche Abgrenzungen gesetzt: Wir fokussieren auf das Siedlungsgebiet, den öffentlichen Raum und die Schnittstellen des öV (Haltestellen mit Umfeld), betrachten Personenflüsse und den Aufenthalt, konzentrieren uns auf heute marktreife Technologien und erarbeiten Grundlagen für die Bedürfnisse auf allen Ebenen (Bund, Kantone, Agglomerationen, Gemeinden sowie Transportunternehmen).

Kein Schwerpunkt sind demnach: Indoor-Zählungen (z. B. Einkaufszentren), Evakuierungskonzepte, Personenflüsse innerhalb von Anlagen wie Bahnhöfe, Erhebungen auf Freizeitrouten (Wanderwege, Pärke) und Technologien, die noch in einem frühen Entwicklungsstadium sind. Es wurden keine Publikumsbefragungen durchgeführt.

1.3 Vorgehen

Die Forschungsarbeit wurde in drei Phasen gemäss Abb. 12 durchgeführt.

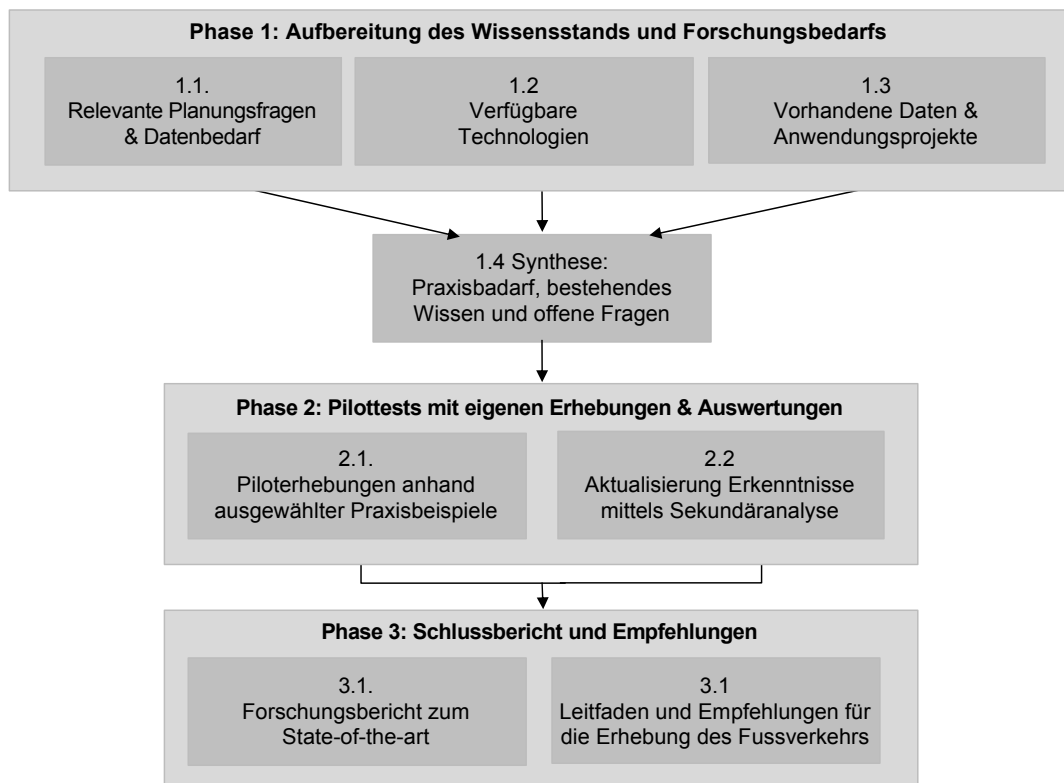


Abb. 12 Vorgehen zur Bearbeitung der Forschungsarbeit

Nach der Auftragserteilung durch das Bundesamt für Strassen ASTRA konnte mit dem Forschungsauftrag im September 2018 begonnen werden. Nach Abschluss der Phase 1 fand im Januar 2019 die 1. Sitzung der Begleitkommission statt.

Die Phase 2 erforderte aus folgenden Gründen bedeutend mehr Zeit als gemäss Antrag geplant:

- Die Suche nach Städten und Kantonen, die an einer Zusammenarbeit für die Piloterhebungen interessiert waren, dauerte länger.
- Der zeitliche Aufwand von der Offertphase bei den Geräteanbietern bis zum definitiven Auftrag durch die Projektpartner wurde im Antrag ebenfalls unterschätzt.
- Bei den umfangreicheren Erhebungen in Zürich, Luzern, Winterthur und Brugg waren auch die Vorbereitungen bis zur Geräteinstallation sehr aufwändig.
- Da sich einzelne eingesetzte Technologien noch in einer Entwicklungs- und Optimierungsphase befinden, waren die Bereinigung und Aufbereitung der Daten sehr zeitintensiv.
- Insbesondere die Erhebung in Brugg musste aufgrund von Covid-19 um ein halbes Jahr verschoben werden.

Die Piloterhebungen fanden zwischen September 2019 und September 2020 statt.

Aufgrund von Covid-19 fand die 2. Sitzung der Begleitkommission nicht statt. Stattdessen wurde die Begleitkommission mit einer umfangreichen Präsentation im März 2020 über den Stand der Arbeiten informiert. Die Mitglieder der Kommission hatten die Möglichkeit sich mit Fragen und Anregungen einzubringen.

In den Jahren 2020 und 2021 wurden die Piloterhebungen ausgewertet, die Berichte an die Projektpartner verfasst und die Ergebnisse im Forschungsbericht zusammengefasst (Phase 3.1.). Ebenso wurden die bisherigen Daten aus verschiedenen Fussverkehrszählungen ausgewertet, um daraus typische Ganglinien und Hochrechnungsfaktoren abzuleiten (Phase 2.2).

Ende März 2021 wurde an der 2. Sitzung der Begleitkommission der Entwurf des Forschungsberichts diskutiert und anschliessend fertig gestellt. Die Schlussbereinigung durch die Begleitkommission fand im Zirkularverfahren statt.

2 Grundlagen, Technologien und vorhandene Daten

2.1 Relevante Planungsfragen und Datenbedarf

2.1.1 Zählungen im Planungsverlauf

Zählungen des Fussverkehrs dienen in der Praxis als empirische Entscheidungsgrundlage zur Lösung von planerischen Fragestellungen im Fussverkehr. Sie sind neben beispielsweise technischer Normierung oder Interessenabwägung eines von mehreren Hilfsmitteln, die zur Lösung von planerischen Fragestellungen miteinbezogen werden können. Das Ziel eines Planungsprozesses ist es, mit verschiedenen Hilfsmitteln schrittweise den Entscheidungsspielraum einzugrenzen, bis ein Projekt realisiert werden kann.

Fussverkehrszählungen können in verschiedenen Phasen dieses Prozesses direkt oder indirekt in die Planung einbezogen werden. Je weiter fortgeschritten ein Projekt ist, desto enger wird der verbliebene Entscheidungsspielraum, innerhalb dessen Entscheidungen auf Basis einer Zählung getroffen werden können. Dabei besteht ein direkter Zusammenhang zwischen dem verbliebenen Entscheidungsspielraum und dem Datenbedarf. Je grösser der verbliebene Entscheidungsspielraum, desto grösser ist die benötigte Datenmenge und Datenkomplexität. Mit zunehmender Konkretisierung nehmen die benötigte Menge und Komplexität der erhobenen Daten ab.

Abb. 13 zeigt diesen Zusammenhang schematisch anhand des Beispiels einer Querung. Wie in einem Trichter verengt sich der Handlungsspielraum mit zunehmendem Fortschritt des idealtypischen Planungsprozesses. Im selben Mass nimmt der Datenbedarf ab. In der Praxis verläuft der Planungsprozess meist nicht linear wie in Abb. 13 dargestellt. Oft ist es nötig, bereits getroffene Vorentscheidungen wieder zu überdenken und bewusst einen Schritt zurückzugehen. Der Entscheidungsspielraum wird dadurch wieder erweitert, die für eine Zählung notwendige Datenmenge steigt.

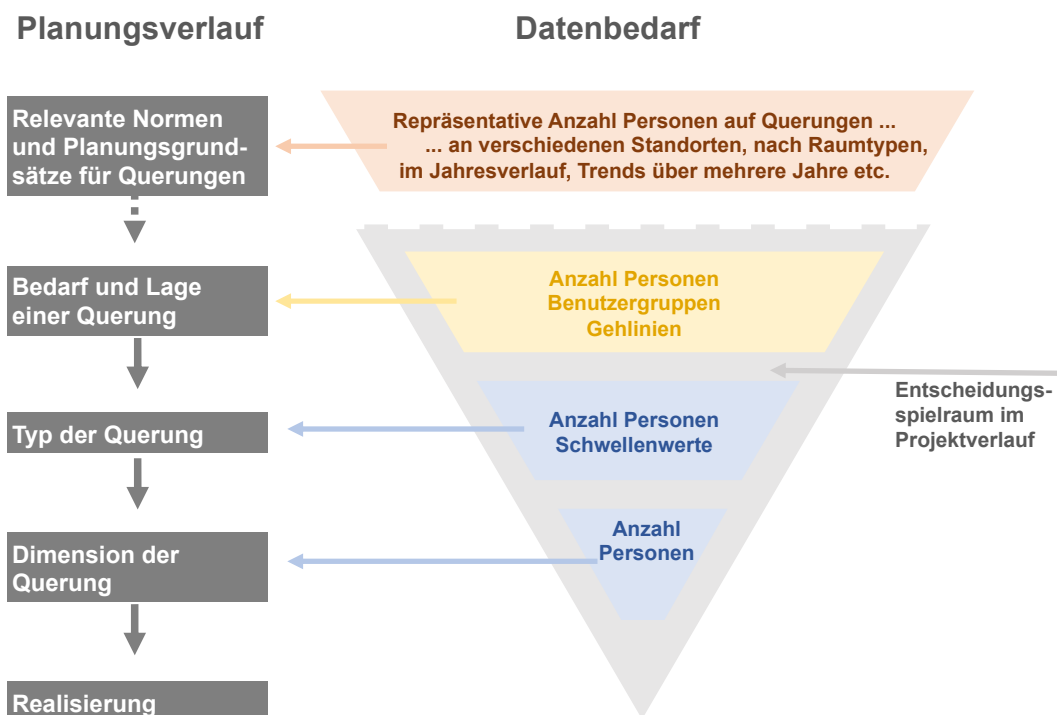


Abb. 13 Zusammenhang von Datenbedarf und Entscheidungsspielraum im Planungsverlauf am Beispiel einer Querung.

2.1.2 Typologie von Planungsfragen

Fragestellungen in der Praxis lassen sich in drei Betrachtungsebenen gliedern, je nachdem, welchen Teil der Fussverkehrsinfrastruktur sie betreffen: Netz, Flächen und Querungen.

Fragestellungen in der Betrachtungsebene Netz betreffen das Weg- und Strassennetz für den Fussverkehr. Typischerweise zielen Fragestellungen in dieser Ebene auf das Zusammenspiel von mehreren Netzelementen ab und setzen deren Frequentierung zueinander ins Verhältnis. Auf der Netzebene sind die Routen des Fussverkehrs nicht im Vorherein bekannt.

Fragestellungen in der Betrachtungsebene Flächen betreffen Verkehrsflächen, auf denen zu Fuss Gehende zugelassen sind, also Strassen, Tempo 30-Zonen, Begegnungszonen, Fussgängerzonen, Trottoirs und Fusswege. Dabei lassen sich lineare Flächen, bei welchen die Gehlinien des Fussverkehrs a priori auf zwei Richtungen beschränkt sind, von nicht-linearen Flächen unterscheiden, bei welchen die Gehrichtung im Vorherein nicht bekannt ist. Die Untersuchung der Nutzung von Aufenthaltsflächen (z. B. Wartebereich Bushaltestelle) kann unter den Fragestellungen, die nicht-lineare Flächen betreffen, subsummiert werden.

Fragestellungen in der Betrachtungsebene Querungen betreffen Verkehrsflächen, die es dem Fussverkehr ermöglichen, andere Verkehrsträger zu queren oder andere Hindernisse zu überwinden. Bei einer Querung wird der Fussverkehr in der Regel in Relation zu anderen Verkehrsmodi betrachtet.

Sowohl für die gemischt als auch für die getrennt betriebene Fussverkehrsinfrastruktur bleiben die Fragestellungen dieselben. An Standorten mit Mischverkehr muss lediglich sichergestellt werden, dass die verschiedenen Verkehrsmittel gesondert erhoben und betrachtet werden können.

Für jede Betrachtungsebene ergeben sich je nach Konkretisierungsgrad eines Projektes andere Kategorien von Fragestellungen. Tab. 10 gibt einen Überblick über die Kategorien, nach denen gängige Fragestellungen aus der Praxis gegliedert werden können. Grau hinterlegt sind dabei Fragestellungen der Mikroebene, die sich auf konkrete Projekte beziehen. Weiss hinterlegt sind Fragestellungen der Makroebene.

Tab. 10 Typologie von Planungsfragen

Netz	Weg- und Strassennetz für den Fussverkehr
Erschliessung von Zielen und Quellen	<ul style="list-style-type: none"> • Wie soll ein Park oder Platz ohne Fahrverkehr für den Fussverkehr erschlossen sein (Wegenetz, Dimensionierung)? • Wie soll eine Haltestelle, ein Bahnhof, eine Schiffsanlegestelle, eine Parkierungsanlage (usw.) für den Fussverkehr erschlossen werden? • Wie sollen Schulen und andere öffentliche Einrichtungen für den Fussverkehr erschlossen werden? • Wie sollen Wohn-, Arbeits- und Einkaufsgebäude erschlossen sein? • Wie sollen Freizeiteinrichtungen und Grossanlässe für den Fussverkehr erschlossen werden? • Besteht Bedarf für ein neues Netzelement des Fussverkehrs?
Wirkungskontrolle	<ul style="list-style-type: none"> • Was ist der Effekt eines neuen Fusswegs, eines Trottoirs, einer Rampe, einer Treppe oder eines Treppenwegs auf das Fusswegnetz im betrachteten Perimeter? • Was ist der Effekt einer neu gemischten Verkehrsführung auf das Fussverkehrsnetz im betrachteten Perimeter? • Was ist der Effekt einer Fussgängerzone oder Begegnungszone auf das Fussverkehrsnetz im betrachteten Perimeter? • Welchen Effekt hat die Einrichtung, Versetzung oder Schliessung einer Schnittstelle auf das Fussverkehrsnetz?

Tab. 10 Typologie von Planungsfragen

Netz	
	Weg- und Strassennetz für den Fussverkehr
	<ul style="list-style-type: none"> • Welchen Effekt hat die Einrichtung, Versetzung oder Aufhebung einer Querung auf das Fussverkehrsnetz?
Externe Einflussfaktoren / Netzsensibilität	<ul style="list-style-type: none"> • An welchen Orten wird der Fussverkehr besonders von der Witterung beeinflusst (z. B. Seepromenade bei schönem Wetter, Arkaden in der Altstadt bei Regen)? • Wie wirkt sich eine Veranstaltung auf die Frequentierung des lokalen Fussverkehrsnetzes aus? • Wie wirkt sich eine Baustelle auf das Fussverkehrsnetz aus? • Wie beeinflussen Feiertage und andere Ereignisse die Frequentierung?
Monitoring der Gesamtverkehrsleistung	<ul style="list-style-type: none"> • Wie verändert sich die Verkehrsleistung und Frequentierung des Fussverkehrsnetzes eines betrachteten Perimeters?
Flächen	
Dimensionierung linearer Fussverkehrsflächen	<ul style="list-style-type: none"> • Wie muss ein Trottoir, ein Fussweg, eine Rampe, eine Treppe oder ein Treppenweg dimensioniert sein? • Wie müssen Fussverkehrsbereiche auf gemischten Verkehrsflächen dimensioniert sein?
Art der Fussverkehrsfläche	<ul style="list-style-type: none"> • Besteht an einem Ort Bedarf für ein Trottoir, einen Fussweg, eine Rampe, eine Treppe oder einen Treppenweg? • Ist an einem Ort eine getrennte oder eine gemischte Verkehrsführung angebracht?
Dimensionierung und Gestaltung nicht-linearer Fussverkehrsflächen	<ul style="list-style-type: none"> • Wie muss eine nicht-lineare Fussverkehrsfläche dimensioniert sein? • Wie soll ein Park oder Platz ohne Fahrverkehr in Bezug auf die Gehlinien und den Aufenthalt gestaltet werden (Wege, Möblierung, Materialisierung usw.)? • Wie beeinflussen die Geometrie und Hindernisse die Dimensionierung einer Fussverkehrsfläche? • Wie müssen Bus- und Tramhaltestellen dimensioniert sein? • Wie müssen Wartebereiche (z. B. bei öV-Haltestellen) dimensioniert sein?
Wirkungskontrolle	<ul style="list-style-type: none"> • Werden die Ziele eines Projektes erreicht? • Welche Auswirkung hat die Veränderung des Betriebs- und Gestaltungskonzeptes auf deren Frequentierung?
Externe Einflussfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> • Wie beeinflusst die Witterung die Frequentierung einer Fussverkehrsfläche? • Wie beeinflussen Feiertage, Ferien, Baustellen und spezielle Events die Frequentierung einer Fussverkehrsfläche?
Querungen	
Dimensionierung einer Querung	<ul style="list-style-type: none"> • Wie gross ist die Querungsnachfrage bei einer Querung? • Wie muss eine Querung auf zwei Ebenen (Über- oder Unterführung) dimensioniert sein? • Wie müssen Wartebereiche (z. B. an Lichtsignalanlagen) dimensioniert sein?
Art einer Querung (Querungstyp)	<ul style="list-style-type: none"> • Welches ist der geeignete Querungstyp (punktuelle Querung mit oder ohne Vortritt, Querung auf zwei Ebenen, flächige Querung)?
Lage einer Querung	<ul style="list-style-type: none"> • Wo ist ein geeigneter Ort je nach Querungstyp?
Wirkungskontrolle	<ul style="list-style-type: none"> • Werden die Ziele eines Projektes erreicht? • Welche Auswirkung hat die Veränderung / Erstellung einer Querung auf deren Frequentierung? • Wird die Querung benutzt?
Externe Einflussfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> • Wie beeinflusst die Witterung die Frequentierung einer Querung? • Wie beeinflussen Feiertage, Ferien, Baustellen und spezielle Events die Frequentierung einer Querung?

2.1.3 Grunddatenbedarf: Die Frequentierung

Eine Zählung des Fussverkehrs stützt sich auf eine bestimmte Grundmenge an Daten, die sich aus den quantitativen Basisdaten und optional weiteren qualitativen Merkmalen zusammensetzt. Diese Grundmenge an Daten bildet eine Art Basispaket, das bei jeder Zählung erhoben werden muss. Dieses Basispaket wird im Folgenden Frequentierung genannt. Abb. 14 zeigt, welche erhobenen Daten die Frequentierung umfassen kann.

Frequentierung



Abb. 14 Datenbestandteile der Frequentierung

Die Basisdaten umfassen die erhobene Anzahl an zu Fuss Gehenden pro Richtung, pro Fläche und pro Zeiteinheit. Sie werden bei jeder Zählung erhoben. Je nach Fragestellung müssen weitere qualitative Merkmale erhoben werden, um die Basisdaten danach aufschlüsseln zu können (z. B. Alter, Geschlecht usw.).

Bei der Erhebung des Fussverkehrs werden folgende Personen gezählt:

- zu Fuss gehende Personen
- Personen mit fahrzeugähnlichen Geräten (fäG), d. h. mit Rädern oder Rollen ausgestattete Fortbewegungsmittel, die ausschliesslich durch eigene Körperkraft angetrieben werden, wie z. B. Trottinett, Inlineskate, Skateboard, Kinderfahrräder
- Personen in Rollstühlen
- Personen, die ein Velo stossen

Nicht zum Fussverkehr zählen:

- Kinder in Kinderwagen
- Personen mit elektrisch betriebenen Trottinetts, Skateboards usw.
- Velofahrende

Je nach Situation und Aufgabenstellung werden Personen mit elektrisch betriebenen Trottinetts, Skateboards usw. und Velofahrende separat gezählt.

2.1.4 Datenbedarf nach Fragestellungen

Je nach Typ der Fragestellungen und Grösse des Entscheidungsspielraums müssen neben der Frequentierung weitere Daten erhoben werden. Abb. 15 zeigt den Datenbedarf für verschiedene Typen von Fragestellungen geordnet nach den drei Gruppen (Netz, Flächen, Querungen) und mit von oben nach unten abnehmendem Entscheidungsspielraum.

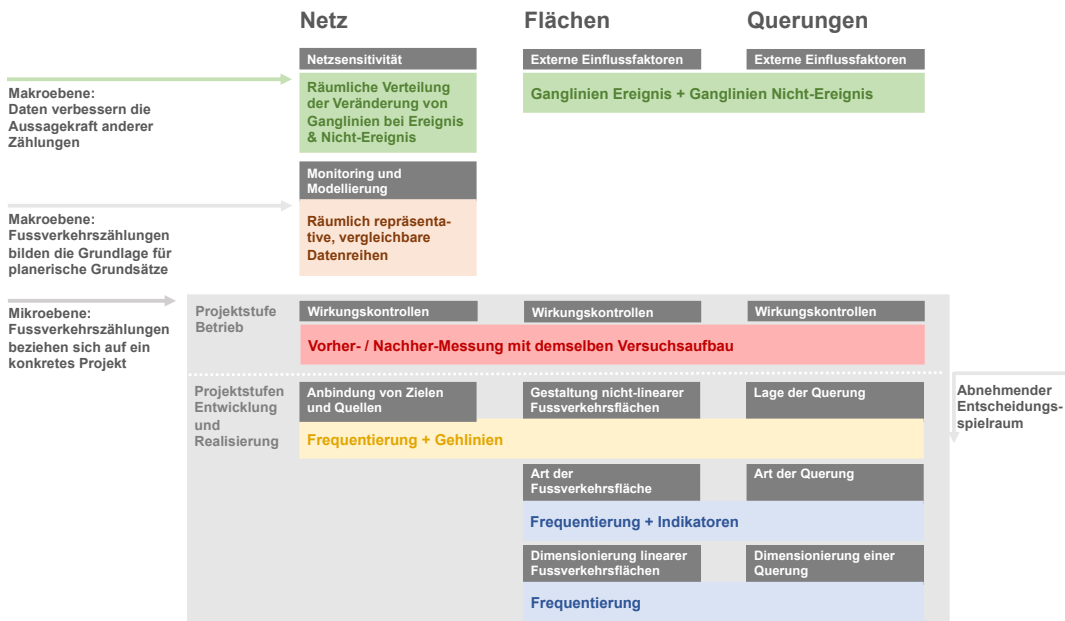


Abb. 15 Datenbedarf nach Fragestellungen

Die Aussagekraft einer einzelnen Zählung ist von einer Reihe externer Faktoren wie Witterung, Feiertagen, Baustellen und speziellen Events abhängig. Können diese Faktoren quantifiziert werden, ist es möglich, die Aussagekraft der Zählung markant zu verbessern. Zur Quantifizierung externer Faktoren für Zählungen bei Querungen oder Flächen ist es nötig, *Ganglinien bei einem betrachteten Ereignis* mit *Ganglinien des Nicht-Ereignisses* zu vergleichen. Auf der Netzebene kann beim Vergleich einer Auswirkung von bestimmten Ereignissen auf die Ganglinien an verschiedenen Standorten die *Netzsensitivität* gegenüber einem bestimmten Ereignis erarbeitet werden.

Für ein Monitoring eines Netzes sind *räumlich und zeitlich repräsentative, vergleichbare Datenreihen* nötig. Dazu ist die Erhebung der Frequentierung und diversen zusätzlichen Daten wiederkehrend an verschiedenen ausgewählten Standorten über verschiedene, ausgewählte Zeiträume notwendig. Sie bilden auch die Basis für künftige Modellierungen des Fussverkehrs.

Wirkungskontrollen können für Querungen, Flächen und das Fusswegnetz bezogen auf alle Phasen im Planungsverlauf durchgeführt werden. Eine Wirkungskontrolle umfasst mindestens eine *Vorher- und eine Nachher-Messung mit demselben Versuchsaufbau*. Es müssen zweimal die Frequentierung und dieselben zusätzlichen Daten erhoben werden.

Bei der Frage nach der Lage einer Querung, der Gestaltung nicht-linearer Fussverkehrsflächen oder nach der Anbindung von Zielen und Quellen auf der Netzebene, ist der Ort, an dem eine Massnahme ergriffen werden soll, noch offen. Zusätzlich zur *Frequentierung* müssen daher *Gehlinien* erfasst werden.

Stellt sich die Frage nach der Art einer Querung oder einer Fussverkehrsfläche bei gegebenem Standort, müssen zur erhobenen *Frequentierung* zusätzliche *Indikatoren* (z. B. Grenzwerte, Erfahrungswerte) hinzugezogen werden, die anzeigen, welche Qualität des Verkehrsraums verschiedene Ausführungsvarianten bei der erhobenen Frequentierung leisten können. Solche Indikatoren können entweder auf Basis externer Quellen (z. B. Normen) hinzugezogen werden oder im Rahmen der Zählung selbst durch Erhebung und Beurteilung weiterer Merkmale (z. B. Wartezeiten, Dichte, Konfliktsituationen) entwickelt werden.

Bei der Dimensionierung einer Querung oder einer nichtlinearen Fussverkehrsfläche sind sowohl Ausführungsvariante als auch der Standort schon gegeben. Bei einer Zählung beschränkt sich der Datenbedarf auf die projektspezifisch definierte *Frequentierung*.

2.1.5 Zählungen im Projektverlauf

Projektbezogene Fussverkehrszählungen können im Projektablauf in zwei Phasen integriert werden. Entweder in der Entwicklungsphase oder als Wirkungskontrolle in der Bewirtschaftungsphase. Eine Wirkungskontrolle setzt eine Zählung vor der Realisierung voraus. Abb. 16 zeigt schematisch, wie Zählungen in den Projektablauf integriert werden können.

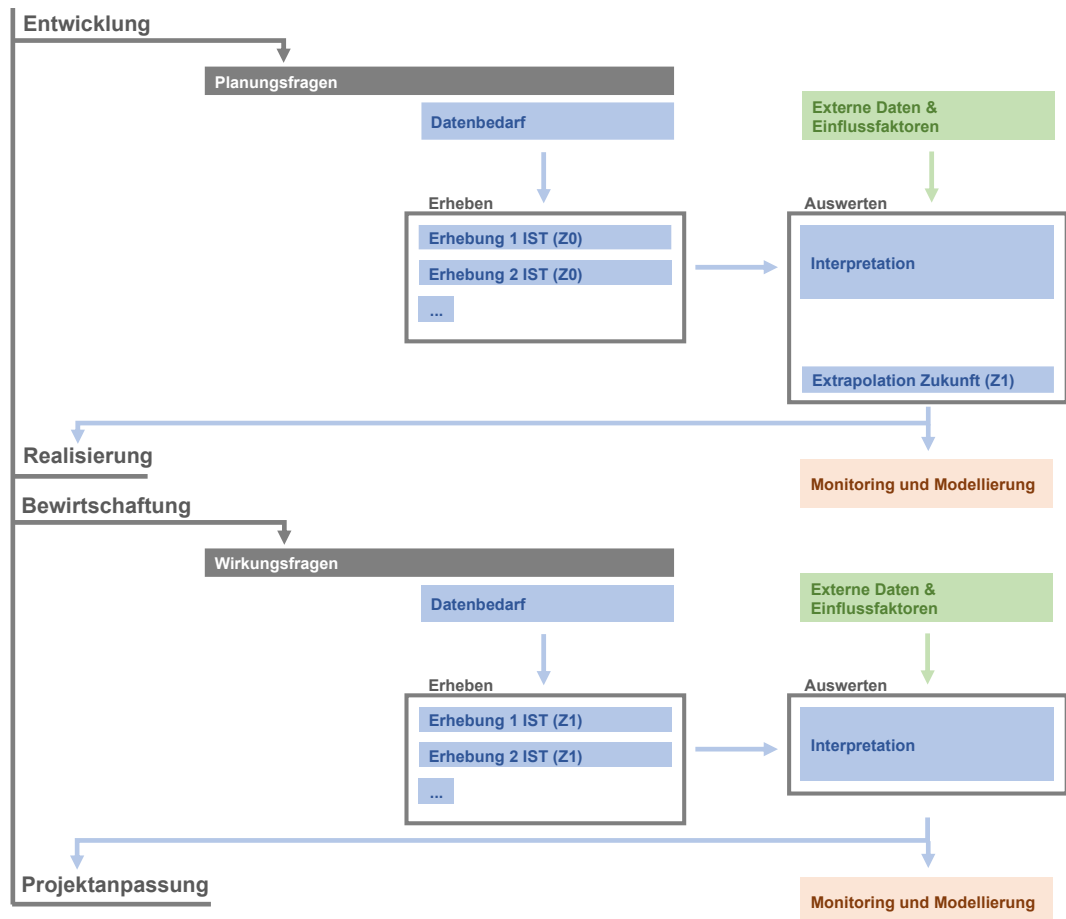


Abb. 16 Zählungen im Projektverlauf

2.1.6 Erhebungsdauer in Abhängigkeit des Datenbedarfs

Der Datenbedarf für eine Zählung hängt von der Fragestellung ab (vgl. Kap. 2.1.4). Je nachdem, ob zur Beantwortung der Fragestellung, ein Spitzenstundenwert, das durchschnittliche tägliche Aufkommen, eine Tages-, Wochen- oder Jahresganglinie gefragt ist, muss unterschiedlich lang gezählt werden.

Tab. 11 Erhebungsdauer nach Datenbedarf

Datenbedarf	Erhebungsdauer
DTV und Spitzenstunde	2-12 Stunden, abhängig davon, ob Gehrichtungen relevant sind, sowie Hochrechnungsfaktoren und Normganglinien verfügbar sind.
Tagesganglinie	Mindestens 12 Stunden
Wochenganglinie	Mindestens 7 Tage, optimal 14 Tage
Jahresganglinie	Mindestens 1 Jahr oder Dauerzählstelle einrichten
Langfristige Entwicklung	Dauerzählstelle oder wiederholt temporäre Zählstelle

Um zu beurteilen, welche Technologie für welche Art der Erhebung geeignet ist, werden drei unterschiedliche Zählauern unterschieden:

- Kurze Erhebungsdauer: 2-12 Stunden
- Mittlere Erhebungsdauer: 1-14 Tage
- Längere Erhebungsdauer: 1-2 Jahre oder eine Dauerzählstelle

Verschiedentlich wird auch nach dem PPP-Prinzip unterschieden (s. Sauter 2009):

- **Permanente** Zählungen: sie laufen kontinuierlich am gleichen Standort und liefern so einen Referenzwert über die Zeit. Permanente Zählungen sind immer Zählungen mit einer längeren Erhebungsdauer.
- **Periodische** Zählungen: sie werden von Zeit zu Zeit am gleichen Standort über jeweils einen bestimmten Zeitraum durchgeführt. Periodische Zählungen können Erhebungen von kurzer oder mittlerer Erhebungsdauer sein.
- **Projektbezogene** Zählungen: sie werden nur im Rahmen eines bestimmten Projektes durchgeführt. Der Standort ist jeweils ein anderer. Die Zählung kann aber sowohl Vorher- wie Nachher-Daten umfassen. Projektbezogene Zählungen sind meist Zählungen von kurzer oder mittlerer Erhebungsdauer. In Ausnahmefällen sind auch Zählungen von längerer Erhebungsdauer notwendig.

2.2 Verfügbare Technologien

Die heute verfügbaren Zählmethoden und Technologien haben alle ihre Vor- und Nachteile. Bevor die Technologiewahl getroffen wird, müssen die Fragen nach dem Datenbedarf geklärt werden. Die Technologiewahl ist abhängig vom Datenbedarf und nicht umgekehrt. Die Recherche der verfügbaren Technologien, berücksichtigte insbesondere folgende Aspekte: das technische Potential, die Marktverfügbarkeit und ob sich die Technologie für Feldversuche im Rahmen dieser Forschung eignet. Nicht alle Geräte, die mit den Stichworten Personenzähler werben sind für den Einsatz im innerörtlichen öffentlichen Raum geeignet, einige haben ihre Stärken auf Wanderwegen, andere im Indoorbereich.

Manuelle Zählmethoden sind für die Kalibrierung automatischer Systeme unerlässlich (vgl. Kapitel 2.2.2) und zur Beantwortung bestimmter Fragen hilfreich. In vielen Fällen genügen punktuelle manuelle Zählungen durchaus. Beispiele: Eine Quartierorganisation möchte die Zahl der zu Fuss Gehenden auf einem bestimmten Abschnitt beziffern, um ihre Verbesserungsvorschläge zu stützen. Oder eine Gemeinde evaluiert mit Handzählungen die Auswirkungen einer neuen Infrastruktur. Mit den in dieser Forschung entwickelten Hochrechnungsfaktoren dürften manuelle Zählungen noch an Bedeutung gewinnen.

2.2.1 Manuelle Zählungen

Tab. 12 *Eigenschaften von mechanischen Zählern*

Daten	Erhebungsdauer	Vorteile	Nachteile
Anzahl Richtung Besucherbilanz Individuelle Merkmale	kurz	Unterscheidung verschiedener Benutzer hohe Präzision	manuelle Dateneingabe Ablenkung während Zählung wenig Daten

Funktionsweise

Die Funktionsweise der Zählung mit mechanischem Zählgerät, Tablet oder Formular ist grundsätzlich die gleiche. Deshalb werden alle in einem Abschnitt behandelt. (Jolicœur et al. 2009 [24])



Abb. 17 Die mechanische Zählung benötigt wenig Material, minimale technische Kenntnisse und ist kostengünstig. Ein einfacher mechanischer Zähler genügt.

Bei Tablets (egal, ob es sich um ein für Zählungen spezialisiertes Modell oder um ein Standardmodell mit einer spezifischen Applikation handelt) sollte jede zu zählende Kategorie durch eine Schaltfläche gekennzeichnet sein. So können für jede erhobene Person mehrere Parameter gleichzeitig erfasst werden. Beim Einsatz von Tablets ist auf eine ausreichende Akkulaufzeit für die vorgesehene Erhebungsdauer zu achten.

Manuelle Zählungen können auch mittels Formulare mit anzukreuzenden Feldern durchgeführt werden. Jede Zeile repräsentiert einen Passanten, jede Kolonne eine Kategorie (Richtung, Geschlecht, Alter).

Differenzierte Datenerhebung

Tablets und Formulare ermöglichen es, individuelle Merkmale zu erfassen. Mit Tablets können auch Besucherbilanzen und eingeschränkt Durchflusserhebungen erstellt werden.

Vorteile

Mechanische Zähler sind kostengünstig und eignen sich gut für kürzere Einsätze (maximal einige Stunden). Die elektronische Variante hat den Vorteil, dass die erfassten Daten nicht nachträglich in den Computer eingegeben werden müssen. Das schliesst Übertragungsfehler aus. Zudem kann mit der elektronischen Erhebung der Genaue Zeitpunkt erfasst werden. Bei manueller Erhebung geschieht dies oft nur 15 Minuten scharf.

Nachteile

Mittels Formulars erfasste Daten müssen manuell in eine Software oder Datenbank (z. B. Excel) zur Auswertung übertragen werden. Die mittels Formulars erfassten Daten können auch automatisch eingelesen werden. Diese Variante erfordert die Verwendung passender Formulare und eines optischen Lesegerätes, was zusätzliche Kosten verursacht.

2.2.2 Automatische Zählmethoden

Der Standort, an dem das Zählgerät installiert wird, muss sorgfältig gewählt werden. Je nach Modell kann das Gerät am Wegrand oder in erhöhter Position fixiert werden. Die Erfassung der Daten durch die Sensoren dürfen nicht durch Hindernisse behindert werden. Es ist zu berücksichtigen, dass typische Verhaltensweisen des Fussverkehrs, wie z. B. längeres Verweilen, die Messungen verfälschen können. Darum muss die richtige Platzierung des Zählers mit äusserster Sorgfalt geprüft werden.

Die Wahl des Zählers ist abhängig von der Art des gewünschten Zahlenmaterials, von den vorhandenen Ressourcen und vom Standort, wobei zusätzlich sowohl die Frequenzen wie auch die technischen Einsatzmöglichkeiten des Zählsystems zu berücksichtigen sind.

Nach der richtigen Platzierung muss das automatische Zählersystem kalibriert werden, um systematische Fehlerquellen abzuschätzen und die Fehlerquote zu minimieren. Dies ist abhängig von der gewählten Zähltechnologie und den Frequenzen. Dazu ist es nötig, manuelle Kontrollzählungen durchzuführen (vgl. Kapitel 2.2.1).

Gewisse Modelle lassen sich mit wenig Aufwand aufstellen und demontieren, so dass nacheinander mit demselben Gerät an mehreren Standorten Messungen durchgeführt

werden können. Andere Geräte erfordern einen grösseren Installationsaufwand und eignen sich daher besser für Dauerzählstellen. Gewisse Geräte eignen sich gerade nicht für Dauerzählstellen, weil die Auswertungskosten pro Zeiteinheit hoch sind. Daher wird in dieser Forschung untersucht, welche Zählgeräte sich (vgl. Kapitel 2.1.6) eher für eine mittlere Erhebungsdauer und welche sich für längere Erhebungsdauer eignen.

Ein wichtiger Faktor ist die Art der Energiezufuhr für automatische Zählsysteme: Batterie, Solarpanel oder Netzstrom. Diese entscheidet, ob eine Methode allenfalls nur dort eingesetzt werden kann, wo ein Netzanschluss vorhanden ist. Dadurch kann der Einsatzzweck stark eingeschränkt werden oder der Aufwand für die Installation wird gross.

Die Art der erfassten Daten können von einem System zum anderen variieren. Zusätzlich zu den unerlässlichen Informationen, wie Datum und Uhrzeit, erheben einige Modelle auch zusätzliche Parameter wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit usw., so dass bei der Interpretation der Resultate nicht auf externe (Wetter-)Datenbanken zurückgegriffen werden muss.

Die auf dem Markt erhältlichen automatischen Zählsysteme sind meistens an eine Analysesoftware gekoppelt. Diese Software bietet mehr oder weniger Auswertungsmöglichkeiten, was sich auch auf den Preis auswirkt. Die Daten werden in den meisten Fällen automatisch auf einen Server übertragen. Andernfalls werden die Daten im internen Speicher des Gerätes gesichert (Widmer et al. 2016 [51]; Sauter 2009 [34]; Alta 2009 [4]; Jolicoeur et al. 2009 [24]; Eady 2014 [15]; Zweibrücken et al. 2005 [52]).



Abb. 18 An Orten mit grossen und komplexen Personenströmen, wie z. B. einem Platz oder einer multimodalen Schnittstelle, sind verlässliche Daten meist nur auf der Basis automatischer Zählmethoden erhältlich.

Radar

Tab. 13 Eigenschaften von Radargeräten

Daten	Erhebungsdauer	Vorteile	Nachteile
Anzahl	mittel bis lang	geringer Energieverbrauch	anspruchsvollere Installation
Richtung			
Besucherbilanz		Anonymität	
Geschwindigkeit			

Funktionsweise

Das Gehäuse enthält einen Sender und einen Empfänger. Das System sendet Wellen einer bestimmten Frequenz aus. Wenn ein Objekt in das Erkennungsfeld eintritt, sendet es die ausgesendeten Wellen zurück an den Empfänger.

Messdaten

Die Frequenz der Wellen ändert sich je nachdem, ob sich ein Objekt nähert oder entfernt. Der Radar kann damit die Bewegungsrichtung unterscheiden und theoretisch auch die Geschwindigkeit messen. Dies ist jedoch bei zu Fuss Gehenden manchmal problematisch, weil diese zu plötzlichen Richtungsänderungen neigen. (Damit die Messung korrekt ist, sollten die Wellen rechtwinklig auftreffen.)

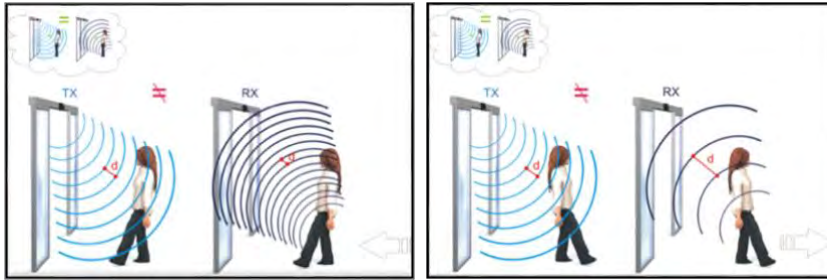


Abb. 19 Differenzierung der Richtung einer Bewegung (TX=Sender; RX: Empfänger)

Das Gerät kann sowohl horizontal (am Rand eines Weges) wie auch vertikal (z. B. über einer Türe) montiert werden (Sensorio [42]). Vertikal installiert eignet sich die Detektion der Zu- und Weggänge mit Radarmessung besonders dort, wo nur ein Eingang bzw. Ausgang besteht (Sensorio [42]).

Vorteile

Die Radarmethode ermöglicht es, die Länge von Objekten abzuschätzen: So können verschiedene Nutzerkategorien unterschieden werden. Personen zu Fuss können wie die verschiedenen Fahrzeugkategorien über definierte Grössenverhältnisse bestimmt und entsprechend gezählt werden. Das Erkennungsfeld kann recht genau eingestellt werden und ermöglicht es so, dass die Bewegungen nur dort erfasst werden, wo sie auch gezählt werden sollen (z. B. an einem Fussgängerstreifen, nicht aber auf dem Trottoir).

Nachteile

Die Radarzählung von schmalen langsamen Objekten ist fehleranfällig. Die Längenmessung von Objekten mit vertikaler Installation ist heikel und erfordert die Eingabe einer Reihe von zusätzlichen Parametern (z. B. Höhe, Blickwinkel), damit die Messungen nicht verfälscht werden. Geräte, die zu Fuss Gehende zuverlässig zählen, benötigen meist einen separaten Sender und Empfänger, dies ist im städtischen Raum oft schwierig zu gewährleisten. Befindet sich der Sender und Empfänger in einem Gerät, so ist eine zuverlässige Messung nur möglich, wenn zwischen den einzelnen zu Fussgehenden grosse Abstände bestehen. Tests in Zürich haben ergeben, dass bei Gruppen grössere Fehlerabweichungen entstehen (Sauter 2011 [35]; Ministère wallon de l'équipement et des transports 2008 [29]).

Berücksichtigung für Piloterhebung

Die genannten Nachteile und der Faktor, dass die am Markt existierenden Radargeräte nicht für Zählungen bei hohen und mittleren Fussgängerfrequenzen geeignet sind, ist der Grund, weshalb diese Technologie für die Piloterhebung nicht berücksichtigt wird.

Plattensensor und Drucksensoren

Tab. 14 Eigenschaften von Drucksensoren

Daten	Erhebungsdauer	Vorteile	Nachteile
Anzahl Richtung Besucherbilanz	Lang	bescheidener Energieverbrauch hohe Präzision Anonymität	keine Unterscheidung von Nutzern relativ anspruchsvolle (bauliche) Installation

Funktionsweise

Die Sensoren (Bodenplatte, Schild oder anderes Element) werden im Boden in einer Tiefe von ca. 5 cm installiert. Sie erfassen den Druck, den eine Person beim Betreten ausübt.

Messdaten

Plattensensoren können die Gehrichtung feststellen, wenn zwei Geräte hintereinander installiert sind. Sie sind auch in der Lage, zwischen Fuss- und Veloverkehr zu unterscheiden.

Plattensensoren eignen sich für die Erfassung der Zu- und Weggänge insbesondere an denjenigen Stellen, wo nur ein Eingang bzw. Ausgang besteht.

Vorteile



Abb. 20 Hintereinanderliegende Sensoren ermöglichen die Erfassung der Gehrichtung.

Das System ist sehr zuverlässig. Es vermeidet Falschzählungen, wenn eine Person zwei Schritte auf derselben Platte macht. Die Plattengrösse ist so gewählt, dass das gleichzeitige Betreten von zwei Personen fast nicht möglich ist. Die Zählplatte reagiert auf geringfügigste Druckveränderungen und erfasst Fusstritte mit höchster Präzision. Das System lässt sich flexibel an unterschiedliche Wegbreiten anpassen, indem mehrere Platten nebeneinander verlegt und zu einer gemeinsamen Zählvorrichtung kombiniert werden.

Nachteile



Abb. 21 Abdeckung über den Plattensensoren in der Pflasterung

Die Installation der Plattensensoren bedingt bauliche Massnahmen und ist entsprechend aufwändig und teuer. Das Gerät eignet sich daher nur für eine lange Erhebungsdauer. Druckveränderungen durch Fusstritte können unter einem konventionellen Asphaltbelag nicht genügend zuverlässig erfasst werden. Zählungen sind nur möglich, wenn der Belag zunächst abgetragen und eine Abdeckung über die Plattensensoren angebracht wird. Andere Drucksensoren können die Richtung nicht erfassen. Die Plattensensoren haben

Probleme bei Schnee und Eis und sind somit für höher gelegene Orte ungeeignet (Alta 2009 [4]; Ministère wallon de l'équipement et des transports 2008 [29]; Transports Intelligents [49]).

Berücksichtigung für Piloterhebung

Die Installation einer Dauerzählstelle ist mit hohen Baukosten verbunden, weshalb Platten- und Drucksensoren für eine Untersuchung im Rahmen dieser Forschung nicht in Frage kommen.

Ultraschallsensor

Tab. 15 Eigenschaften von Ultraschallzählern

Daten	Erhebungsdauer	Vorteile	Nachteile
Anzahl Richtung Besucherbilanz Geschwindigkeit Distanz	mittel bis lang	Diskretion, Anonymität Distanzmessung möglich	vage Richtwirkung Relativ hoher Energieverbrauch Installation anspruchsvoll (vertikal oder horizontal) empfindlich auf äussere Einflüsse (Temperatur, Druck) und auf andere Ultraschall-Quellen Kleidung kann Messresultate beeinflussen

Funktionsweise des Systems

Das System, das mit einem Empfänger ausgerüstet ist, sendet einen Ultraschall aus und leitet die Distanz zum Objekt als Funktion der gemessenen Zeit ab, die die Welle braucht, um zurückzukehren. Das Ultraschallmessgerät kann horizontal oder vertikal installiert werden. Die Anwendung ist in den letzten Jahren einfacher und kostengünstiger geworden (Bu et al. 2005 [12]).



Abb. 22 Der Ultraschallsensor erkennt eine Person, wenn die ausgesandten Wellen schneller zurückkehren, als wenn sie die Distanz bis zur Mauer bewältigen müssen.

Messdaten

Der Sensor zählt vorbeigehende Personen jedes Mal, wenn eine Differenz zwischen dem regulären Abstand zur Mauer (oder zu einem anderen Hintergrund) und zum reduzierten Abstand wegen der vorbeigehenden Person registriert wird. Die Distanz wird als Funktion des Reflexionswinkels gemessen (Bu et al. 2005 [12]).

Vorteile

Der Sensor misst den Abstand zur vorbeigehenden Person und kann damit Verkehrsmodi auf unterschiedlichen Verkehrsflächen unterscheiden (Bu et al. 2005 [12]).

Nachteile

Der Sensor kann nur entweder horizontal oder vertikal installiert werden. Dadurch werden die Anwendungsmöglichkeiten eingeschränkt. Die Bekleidung kann der vorbeigehenden Personen den Signalausschlag beeinflussen (z. B. Baumwolle absorbiert mehr Schallwellen als andere Textilien) (Bu et al. 2005 [12]).

Berücksichtigung für Piloterhebung

Diese Technologie ist interessant. Die Recherche zeigte, dass es einige Proof-of-Konzept-Berichte und Bastelanleitungen gibt. Anscheinend planen einige Anbieter von intelligenter Strassenbeleuchtung Ultraschallsensoren zu verwenden und mit diesen gleichzeitig den Verkehr auf der Strassenebene zu zählen. Die mangelnde Transparenz vieler Anbieter betreffend die verwendeten Technologien und der Möglichkeit die Sensoren zum Zählen zu verwenden, erlauben keine Aussagen über die

Einsatztauglichkeit dieser Produkte. Da es kaum marktreife Produkte mit Ultraschall gibt, konnte diese Technologie in den Piloterhebungen nicht getestet werden.

Passiv-Infrarot-Sensoren

Tab. 16 Eigenschaften von Passiv-Infrarot-Sensoren

Daten	Erhebungsdauer	Vorteile	Nachteile
Anzahl Richtung Besucherbilanz	kurz bis lang	einfache Installation geringer Energieverbrauch Diskretion und Anonymität hohe Präzision	empfindlich auf äussere Einflüsse (Licht, Farben) Unterscheidung von Nutzern nicht immer möglich

Funktionsweise

Der Empfänger des Geräts registriert die Wärmequellen im Funktionsbereich. Es kann sowohl horizontal (am Rand eines Weges) wie auch vertikal (über einer Türe) installiert werden. Es sollte vis-à-vis von einer festen Fläche (z. B. Mauer) montiert werden, da der Temperaturunterschied zwischen dem Hintergrund und dem sich dazwischen bewegendem Objekt gemessen wird. In diesem Kapitel werden nur die einfachen Sensoren behandelt, die Kamerasysteme im Infrarotbereich, werden unter Videoauswertungen abgehandelt (Scherer 2012 [39]; Sensorio [42]).

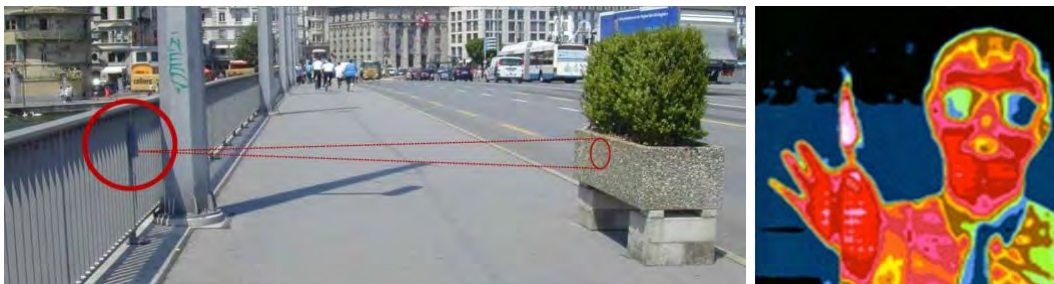


Abb. 23 Passiv-Infrarot-Messgeräts vis-à-vis von einer festen Fläche.

Messdaten

Modelle mit zwei Empfängerzellen im gleichen Gehäuse ermöglichen die Unterscheidung der Bewegungsrichtung. Wie beim Ultraschall wird nur zwischen «jemand da /niemand da» unterschieden. Die Distanz wird nicht gemessen. Vertikal installiert eignen sich Passiv-Infrarot-Messgeräte für die Detektion der Zu- und Weggänge besonders dort, wo nur ein einziger Eingangs- bzw. Ausgangsbereich besteht (Kuutti 2014 [27]).

Vorteile

Das System wirkt diskret und ist flexibel einsetzbar. Ein Gerät kann an verschiedenen Orten eingesetzt werden, sodass nicht mehrere Geräte angeschafft werden müssen. Passiv-Infrarot-Messgeräte sind diskreter und einfacher zu bedienen als Ultraschallgeräte.

Nachteile

Das System unterscheidet zwischen Luft- und Körpertemperatur. Es funktioniert deshalb nicht, wenn die Umgebungs- und Passantentemperatur zu nahe beieinander liegen. Verweilt eine Person zu lange vor dem Sensor, wird die vom Körper abgegebene Temperatur als Referenzgrösse genommen und die weiteren Passanten werden nicht mehr erkannt. Kurzfristige Temperaturschwankungen sowie starke Lichteinstrahlung können die Messungen ebenfalls beeinträchtigen. Schliesslich erlauben Passiv-Infrarot-Messgeräte keine Unterscheidung von Nutzergruppen. Es empfiehlt sich deshalb, sie ausschliesslich auf Fussverkehrsflächen einzusetzen. In Kombination mit anderen Sensoren, die Velofahrende erfassen, können Passiv-Infrarot-Sensoren auch zur Fussverkehrszählung auf Fuss- und Radwegen eingesetzt werden. (Infodev 2013 [23]).

Berücksichtigung für Piloterhebung

Trotz einigen Nachteilen ist die Zählung mit Passiv-Infrarot-Sensoren in der Praxis die meistverbreitete Technologie. Deshalb muss sich jede andere automatisierte Zählmethode auch an den Passiv-Infrarot-Sensoren messen.

Aktiv-Infrarot

Tab. 17 Eigenschaften von Aktiv-Infrarot-Zählern

Daten	Erhebungsdauer	Vorteile	Nachteile
Anzahl	mittel bis lang	einfache Installation	mittlere Präzision ³
Richtung		geringer Energieverbrauch	Unterscheidung von Nutzern nicht immer möglich ⁴
Besucherbilanz		Diskretion	
Geschwindigkeit		Anonymität	
		kaum von äusseren Bedingung abhängig	
		hohe Präzision ¹	
		Unterscheidung von Nutzern ²	

Funktionsweise

Aktiv-Infrarot-Systeme sind mit einem Sender und einem Empfänger ausgerüstet. Sie senden einen Strahl und messen die reflektierte Strahlung, falls der Strahl den Empfänger nicht erreicht. Einige Modelle können nicht nur Bewegungen feststellen, sondern auch den Abstand zur vorbeigehenden Person messen. Es gibt zwei Prinzipien von Aktiv-Infrarot-Geräten: Einzelbox und Doppelbox.

Doppelbox: Sender und Empfänger befinden sich in separaten Gehäusen, die auf beiden Seiten eines Weg- oder Trottoirabschnitts platziert werden. Der Sender emittiert einen Infrarotstrahl, den der Empfänger aufnimmt. Das System registriert jede Unterbrechung des Strahls, die durch die Passage einer Person verursacht wird.



Abb. 24 Aktiv-Infrarot-System mit Doppelbox.

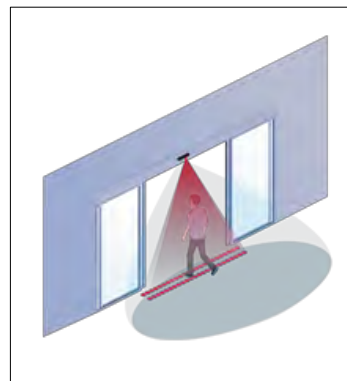


Abb. 25 In- / Out-Zählung mit vertikal installiertem Aktiv-Infrarotmessgerät

Einzelbox: Sender und Empfänger befinden sich in demselben Gehäuse. Wenn eine Person am Sender vorbeigeht, registriert der Empfänger die vom Körper reflektierten Wellen. Einzelboxen können sowohl horizontal (am Wegrand) wie auch vertikal (über einer Türe) installiert werden (Sensorio [42]).

Messdaten

Doppelbox: Doppelstrahlige Sender sind in der Lage, die Gehrichtung zu erkennen, weil die beiden Strahlen durch die vorbeigehenden Personen nacheinander unterbrochen werden. Mit dem gleichen Prinzip kann allenfalls auch die Gehgeschwindigkeit gemessen werden.

¹ Vor allem mit vertikal installierter Einzelbox.

² Bei einigen Einzelbox-Modellen mit genügender Messempfindlichkeit.

³ Vor allem Doppelboxen an stark frequentierten Fusswegen.

⁴ Vor allem mit Basis-Doppelbox-Modellen (ohne Messung der Geschwindigkeit und Gehrichtung).

Einzelbox: Einige Modelle können die Gehrichtung erfassen, indem das emittierte Strahlenfeld einen weiten Winkel abdeckt. Vertikal installierte Aktiv-Infrarotmessgeräte eignen sich für die Erfassung der Zu- und Weggänge mit einem einzigen Eingangs- bzw. Ausgangsbereich (Sensorio [42]).

Vorteile

Vorteile dieser Systeme sind ihre grosse Reichweite und ihre Unempfindlichkeit gegenüber Temperatur- oder Lichtschwankungen (Jolicœur et al. 2009 [24]).

Einzelbox: Die Breite des detektierten Objektes kann gemessen werden. Falls nötig, ist es also möglich, zu Fuss Gehende von anderen Nutzerkategorien zu unterscheiden. Um eine breitere Passage abzudecken, können mehrere Sensoren nebeneinander installiert werden. Der Einsatz mehrerer Einzelboxen ermöglicht es auch, kreuzende oder nebeneinandergehende Personen zu erfassen (Sensorio [42]).

Nachteile

Doppelbox: Es ist an sich keine Unterscheidung verschiedener Nutzerkategorien möglich. Doppelboxen sollten deshalb nur auf für den Fussverkehr reservierten Wegabschnitten eingesetzt werden. Über den Umweg der Geschwindigkeitserkennung können behelfsmässig Nutzungskategorien unterschieden werden. Als Personen zu Fuss werden dann Objekte definiert, die eine gewisse Geschwindigkeit nicht überschreiten. Dies ist mit dem Risiko verbunden, dass z. B. eine joggende Person als Velofahrer erkannt wird. Weitere Nachteile der Doppelboxsysteme sind, dass die Ausrichtung von Sender und Empfänger präzise sein muss. Diese Einschränkung und der Fakt, dass es innerörtlich selten Situationen gibt, wo man Sender und Empfänger gegenüber aufhängen kann, sind ein klarer Nachteil dieses Systems.

Mehrere Personen im Messbereich beeinträchtigen die Präzision des Zählsystems. Personen, die sich auf der Höhe des Messstrahls kreuzen oder nebeneinander gehen, werden möglicherweise als eine Person gezählt. Manuelle Zählungen helfen hier ebenfalls, die Fehlerquote zu kalibrieren.

Einzelbox: Der Nachteil dieser Systeme ist, dass diese eigentlich nur als Überkopfinstallation bei Türen verwendet werden. Diese Installation ist im öffentlichen Raum selten möglich.

Berücksichtigung für Piloterhebung

Die Aktiv-Infrarot Sensoren sind im Grundsatz interessant für eine Piloterhebung. Da sich aus der Literaturrecherche keine besonderen Vorteile gegenüber dem aktuell verbreitetsten Sensor (Passiv-Infrarot) abzeichnet, wird auf eine Piloterhebung verzichtet.

Laserscanner

Tab. 18 Eigenschaften von Laserscannern

Daten	Erhebungsdauer	Vorteile	Nachteile
Anzahl	lang	hohe Präzision	anspruchsvolle Installation
Richtung		kaum von äusseren Bedingung abhängig	
Aufenthalte		Unterscheidung von Nutzern	
Besucherbilanz		grosse Abdeckung	
Geschwindigkeit		Anonymität	

Funktionsweise

Die Laserscanner-Technologie ist mit der Aktiv-Infrarotmethode vergleichbar (der Laser nutzt Licht im Infrarotbereich). Der Unterschied besteht darin, dass die Strahlen des Laserscanners den Raum in kleinste Quadrate aufteilen und ihn so scannen. Ein Sender produziert regelmässig einen für das Auge unsichtbaren Lichtimpuls, der mittels eines Spiegelsystems gestreut wird. Trifft der Lichtstrahl auf ein Objekt, wird er zum Gerät, in dem sich auch ein Empfänger befindet, zurückgesendet. Aus den Reflektionen können

Umrisse und Geschwindigkeit der Objekte im Raum erfasst werden. In erhöhter Lage installierte Geräte sind in der Lage, einen vordefinierten Raum zu scannen und die sich darin bewegenden Objekte zu detektieren. Laserscanner sind keine Gefahr für das Auge. (Sensorio [42]; Transports Intelligents [49])

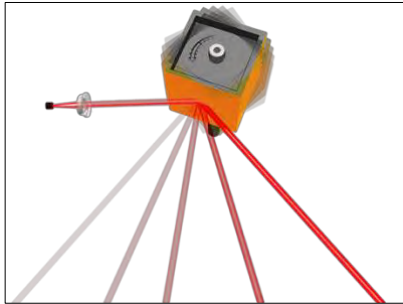


Abb. 26 Spiegelsystem von Laserscanner-Geräten

Messdaten

Je nach Modell und Software können unterschiedliche Daten generiert werden. Alle Modelle erlauben es, die Passantenzahl nach Richtung zu erfassen. Einige Modelle bieten zusätzlich weitere Optionen an (z. B. die Dauer des Aufenthalts).

Vorteile

Laserscanner arbeiten auch an stark frequentierten Orten mit hoher Präzision. Kreuzende oder nebeneinandergehende Personen im Prüfbereich des Gerätes werden problemlos erkannt (Transports Intelligents [49]). Der detektierte Erkennungsbereich

von Laserscannern ist in der Regel grösser als derjenige einer Kamera. Zudem sind die Daten anonym.

Nachteile

Die Installation in erhöhter Lage und die Parametrierung sind anspruchsvoll und erfordern technische Kenntnisse. Da Laserscanner mit Mustererkennung verschiedene Nutzergruppen unterscheiden können, ist diese Methode mit einem erhöhten Energiebedarf verbunden.

Berücksichtigung für Piloterhebung

Die Laserscanner Technologie ist heute in der Anschaffung teuer, der Aufwand die Geräte zu installieren ist hoch. Aufgrund der hohen Präzision und der Möglichkeiten verschiedene Verkehrsmodi zu unterscheiden, ist sie eine der Technologien, die bei den Piloterhebungen angeschaut werden sollen.

Optische Systeme

Tab. 19 Eigenschaften von optischen Systemen

Daten	Erhebungsdauer	Vorteile	Nachteile
Anzahl	kurz bis mittel bzw.	hohe Präzision möglich	schwierigere Installation
Richtung	lang, sofern	Unterscheidung nach	empfindlich gegenüber äusseren
Aufenthalt	Auswertung im	Benutzer	Bedingungen
Besucherbilanz	Zählgerät erfolgt		relativ hoher Energieverbrauch
Durchflussanalyse			Gewährleistung Datenschutz
Geschwindigkeit			Fehler nicht systematisch.
Wegstrecke			

Funktionsweise

Es bestehen zwei Zählmethoden mit Video:

Manuelle Zählung anhand von Filmaufnahmen: Diese Methode ist vergleichbar mit der manuellen Zählung (vgl. Kapitel 2.2.1) und wird an dieser Stelle nicht weiter vertieft.

Optisches System mit Analysesoftware: Eine oder mehrere Kameras, die in erhöhter Lage installiert werden, filmen kontinuierlich einen vordefinierten Ausschnitt. Gewisse Modelle sind mit einer thermischen Kamera ausgerüstet, damit zu Fuss Gehende auch in der Nacht erfasst werden können. Bei den automatisierten Auswertungen gibt es verschiedene Sensoren. Die Sensoren unterscheiden sich, in dem sie Unterschiedliche Frequenzbereiche auswerten. Entweder den optische und oder den Infrarotbereich. Es gibt 3D-Sensoren, die mit zwei Kameras ausgestattet sind.

Messdaten

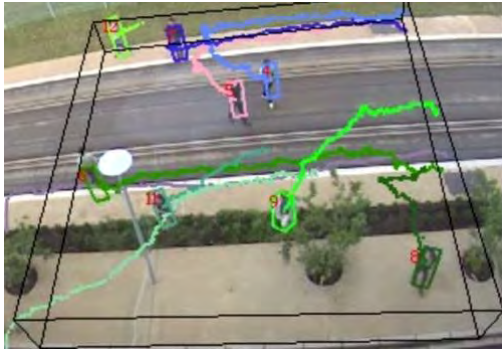


Abb. 27 Videoanalyse-Software ermöglicht die Verfolgung von Bewegungsmustern.

Je nach der Analysesoftware können verschiedene Daten ausgewertet werden. Einige Modelle geben nur die Zahl der Passanten in einem bestimmten Zeitraum an, andere sind in der Lage, die zurückgelegten Wegstrecken oder die Aufenthaltsdauer anzugeben.

Vorteile

Die Präzision des Videosystems kann hoch sein. Insbesondere, wenn stereooptische Systeme oder Systeme mit Infrarotkameras verwendet werden. Es ist möglich, kreuzende oder nebeneinander gehende Personen zu erfassen, und zwar auch an stark frequentierten Orten.

Nachteile

Das optische Bildmaterial ist witterungsabhängig. Starke Sonneneinstrahlung, Regen, nasse Fahrbahn oder Schatten können das Bildmaterial beeinträchtigen (Transports Intelligents [49]). Die daraus resultierenden Fehler sind nicht systematisch und die Daten können nicht benutzt werden oder es ist eine manuelle Nachzählung notwendig. Aus diesen Gründen wird Video oft für Innenaufnahmen (z. B. in Bahnhöfen) verwendet.

Rein optische Systeme haben gemäss Kuutti (Kuutti 2014 [27]) von allen Fussverkehrszählensystemen den grössten Fehler. Videozählungen sind in der Anwendung insgesamt einfacher geworden. Systeme die direkt im Sensor auswerten, sind bezüglich des Datenschutzes zu empfehlen, haben aber das Problem, dass nur kurze Erhebungen mit Batterie durchgeführt werden können. Die Kosten variieren stark je nach den angebotenen Hardwarekomponenten (thermische Kamera, Art der Sensoren und Prozessoren), der Software und dem nötigen Wartungsaufwand. Bei Systemen, die direkt in der Kamera auswerten sind die Anschaffungskosten hoch und der Installationsaufwand ist nicht zu unterschätzen. Diese Geräte eignen sich für eine längere Erhebungsdauer. Systeme, welche die Videodaten nachträglich auswerten, sind günstig in der Anschaffung und leicht zu installieren. Die Auswertungskosten sind nicht zu unterschätzen. Sie sind für eine kurze und mittlere Erhebungsdauer interessant.

Berücksichtigung für Piloterhebung

Die Auswertung von Videodaten ist eine Technologie, die zunehmend eingesetzt wird. Die Technologie wird in den Piloterhebungen geprüft. Das vielfältige Einsatzfeld und die vereinfachte Handhabung machen die Technologie interessant.

WiFi, Bluetooth

Tab. 20 Eigenschaften von WiFi/Bluetooth-Geräten

Daten	Erhebungsdauer	Vorteile	Nachteile
Anzahl	mittel	grosse Reichweite	Zum reinen Zählen nur bedingt geeignet
Richtung		Erfassung von	funktioniert nur, wenn
Aufenthalte		Aufenthaltsdauer und	WiFi/Bluetooth aktiviert
Wege (Strecke)		Wegbeziehungen	Datenschutz
Durchflussanalyse			Hoher Kalibrationsaufwand
Geschwindigkeit			

Funktionsweise

Ein Datenerfassungsgerät (Hotspot) findet mobile Geräte mit Bluetooth oder WiFi, die sich in der Nähe befinden und eingeschaltet sind. Um genaue Daten zu erhalten, braucht es mehrere solcher Hotspots im Untersuchungsraum.

Messdaten

Dieses System erlaubt es unter anderem, die Position, die Route, die Dauer der Bewegung und des Aufenthalts einer Person im Raum zu erfassen.

Vorteile

Diese Methode ermöglicht Auswertung von Personenströmen und Aufenthaltsdauer im Perimeter. Kordonzählungen, also das Bestimmen des Anteils der Personen, die einen bestimmten Abschnitt passieren, sind möglich.

Nachteile

Es werden nur Personen mit eingeschalteten WiFi /Bluetooth-fähigen Geräten erfasst (Eady 2014 [15]). Da nicht alle Personen ein solches Gerät auf sich tragen und manche Personen mehrere Geräte, ist es unumgänglich, die Messdaten auf der Basis von manuellen Zählungen zu kalibrieren. Letztlich bleiben aber die Daten mit einer gewissen Ungenauigkeit behaftet.

Der Schutz der Privatsphäre ist ein noch nicht definitiv gelöstes Problem, da zurückgelegte Routen und Frequenzen mittels Benutzeridentifizierung der mobilen Geräte erfasst werden. Um den Datenschutz zu gewährleisten, generieren die meisten Systeme zeitlich begrenzte Benutzeridentitäten (z. B. nur für die Dauer eines Tages; Danalet 2013 [13]). Gleichzeitig schmälern Massnahmen der Gerätehersteller zur Gewährleistung des Datenschutzes die Aussagekraft der Untersuchungen (Rudl 2014 [33]). Aus Anwendungserfahrungen hat sich gezeigt, dass es schwierig ist, den Erfassungspereimeter einzugrenzen. Damit kann beim Erfassen des Aufenthaltes auch nicht zwischen Aufenthalt im öffentlichen Raum oder Aufenthalt in angrenzenden Gebäuden unterschieden werden. Die Geräte können nur bedingt nach Verkehrsmittel unterscheiden.

Berücksichtigung für Piloterhebung

Diese Technologie ist grundsätzlich nicht zum Zählen geeignet, aber sie erlaubt die Erfassung von grossräumigen Wegbeziehungen und ist dadurch interessant für eine Piloterhebung.



Abb. 28 Aufspürung portabler Geräte mit WiFi und/oder Bluetooth.

2.2.3 Vorgesehene Technologien für die Piloterhebungen

Nicht alle Technologien eignen sich für alle Fragestellungen. Grundsätzlich bestimmen die inhaltlichen und planerischen Fragen aus der Praxis den Technikeinsatz und nicht umgekehrt. Für die Piloterhebungen (vgl. Kap. 3) ist geplant, die folgenden Technologien und Gerätetypen einzusetzen (Tab. 21) bzw. auf deren Einsatz zu verzichten (Tab. 22).

Einzusetzende Technologien und Geräte

Die folgenden Technologien bzw. Geräte haben sich in den letzten Jahren bewährt und erscheinen vielversprechend, weshalb sie im Rahmen der Piloterhebungen evaluiert werden sollen.

Tab. 21 Technologien und Geräte, die für die Piloterhebungen geplant sind

Technologie	Hersteller/ Anbieter	Produktname	Derzeitige Anwender (soweit bekannt)
Passiv-Infrarot	Eco-Counter	Pyro-Box	Städte Zürich, Bern, Biel, St. Gallen, Pully, Sarnen, Kanton Basel-Stadt usw.
Laserscanner (Aktiv-Infrarot)	Swisstraffic	swiss Laser	Kanton Thurgau
	Lase PeCo	Peco LC 2.0	Div. deutsche Städte
Infrarot-Kamera (Wärmebild)	Eco-Counter	CITIX-IR	Test Stadt ZH: Quaibrücke
	Universität Lausanne	FLIR (Nilousense IRview)	Gebiet Lavaux
3D-Sensor (Stereokamera)	Lase PeCo	PeCo SCX Outdoor	
	Eco-Counter	Citix 3D	
	ASE	PAS 2x/3x	SBB, Niederlande
Video-Kamera	MioVision	Miovision Scout	Städte St. Gallen, Luzern
	Swisstraffic	swiss Scout	
	Swisstraffic	Ai-Sensor	
	Viacam	Trafic_cam_r19a	
Bluetooth-/WiFi-Sensoren	Universität Lausanne	Nilousense BTpath	
	ASE	PAS21 (Xovis PC2R-UL)	

Die Angebote der Firma ASE und Viacam konnten aus Kostengründen für die Piloterhebungen nicht berücksichtigt werden.

Nicht eingesetzte Technologien und Geräte

Weil sich die Technologien nicht eignen oder die Geräte noch nicht marktreif sind, wird auf den Einsatz folgender Technologien und Geräte für die Piloterhebungen verzichtet.

Tab. 22 Technologien bzw. Geräte, die für die Piloterhebungen nicht eingesetzt werden

Technologie	Hersteller/ Anbieter	Produktname	Derzeitige Anwender	Kommentar
Passiv-Infrarot	TRAFx	Infrared Trail Counter	v. a. in Parks, Wanderwege	
	Swisstraffic	IoT-Infrared		
Platten-/Drucksensoren	Eco-Counter		Schweizerischer Nationalpark	Nicht geeignet für urbane Gebiete, baulicher Aufwand, zählt nicht bei Schnee und Eis
Radiowellen	Chambers Electronics	RRX RBX – Outdoor People Counter	In der Schweiz keine bekannt	In der Schweiz keine Anbieter bekannt, System ungeeignet für urbane Gebiete
Radar	SwissTraffic	IoT-Radar	Keine bekannt	Radar ist für den Fussverkehr nicht geeignet
	Parametric	PCR2	Keine bekannt	
Ultraschall			Keine Erfahrungen in der Schweiz	Keine Anbieter bekannt
Partikelanalyse	Photrack AG		nicht marktreif	Zählfunktion nicht weiter entwickelt
WiFi / Bluetooth		NTNU, Trondheim	Tests in Norwegen	Qualität der Ergebnisse unklar
	Swisstraffic	BlueScan	Versuche HB Zürich	
Mobilfunkdaten	Swisscom		Gemeinde Pully	
GPS	Google		In Betrieb, individuelle Daten	Konditionen für die Datennutzung sind für diese Forschung nicht geeignet.
	AIT, Trivector		Projekte laufen, individuelle Daten	

2.3 Vorhandene Daten und Anwendungsprojekte

Die vorhandenen Daten können in drei Kategorien unterschieden werden. Zum ersten stehen Zähldaten von automatischen Fussverkehrserhebungen und solchen von den Schnittstellen mit dem öffentlichen Verkehr zur Verfügung. Zum zweiten gibt es Daten, die auf Umfragen und Strukturdaten beruhen und zum Dritten solche, die auf Erfassungen mit Mobilfunk- und GPS-Geräten beruhen. In einer zweiten Dimension muss auch zwischen öffentlich verfügbaren und nicht öffentlich verfügbaren Daten unterschieden werden.

2.3.1 Zähldaten

Daten von automatischen Fussverkehrszählungen

Für den Fussverkehr sind Zählgerätedaten von Verkehrszählgeräten erst vereinzelt vorhanden. Eine Erhebung aus dem Jahr 2016, welche sowohl Zählungen des Fuss- wie des Veloverkehrs umfasste (Velokonferenz Schweiz 2016 [50])⁵, zeigte, dass nur die Städte Zürich und St. Gallen sowie der Kanton Basel-Stadt permanente Fussverkehrszählstellen eingerichtet haben. In den letzten Jahren sind einige Städte dazu gekommen wie z. B. Bern, Biel, Luzern, Neuenburg, Pully. Einige Kantone und Städte haben auch kombinierte Zählstellen des Fuss- und Veloverkehrs, diese befinden sich jedoch meist etwas ausserhalb des urbanen Gebiets. Nicht zuletzt werden in zahlreichen weiteren Gemeinden und Kantonen periodische und projektbezogene automatische Fussverkehrserhebungen durchgeführt (z. B. in Sarnen, im Kanton Genf oder in der Agglomeration Lausanne).

Tab. 23 Anzahl Zählgeräte und Zählquerschnitte in Städten und Kantonen nach Art der Erhebung

Ort	Zählgeräte und Zählquerschnitte nach Art der Erhebung
Stadt Zürich	Netz mit 18 Zählgeräten an 16 Querschnitten, an einem Teil davon wird nur halbjährig gezählt (jeweils Sommer- oder Wintermonate). Zählungen flächendeckend seit 2013, seit 2010 einzelne Zählstellen.
Kanton Basel-Stadt	Netz mit ca. 30 Zählgeräten an 19 Querschnitten, Zählung seit 2012.
Stadt Biel	Netz von 6 permanenten Zählstandorten, Zählung seit 2017
Stadt Bern	3 permanente Zählstellen seit 2017
Stadt St. Gallen	1 permanente Zählstelle seit 2011
Stadt Pully	2 permanente Zählgeräte an 1 Querschnitt seit August 2018
Kanton Thurgau	1 kombinierte Velo- und Fussverkehrszählstelle auf einer Veloland-Schweiz Route
Stadt Lausanne	Zählungen in der Agglomeration Lausanne
Stadt Luzern	Periodische Zählungen an den 5 Reussbrücken in den Jahren 2012 und 2017 über jeweils ca. 1 Woche pro Standort; 2 permanente Zählstellen an der Seebrücke seit 2020
Stadt Sarnen	Periodische Zählungen mit einem Zählgerät.
Diverse Orte	Projektbezogene Zählungen gibt es vielen Städten beispielsweise in der Stadt Zürich zwischen 2010 und 2018, Wattwil 2017, Lausanne, Genf, Lavaux.

Die Stadt Zürich und der Kanton Basel-Stadt publizieren die Zähldaten auf ihrem Opendata-Portal. In einigen anderen Städten, wie Neuenburg können die summarischen Ergebnisse von Verkehrszählungen im Web-GIS eingesehen werden. Für die Beforschung des Themas wären mehr öffentlich verfügbare Datensätze wünschbar.

Daten von den Schnittstellen mit dem öffentlichen Verkehr

Nebst den Behörden, die für den öffentlichen Raum zuständig sind, zählen auch Verkehrsbetriebe ihre Passagiere. Fast alle Verkehrsbetriebe erheben die Ein- und Aussteiger-Daten. Diese sind aus der Perspektive des Fussverkehrs vor allem bei Tram- und Bushaltestellen interessant, wo wenige Umsteigebeziehungen möglich sind. Die SBB erheben ihrerseits die Besucherströme in den grösseren Bahnhöfen. Dort wo die Personen zu Fuss das Bahnhofsareal verlassen, befinden sich damit auch

⁵ Die Ergebnisse sind auch auf der Website des Netzwerks „Monitoring Fuss- und Veloverkehr“ dokumentiert (siehe <https://monitoring-fussvelo.ch/index.php/de/uebersicht-zaehlanlagen/uebersicht>).

Fussverkehrszählstellen. Dasselbe gilt auch für grössere Einkaufszentren. Öffentlich im Detail verfügbar sind von diesen Daten nur die Ein- und Ausstiege der Verkehrsbetriebe der Stadt Zürich, die SBB veröffentlichen summarische Werte.

2.3.2 Umfrage- und Strukturdaten

Umfragedaten, insbesondere der Mikrozensus „Mobilität und Verkehr“

Eine weitere Quelle für Daten zum Fussverkehr sind jene, die aus Umfragen gewonnen werden. Die wichtigste Erhebung in der Schweiz hierzu ist der Mikrozensus „Mobilität und Verkehr“, der alle 5 Jahre durch die Bundesämter für Statistik und Raumentwicklung durchgeführt wird. Er bildet das Verkehrsverhalten der Schweizer Bevölkerung ab dem 6. Lebensjahr ab. Seit 1994 basiert die Erhebung auf dem Etappenprinzip, das heisst, jedes benutzte Verkehrsmittel auf einem Weg zu einer bestimmten Aktivität wird erfasst. Damit ist auch der Fussverkehr adäquat abgebildet. Im Jahr 2015 umfasst die Stichprobe 57'000 Haushalte und Personen, die rund 192'000 Wege und 272'000 Etappen zurückgelegt haben. Da es sich um eine Stichtags-Erhebung handelt, sind keine Angaben zum individuellen Verhalten über die Zeit erhältlich, dafür sind detaillierte Angaben zum Zweck der Wege, zum Alter und Geschlecht erhältlich, die normalerweise bei Zählungen nicht erfasst werden (können). Auch bietet sich der Vorteil, Einstellungen und Meinungen abzufragen, z. B. weshalb für einen Weg die eigenen Füsse und nicht ein anderes Verkehrsmittel gewählt wurde. Ein Nachteil der Mikrozensusdaten liegt darin, dass sie repräsentative Aussagen nur in relativ aggregierter Form zulassen (z. B. nur grössere Städte bzw. nach Siedlungstypen) und nicht kontinuierlich, sondern nur alle 5 Jahre erhoben werden.

Strukturdaten

In den letzten Jahren sind zahlreiche Anwendungen entstanden, die auf Strukturdaten beruhen, insbesondere Daten zur Wohnbevölkerung, zu Wohnorten, Arbeitsplätzen und Nutzungen sowie den öV-Angeboten (Erreichbarkeit der Haltestellen, Linien, Takte usw.). Teilweise basieren die Analysen auf Hektarrasterdaten. Daraus werden Modelle für das Verhalten der Bevölkerung abgeleitet. Diese werden je nachdem verfeinert und kalibriert durch den Einbezug der Daten des MZMV. Daraus entstehen Gesamtverkehrsmodelle, die auch Aussagen zu Orten erlauben, wo der Mikrozensus nicht genügend Menschen im Sample hatte. Gemäss Experten sind diese Modelle auf der Mikroebene zu ungenau, um basierend darauf Dimensionierung von Verkehrsanlagen zu projektieren. Die Modelle haben ihre Stärken in den Bereichen Standortwahl von Verkaufsgeschäften und der Angebotsplanung des öffentlichen Verkehrs.

2.3.3 GPS- und Mobilfunk-Daten

Mobilfunkdaten

Nebst den klassischen Dateneignern, wie Bund, Kantone und Gemeinden versuchen auch neue Anbieter ihre Datensätze im Mobilitätsbereich nutzbar zu machen und zu verkaufen. Genannt werden dabei Mobilfunkanbieter und Google. Die Mobilfunkanbieter kommunizieren, dass sie alle Verkehrsteilnehmer erfassen, allerdings sind differenzierte Aussagen nach Verkehrsteilnehmern (zu Fuss Gehende, Velofahrende, Autoinsassen oder öV-Nutzende) noch kaum möglich bzw. dort, wo sie vorgenommen wurden zu ungenau. Die Daten eignen sich zur Beobachtung grossräumiger Bewegungen. Für den Fussverkehr, der kleinräumig orientiert ist, sind die Daten nicht nutzbar (VSS-Tagung 2018). Allenfalls gibt es Möglichkeiten, den Aufenthalt auf grösseren Plätzen zu erfassen, Erfahrungen hierzu liegen allerdings noch nicht vor.

GPS-Daten

Google erfasst mit ihrer GPS-Anwendung „Timeline“ Daten zum Bewegungsverhalten der Menschen. Dank der Erfassung der Android Telefone und den eingebauten Schrittzählern, dürften zu Fuss Gehende relativ präzise erfasst sein. Diese Daten stehen aber nur Google selber und der jeweiligen Person, die sie erfasst hat, zur Verfügung. Öffentlich angeboten werden einzig Floating Car Data für den motorisierten Individualverkehr. Gemäss Aussagen des Kantons Genf, dürfen diese Daten von Google nicht auf ihre Qualität geprüft werden. Weil die Daten allgemein nicht verfügbar und die

Qualität der Daten nicht geprüft ist, kann in diesem Forschungsprojekt nicht darauf zurückgegriffen werden.

In den letzten Jahren sind zahlreiche Tracking-Apps entwickelt worden. Sie dienen zum einen zur Erfassung der eigenen Bewegungsaktivitäten und zum anderen zu kommerziellen Zwecken (laufende Angebote im Vorbeigehen bzw. -fahren). Darüber hinaus sind auch Forschungs-Apps entwickelt worden, um das Mobilitätsverhalten genauer zu erfassen und so z. B. die Daten der Mobilitätserhebungen durch Umfragen zu verbessern. Beispiele solcher Entwicklungen sind die App „TRavelVU“ von Trivektor oder „Smart Survey“ des Austrian Institute for Technology AIT. Dank der eingebauten Schrittzähler ist die Abgrenzung der Strecken zu Fuss von jenen mit anderen Verkehrsmitteln möglich. Die Zuordnung ist inzwischen auch relativ genau. Die Herausforderungen bestehen eher darin, ein repräsentatives Sample von Personen zu rekrutieren, die sich tracken lassen und die bereit sind, mit einer verkürzten Akkulaufzeit ihres Mobiltelefons zu leben. Zudem stellen sich Fragen des Datenschutzes. Auf den Aufwand ein entsprechendes Sample aufzubauen, muss in dieser Forschungsarbeit verzichtet werden.

2.4 Recherche bei Fachleuten in Städten und Kantonen

2.4.1 Erhebung des Zählbedarfs bei Fachleuten aus der Praxis

Um den aktuellen Zählbedarf in der Schweiz zu eruieren, wurden persönliche Gespräche durchgeführt und folgende Grundlagen und Quellen beigezogen:

- Bisherige Präsentationen und Diskussionen im Rahmen des Erfahrungsaustauschs (Erf) des Netzwerks «Monitoring Fuss- und Veloverkehr» wurden ausgewertet.
- Spezifischer Input von Seiten der Teilnehmenden des Erfahrungsaustauschs zum vorliegenden Projekt anlässlich der Treffen vom 4. Mai 2018 in Biel und vom 18. September 2018 in Solothurn.
- Direkte Kontakte und Gespräche mit Vertreterinnen und Vertretern von Bund, Kantonen, Städten und Gemeinden sowie Betrieben des öffentlichen Verkehrs (siehe Tab. 24).
- Internationale Erfahrungen aus langjähriger Tätigkeit im Rahmen der Konferenz Walk21 und den durchgeführten Vorkonferenz-Workshops zu Measuring Walking (siehe www.measuring-walking.org).

Tab. 24 Kontaktierte Personen in Städten, Kantonen und Transportunternehmen (alphabetisch geordnet)

Städte		Kantone		Transportunternehmen	
Bern	Judith Albers	Aargau	Mirjam Hauser	SBB	Stefan Weigel
Biel	Gabriele Leonardi	Basel-Stadt	Kathrin Grotrian		
Köniz	Sarah Droz	Bern	Erik Gorrengourt		
La Chaux-de-F.	Maximilien Matthey	Solothurn	Kurt Erni		
Luzern	Milena Scherer	St. Gallen	Daniel Schöbi,		
Neuchâtel	Antoine Benacloche		Daniel Litscher		
Pully	Alexandre Machu	Tessin	Barbara Lupi		
Sarnen	Ivo Näpflin	Thurgau	Kathrin Hager		
St. Gallen	Urs Büchler				
Winterthur	Christoph Oetiker				
Zürich	Robert Dorbritz				
	Wernher Brucks				

In den Konsultationen wurde um die Beantwortung folgender Fragen gebeten:

- Für welche Planungsfragen besteht zurzeit der grösste Bedarf an Fussverkehrsdaten?
- Welche Erfahrungen bestehen mit welchen Technologien? Welche eignen sich aus Praxissicht für welchen Zweck?
- Welche Informationen zur Unterstützung von Zählungen werden gewünscht?

- Welche Daten sind für das Forschungsprojekt verfügbar?
- Wer wäre an einem Praxistest anhand einer konkreten Planungsfrage interessiert? Wer hat konkreten aktuellen Erhebungsbedarf? Wer ist interessiert an einem Technikvergleich?

Die Gespräche ergaben folgende Ergebnisse:

- Das Interesse am Thema der Fussverkehrszählungen ist bei allen kontaktierten Personen gross. Das ist erfreulich, hat sich in den letzten Jahren doch einiges gewandelt. Es zeigt sich ein Sinneswandel in der Planungswelt, dass die Bedeutung von Fussverkehrsdaten für die Verkehrsplanung anerkannt wird.
- Der Zählbedarf ist an vielen Orten gross, da kaum Daten vorhanden sind. Thematisch sind vor allem folgende Fragen von Interesse: repräsentative Zählstellenauswahl, Querungen (Fussgängerstreifen mit und ohne LSA), Dimensionierung von Haltestellen, Verträglichkeit von Fuss- und Veloverkehr, Nutzung, Aufenthalt und Verhalten auf Plätzen.
- Darüber hinaus zeigt sich ein grosses Interesse an Erkenntnissen zu Hochrechnungsfaktoren, Ganglinien, Monitoring und zu äusseren Einflüssen wie z. B. das Wetter auf das Fussverkehrsaufkommen.
- Im Gegensatz zum grossen Bedarf an Zählenden in der Praxis, sind die Ressourcen hierfür meist sehr beschränkt. Während beim MIV und inzwischen auch beim Velo einiges investiert wird, um die beiden Verkehrsarten adäquat und umfassend zu zählen, ist man bezüglich der Finanzierung von Fussverkehrszählungen z. T. noch sehr zurückhaltend. Dort wo in den letzten Jahren viel in den Aufbau eines Zählsystems investiert worden ist, sind im Moment kaum finanzielle Zusatzunterstützungen möglich. Andere stehen erst am Anfang ihrer Arbeiten und konzentrieren sich z. B. im Moment auf den Veloverkehr.
- Alle Angefragten sind bereit, bestehende Daten und Erkenntnisse dem Forschungsprojekt zur Verfügung zu stellen. Dies erspart zusätzlichen Erhebungsaufwand und bildet eine gute Basis für die Analysen in Phase 2.2.

Der Bedarf an Fussverkehrsdaten nach staatlichen Ebenen

Bund	Daten über die Entwicklung des Fussverkehrsaufkommens zwischen den Erhebungen des MZMV; Aggregation kleinräumiger Entwicklungen.
Agglomerationen	Bessere Datengrundlagen für die Eingaben/Projekte der Agglomerationsprogramme.
Kantone	Wenig eigener Zählbedarf, aber Interesse an guten Projektgrundlagen in den Gemeinden und Agglomerationen, Hilfestellung für Zählungen.
Städte und Gemeinden	Hier besteht naturgemäss das grösste Interesse an Fussverkehrszählungen. Die Fragestellungen, zu denen der höchste Zählbedarf besteht, sind unten aufgeführt.
Standortförderung	Interesse von Städten und Regionen an der Entwicklung des Einzelhandels in Innenstädten: z. B. Städte Winterthur und St. Gallen ausgewertet ⁶ ; hier überschneidet sich das Interesse der Stadt mit jenem des Handels und der Immobilienwirtschaft, die z. T. auch Zählungen durchführen (wollen).

⁶ Siehe z. B. St. Galler Tagblatt vom 25.8.2018 (online): «Mit Daten aus Fussgängerzählungen gegen das Ladensterben in der St. Galler Innenstadt». (<https://www.tagblatt.ch/ostschweiz/stgallen/mit-daten-die-innenstadt-retten-ld.1047655>), Zugriff: 14. Dezember 2018.

2.4.2 Planungsfragen und Zählbedarf in der Praxis

Aufgrund der Analysen und der zahlreichen Gespräche kristallisierten sich die nachfolgenden 8 Themen mit dem höchsten aktuellen Zählbedarf heraus (dargestellt nach Netz, Fläche und Querungen).

Betrachtungsebene Netz

1. Repräsentative Zählstellenauswahl (Zählkonzept) für Monitoring

Von Interesse ist hier die Frage, an welchen Orten automatische Zählungen durchgeführt werden sollen, damit ein repräsentatives Bild für das Fussverkehrsaufkommen in einer Gemeinde entsteht. Es geht dabei nicht um einen Test von Technik, sondern um die Frage der Erhebungsorte und das Vorgehen. In grösseren Städten gibt es bereits Erfahrungen hierzu (Zürich, Basel), für mittelgrosse Gemeinden gibt es aber noch keine Angaben. Die Fragestellung ist eng verknüpft mit dem Thema Monitoring und Modellierung. Oft geht es darum, an ausgewählten Abschnitten (Fussgängerzonen, Pendlerachsen, Freizeitachsen, Einkauf usw.) die Mengenentwicklung und allenfalls Veränderungen in der Ganglinie zu beobachten. Je nach Ziel des Monitorings sind andere Orte repräsentativ.

Diese Fragestellung beschäftigt aktuell die Städte St. Gallen, Bern und Köniz, welche ein Konzept für Fussverkehrszählungen planen.

2. Grossräumige Wegbeziehungen

Von Interesse sind hier die Fussverkehrsbeziehungen über einen grösseren Perimeter. Dieser kann mehrere hundert Quadratmeter und Knoten sowie Querungen umfassen. Die Frage ist, ob es möglich ist, mittels automatischer Zählungen entsprechende Daten zu erfassen. Meist sind solche Situationen sehr komplex und je separate Erhebungen an vielen Punkten können zwar Angaben zum Aufkommen generieren, aber die Ströme Quell-Zielbeziehungen nicht darstellen. Zählungen zu grossräumigen Wegbeziehungen sind häufig komplex und aufwändig. Zudem sind sie technologisch eine Herausforderung.

Im Kanton Aargau zum Beispiel stellt sich eine solche Frage beim Bahnhof Brugg/Windisch, wo vielzählige Ströme des Fussverkehrs zusammenfliessen.

Betrachtungsebene Flächen

3. Lineare Fussverkehrsströme: Fussgängerzonen, Trottoirs, Wege

Es sind bereits zahlreiche Erfahrungen mit Passiv-Infrarot-Geräten vorhanden (v. a. Pyro-Box der Firma Eco-Counter). Von Interesse für das Forschungsprojekt sind insbesondere Orte mit hohen Frequenzen und breiten Querschnitten, wo Passiv-Infrarot-Geräte an Grenzen stossen. Zu denken ist hier z. B. an Fussgängerzonen oder an Freizeitorte mit hohem Aufkommen. Ein Ziel ist, abzuklären, wie gross die Differenzen zwischen den bereits installierten Geräten und anderen Technologien sind⁷.

Der Bedarf an (mehr) Daten für den Längsverkehr ist fast überall vorhanden, wie die kontaktierten Fachleute berichten: «je mehr Zählraten vorliegen, desto besser, z. B. in Bezug auf die Überarbeitung unseres Richtplans» (Stadt Luzern); «Zählbedarf hätten wir an vielen Orten» (Kanton Aargau). Der Kanton Basel-Stadt hat Interesse an einem Gerätevergleich in der stark frequentierten Fussgängerzone (Gerbergasse). Dort hängt zurzeit ein Passiv-Infrarot-Gerät, dessen Genauigkeit und Zuverlässigkeit geprüft werden soll.

⁷ Erste Erfahrungen aus Gerätevergleichen z. B. in der Bahnhofstrasse der Stadt Zürich zeigen, dass die Ganglinien zwischen einem Infrarot-Sensor und einer 3D-Kamera sehr ähnlich sind, aber hohe Aufkommen (Spitzen) durch die 3D-Kamera besser abgebildet werden. Die systematischen Unterzählungen liessen sich allenfalls mittels Hochrechnung angleichen.

4. Mischflächen für den Fuss- und Veloverkehr

Im urbanen Raum stellt sich immer wieder die Frage zur Verträglichkeit zwischen Fuss- und Veloverkehr. Entsprechende Daten helfen bei der Beantwortung dieser Fragestellung. Hierzu bestehen bereits einige Erfahrungen, allerdings vor allem im Freizeitbereich, so z. B. entlang des Limmatufers in Zürich, am Birsikopfsteig im Kanton Basel-Stadt und entlang einer SchweizMobil-Route im Kanton Thurgau. Zum einen geht es also um die Auswertung von bestehenden Daten, geeigneten Geräten und Vorgehensweisen und zum andern darum, einen Test auf nicht vornehmlich freizeitorientierten Strecken vorzunehmen.

Der Kanton Solothurn plant, seine Velozählstelle über die alte Aarebrücke mit gemischtem Fuss- und Veloverkehr mit einem Fussverkehrszählgerät zu ergänzen. Aktuelle Fragestellungen zur Verträglichkeit des Fuss- und Veloverkehrs, bei denen Daten hilfreich wären, gibt es auch in Luzern.

5. Plätze mit zentralem Fussverkehrsbereich inkl. grösserem Anteil Aufenthalt

Der Aufenthalt ist ein wesentlicher Teil des Zufussgehens. Mehr Wissen hierzu wäre wünschbar. Allerdings ist die automatische Erhebung des Aufenthalts schwierig und aufwändig (Videoanalyse, Datenschutzproblem usw.). Von Interesse sind primär aufenthaltsorientierte Plätze, auf denen auch Anlässe stattfinden. Dabei stehen erhebungstechnisch nicht die Anlässe im Vordergrund, sie sind aber verfahrensmässig, z. B. beim Umgang mit Daten während solcher Anlässe durchaus von Relevanz.

Automatische Aufenthaltserhebungen stellen nach wie vor eine grosse Herausforderung dar. Die Swisscom ist zurzeit daran, solche Daten aufzubereiten. Dies bedarf aber noch weiterer Abklärungen. Geeignet sind allenfalls grössere Plätze wie z. B. der Sechseläutenplatz in Zürich. Die Stadt Zürich möchte mit einer innovativen Technologie den Aufenthalt auf Sitzplätzen erheben. Darüber hinaus wären manuelle Auswertungen von Videoaufnahmen möglich, was allerdings sehr aufwändig ist.

Betrachtungsebene Querungen

6. Querungen: mit oder ohne Mittelinsel

Von Interesse hier sind vor allem Möglichkeiten zur Erhebung der Anzahl querender Personen auf Fussgängerstreifen. Durch die Vorgaben in der Norm VSS 40 241 [2] ist dies ein sehr verbreitetes Bedürfnis in Städten und Gemeinden. Es stellt sich die Frage, welche Geräte je nach Typ von Fussgängerstreifen geeignet sind.

In der Stadt Neuenburg ist ein Videosystem im Einsatz, das Querungen und das Aufkommen aller Verkehrsteilnehmer registriert. Die Stadt Zürich (Dienstabteilung Verkehr) hat begonnen, erste Versuche mit Passiv-Infrarot-Zählungen an Fussgängerstreifen durchzuführen. In der Stadt Luzern stellt sich die Frage des Aufkommens bei Querungen mit LSA und dabei vor allem um die Frage des Zusammenhangs zwischen Fussverkehrsfrequenz, Wartezeit, Platzbedarf zum Warten für den Längsverkehr bzw. Aussagen zu den Auswirkungen bei der Anpassung der Umlaufzeiten. Dies speziell an Orten mit einem hohen Aufkommen an Touristen, die meist in grösseren Gruppen auftreten.

7. Komplexe Knoten und Fussverkehrsbereiche

Zählungen an Knoten sind häufig komplex. Die Frage, wie hier automatische Zählgeräte helfen können, ist gerade im Fussverkehr relevant. Von Interesse ist zudem, wie die vielzähligen Fussverkehrsströme auf einem weitläufigen Fussverkehrsbereich adäquat erfasst werden können. Eignen sich Geräte, die eine Übersicht zeigen (und z. B. Ströme abbilden) besser als z. B. eine Kordonzählung? Es kann sich dabei um stark verkehrsorientierte Bereiche mit hohem Aufkommen an zu Fuss Gehenden, Velos, öV und MIV oder um zentrale Begegnungszonen z. B. auf Bahnhofvorplätzen handeln. Die Gehlinien des Fussverkehrs können je nach Situation gebündelt oder dispers auftreten. Das Thema überschneidet sich zum Teil mit den Themen der Schnittstellen mit öffentlichem Verkehr (Punkt 8) und der grossräumigen Wegbeziehungen (Punkt 2).

Versuche wurden schon mit verschiedenen Geräten gemacht, unter anderem auch mit Kameras an Drohnen. Erfahrungen hierzu bestehen z. B. in der Stadt St. Gallen, die verschiedene Knoten mit dem System MioVision analysiert hat.

8. Schnittstellen mit öffentlichem Verkehr: Haltestellen und Bahnhöfe

Die Dimensionierung von Fussverkehrsanlagen an Schnittstellen mit dem öffentlichen Verkehr ist eine häufige Herausforderung im Planungsalltag. Die Anforderungen sind dabei oft komplex, weil sie verkehrsmittelübergreifend sind. Wichtig sind z. B. für die Abschätzung benötigter Breiten (Unterführung, Traminsel, Haltekantenbreite usw.) die Schnittstellen mit dem umgebenden Fusswegnetz. öV-Betreiber (lokale Verkehrsunternehmen und die SBB) haben häufig Daten der Ein- und Aussteiger, die hier beigezogen werden können. Auf der Hardbrücke in Zürich, wo eine Veloroute die Fussverkehrsströme zwischen Bahnhof und Bus quert, werden unterschiedliche Datenquellen miteinander kombiniert.

Zählungen rund um die öV-Schnittstellen sind also durchaus praxisrelevant, aber sie werden schnell relativ aufwändig, da die Situationen komplex sind und verschiedene Datenquellen beigezogen werden müssen.

2.4.3 Offene Fragen zur Fussverkehrszählung

In den Gesprächen mit den Fachleuten äusserten diese verschiedene offene Fragen zur praktischen Durchführung von Fussverkehrszählungen.

Geräte: Eignung, Installation und Unterhalt

- Welches Gerät eignet sich für welche Planungsfrage?
- Kosten für Anschaffung, Installation und Betrieb der Geräte?
- Stromversorgung: Netzanschluss, Batterien, Solarbetrieb (Kosten, Bewilligungen)?
- Vandalismus: was vorbeugen, wie umgehen, Unterhalt?

Datenqualität, Fehlerquellen, Kalibrierung und Hochrechnungsfaktoren

- Datenqualität: Fehlerquellen, Zählgenauigkeit, Kalibrierung, Arten der Datenbereinigung: Umgang mit Datenfehlern und -ausfällen?
- Hochrechnungsfaktoren: Wie können aus wenigen bzw. kurzen Zählungen zuverlässige Aussagen für das Tages-, Wochen- oder Jahresaufkommen gemacht werden? Ganglinien?
- Äussere Einflüsse, z. B. Wettereinfluss? Wie relevant sind solche Einflüsse und was ist zu berücksichtigen?

Datenschutz, Datenverwaltung und Offenheit der Daten

- Datenschutz, Anonymisierung der Daten notwendig oder sinnvoll?
- Datenverwaltung (Speicherung): in der Schweiz oder im Ausland?
- Nachvollziehbarkeit der Daten: Offen oder nur als Blackbox verfügbar?

Auswertung und Darstellung der Daten, Kommunikation mit der Öffentlichkeit

- Bewährte Arten der Auswertung und Darstellung der Werte: DTV, nach Wochentag, nach Richtung, in Karte oder als Tabelle?
- Was wird der Öffentlichkeit kommuniziert: absolute Zahlen und/oder Entwicklungen?
- Open Data (Rohdaten) oder nur aggregierte Werte?

Grösserer Erhebungskontext, Datenverknüpfung und Modellierung

- Wie können die Zählgerätedaten mit anderen Daten verknüpft werden, z. B. MZMV oder Daten der öV-Anbieter?
- Welche Daten können für Modellierung verwendet werden? Was braucht es hierfür?
- Wie erstellt man ein Mobilitätsmonitoring, das den Fussverkehr adäquat berücksichtigt?

Diese Fragen werden soweit möglich mit den Piloterhebungen (vgl. Kap. 3) und der Herleitung von Ganglinien und Hochrechnungsfaktoren (vgl. Kap. 4) beantwortet.

2.5 Synthese

Die Analyse zum Thema Fussverkehrszählung mit Literaturrecherche, Befragung von Fachleuten und aufgrund eigener Erfahrungen führt zu folgender Synthese:

- Die Zählung des Fussverkehrs hat im Vergleich zur Zählung anderer Verkehrsmittel noch eine untergeordnete Bedeutung. Die Fachleute sind sich jedoch einig, dass es wichtig ist, mehr Fussverkehrszählungen durchzuführen, sei es im Rahmen von Planungs- und Projektierungsaufgaben oder um die Entwicklung des Fussverkehrs (Monitoring) zu verfolgen.
- Es gibt eine grosse Zahl von Planungsfragen, bei denen Zählungen des Fussverkehrs von Interesse sind. Gemeinsam mit den Fachleuten wurden insbesondere die folgenden Fragestellungen herauskristallisiert:
 - Repräsentative Zählstellenauswahl für ein Monitoring
 - Erfassung und Darstellung von Wegbeziehungen über einen grösseren Perimeter
 - Frequenzen von linearen Fussverkehrsströmen
 - Verträglichkeit von Fuss- und Veloverkehr auf Mischflächen
 - Aufenthalt auf Plätzen oder in Parks
 - Frequenzen auf Querungen mit und ohne Mittelinseln
 - Fussverkehrsbeziehungen in komplexen Knoten und Fussverkehrsbereichen
 - Fussverkehrsanlagen an Schnittstellen mit dem öffentlichen Verkehr
- Je nach Planungsphase und Fragestellung kann der Umfang der erforderlichen Daten variieren. Neben der Zählung der Fussverkehrsmenge kann auch die Erhebung der Gehlinien, des Verkehrszwecks, des Alters usw. erforderlich sein.
- In der Praxis bestehen noch zahlreiche Unsicherheiten in Bezug auf die Wahl der Geräte, deren Datenqualität, die Datenauswertung oder den Datenschutz.
- Weitaus am meisten verbreitet sind Fussverkehrszählungen von Hand. Daneben sind jedoch auch viele automatische Zähltechnologien bekannt und unterschiedliche Geräte in der Praxis im Einsatz. Es bestehen jedoch noch wenig Erkenntnisse, welche Technologien für welche Fragestellungen gut geeignet sind.
- Permanente Zählstellen für den Fussverkehr gibt es aktuell in erst in fünf Städten. Solche Daten sind jedoch wichtig, um zuverlässige Ganglinientypen und Hochrechnungsfaktoren herleiten zu können.

In Zusammenarbeit mit Städten und Kantonen wird im Rahmen von Piloterhebungen versucht, den Kenntnisstand zu den Fussverkehrszählungen zu vertiefen und konkrete Empfehlungen für die Praxis herzuleiten.

3 Piloterhebungen und Empfehlungen zur Wahl der Zähltechnologie

3.1 Fragestellungen

Die Fragestellungen, die mit den Piloterhebungen beantwortet werden sollen, sind in Kapitel 2.4.2 beschrieben und nachfolgend nochmals zusammengefasst.

Betrachtungsebene Netz:

1. **Repräsentative Zählstellenauswahl (Zählkonzept) für Monitoring**
Von Interesse ist hier die Frage, an welchen Orten Zählungen durchgeführt werden sollen, damit ein repräsentatives Bild für das Fussverkehrsaufkommen in einer Gemeinde entsteht und dessen Entwicklung beobachtet werden kann.
2. **Grossräumige Wegbeziehungen**
Die Frage ist, ob es möglich ist, mittels automatischer Zählungen Daten zu den Fussverkehrsbeziehungen über einen grösseren Perimeter zu erfassen.

Betrachtungsebene Fläche:

3. **Lineare Fussverkehrsströme: Fussgängerzonen, Trottoirs, Wege**
Es sind bereits zahlreiche Erfahrungen mit Passiv-Infrarot-Geräten vorhanden. Es ist abzuklären, wie gross die Differenzen zwischen dieser und anderen Technologien sind. Von Interesse sind insbesondere Orte mit hohen Frequenzen und breiten Querschnitten, wo Passiv-Infrarot-Geräte an Grenzen stossen.
4. **Mischfläche für den Fuss- und Veloverkehr**
Hierzu bestehen bereits einige Erfahrungen, allerdings vor allem im Freizeitbereich. Im Rahmen der Piloterhebungen geht es um die Frage der geeigneten Technologie auf Strecken mit Alltagsverkehr.

Betrachtungsebene Querungen:

5. **Querungen: Mit oder ohne Mittelinsel**
Von Interesse sind vor allem Möglichkeiten zur Erhebung der Anzahl querender Personen auf Fussgängerstreifen. Durch die Normvorgaben ist dies ein sehr verbreitetes Bedürfnis in Städten und Gemeinden.
6. **Komplexe Knoten und Fussverkehrsbereiche**
Von Interesse ist hier, wie sowohl die Querungen und der Längsverkehr an einem Knoten oder in weiträumigen Fussverkehrsbereichen adäquat erfasst werden können. Welche Technologien eignen sich, um Wegbeziehungen und Konfliktbereiche zu erfassen?
7. **Schnittstellen mit öffentlichem Verkehr: Haltestellen und Bahnhöfe**
Haltestellen des öffentlichen Verkehrs sind einerseits wichtige Quellen/Ziele im Fussverkehrsnetz und andererseits sind vorhandene Infrastrukturen (Unter-/Überführungen) wichtige Netzelemente. öV-Betreiber und Gemeinden sind an Fussverkehrsdaten interessiert, um z. B. erforderliche Flächen und Breiten für Plätze, Unterführungen, Traminseln usw. abschätzen zu können. Es stellt sich die Frage, ob Daten der öV-Betreiber (lokale Verkehrsunternehmen und/oder die SBB) dazu beigezogen werden können.

Für das Thema Aufenthalt auf Plätzen konnte kein geeignetes Pilotprojekt gefunden werden.

3.2 Übersicht Piloterhebungen

Die Tab. 25 zeigt, wo Piloterhebungen zu den formulierten Fragestellungen durchgeführt wurden.

Tab. 25 Übersicht über die durchgeführten Piloterhebungen

Betrachtungsebene	Thema	Forschungsbedarf	Piloterhebung
Netz	1. Repräsentative Zählstellenauswahl	Anwendung in mittel-grossen Gemeinden	St. Gallen, Köniz
	2. Grossräumige Wegbeziehungen	Technologietest mit Bluetooth-/WiFi-Sensoren	Brugg
Fläche	3. Lineare Fussverkehrsströme	Technologievergleich bei hohen Frequenzen	Basel, Luzern
	4. Mischverkehr Fuss- und Veloverkehr	Technologievergleich	Solothurn, Olten
Querungen	5. Querungen: mit/ohne Mittelinsel	Effiziente Erfassung querender Personen auf FG-Streifen	Zürich, Luzern
	6. Komplexe Knoten und Fussverkehrsbereiche	Erfassung von Gehlinien Erfassung des FG-MIV Mischverkehrs	Luzern, Winterthur
	7. Schnittstellen mit öV	Integration von Passagierdaten	Winterthur, Brugg, Zürich

3.3 Beschreibung der Piloterhebungen

3.3.1 Zählung des Fussverkehrs auf Fuss- und Veloverkehrsbrücken im Kanton Solothurn

Schlussbericht: Erhebung des Fuss- und Veloverkehrs auf der Kreuzackerbrücke in Solothurn und auf der Alten Aare Brücke in Olten – Vergleich von unterschiedlichen Erhebungstechnologien; Kanton Solothurn, Amt für Verkehr und Tiefbau; August 2020 [53]

Ausgangslage und Ziel

Der Kanton Solothurn hat 2018 ein permanentes Velozählstellennetz eingerichtet. Um Erfahrungen mit Fussverkehrszählungen zu sammeln, möchte er an zwei Standorten testweise auch den Fussverkehr erheben. Die Abklärungen haben ergeben, dass die Einrichtung von Zählstellen auf der Kreuzackerbrücke in Solothurn und auf der Alten Aarebrücke in Olten von besonderem Interesse sind. An diesen beiden Standorten sind bereits Velozählstellen in Betrieb.

Die Standorte eignen sich gut für Zählungen, da an Übergängen wie Brücken der Verkehr gebündelt ist. Es wurden sowohl Geräte eingesetzt, die sich für permanente Zählstellen eignen, wie solche, die sich für temporäre Zählstellen eignen.

Art der eingesetzten Zählgeräte

Die Zählstandorte Kreuzackerbrücke in Solothurn und Alte Aare Brücke in Olten eignen sich, um verschiedene Zählssysteme zu testen, die sowohl den Fussverkehr als auch den Veloverkehr adäquat erfassen können.

Tab. 26 Eingesetzte Zählgeräte für die Erhebungen in Olten und Solothurn

Technologie	Standort	Merkmale
Kombination von Induktionsschlaufen und Pyro-Box (Eco-Counter)	Olten, Solothurn	Geeignet für permanente Zählstelle
Laser (Swisslaser von Swisstraffic)	Solothurn	Geeignet für permanente Zählstelle; für temporäre Zählstelle nur bedingt geeignet
Infrarot Kamera (Universität Lausanne)	Olten	Geeignet für temporäre Zählstelle

Zählstandorte



Abb. 29 Zählstandorte auf der Kreuzackerbrücke in Solothurn und der Aarebrücke in Olten

Installation und Betrieb der Geräte

Die **Pyro-Box** konnte in Solothurn am Brückengeländer und in Olten an einem Signalpfosten installiert werden. Die Installation erfolgt mit Schellen und ist innert einer halben Stunde erledigt. Die Daten werden jeweils in der Nacht über das Mobilfunknetz übertragen. Die Geräte laufen mehrere Jahre mit einer Batterie. Bei Fehlern oder dauerhaften Störungen erhalten die Betreiber eine E-Mail-Fehlermeldung.

Der **Swisslaser** muss in 3 – 8 m Höhe installiert und mit einem 45° Winkel nach unten installiert werden. Ein Laser deckt ein Erfassungsspektrum von 2 – 5 m ab. Für die 8 m breite Kreuzackerbrücke ist deshalb der Einsatz von zwei Sensoren notwendig. Für die Installation werden eine Hebebühne und drei Mann während ca. drei Stunden benötigt. Die Stromversorgung erfolgt über eine Kombination von Solarpanel und Batterie. Die Daten werden kontinuierlich auf die Auswertungsplattform übertragen. Fehlermeldungen bei Stromunterbrüchen erfolgen nicht zuverlässig. Dadurch wurde der Stromunterbruch eines Sensors erst nach einer Woche entdeckt.

Die **Infrarotkamera** wurde auf ca. 2 m Höhe an einem Signalständer mit Schellen befestigt. Die Konfiguration der Erhebung wird in eine Textdatei auf die Speicherkarte geschrieben. Für die Installation benötigt eine Person rund eine halbe Stunde. Je nach Verkehrsaufkommen müssen während der Erhebung die Batterie und die Speicherkarte in regelmässigen Abständen ausgetauscht werden. Dieser Austauschvorgang lässt sich in einer Viertelstunde erledigen. Die Herausforderung besteht darin, zuverlässig

abschätzen zu können, wie lange es braucht, bis die Speicherkarte voll ist und ausgetauscht werden muss. Im Betrieb bestehen zurzeit verschiedene Probleme, die damit zusammenhängen, dass es sich bei diesem Produkt um einen Prototyp handelt. Es können Erhebungslücken entstehen, einerseits wegen dem Ausfall der Recheneinheit, andererseits, weil nach dem Wechsel von Batterie und Speicherkarte manchmal die Stromzufuhr unterbrochen wird. Im Testbetrieb hat ein solcher Ausfall während der Kontrollzählung zu einer Datenlücke geführt, so dass in einem anderen Zeitraum mit Aufnahmen der Infrarotkamera gezählt werden musste.

Zeitpunkt und Dauer der Zählung

Die Fussverkehrszählungen auf der Kreuzackerbrücke in Solothurn fanden vom 21. August bis am 20. September 2019 statt. Der Laser wurde nur vom 21. August bis am 10. September 2019 eingesetzt; vom 28. August bis am 1. September ist einer der Lasersensoren wegen einem Problem mit der Stromversorgung ausgefallen.

Die Datenerhebung auf der Alten Aare Brücke in Olten dauerte vom 23. Oktober 2019 bis am 21. November 2019. Die Infrarotkamera war vom 23. Oktober bis am 13. November 2019 in Betrieb. Am 25. Oktober 2019, 26. Oktober 2019, 8. November 2019, 11. November 2019, 12 November 2019, sowie vom 30. Oktober bis am 5. November 2019 waren Datenlücken zu verzeichnen.

3.3.2 Zählung des Fussverkehrs auf dem Bahnhofplatz Winterthur

Schlussbericht: Fussgängerströme Bahnhofplatz Winterthur – Erhebung von Fussgängerströmen auf einem grossflächigen Platz durch Videotechnologie und automatisierte Auswertung; Stadt Winterthur, Tiefbauamt; Februar 2021 [54]

Ausgangslage und Ziel

Der Bahnhofplatz Winterthur hat viele Start- und Zielpunkte für den Fussverkehr: Bahnhof, Busbahnhof, Altstadt, Technikum-/Zürcherstrasse. Die Verkehrsströme für den Fussverkehr sind bewusst ungeregelt. Gleichzeitig dient der Bahnhofplatz der Anlieferung, dem Veloverkehr sowie dem Bus- und Taxiverkehr.

Aufgrund der erwarteten Bevölkerungszunahme wie auch der Verkehrszunahme des öffentlichen Verkehrs wird die Dichte des Fussverkehrs und dadurch auch das Potential von Konflikten weiter zunehmen. Für die Planung der weiteren Entwicklung rund um den Bahnhof Winterthur ist es deshalb wichtig, die Menge des Fussverkehrs und potenzielle Konfliktflächen zu kennen.

Das Ziel der Piloterhebung am Bahnhof Winterthur ist das Erlangen von Kenntnissen der Fussverkehrsströme und deren zeitabhängigen Dichten, Qualitäten (Qualitätsstufen bzw. Pers. pro m²) sowie allfälliger Konfliktstellen mit dem Bus, um zukünftige Massnahmen ableiten zu können. Im Weiteren wird mit diesem Pilotprojekt versucht, geeignete Technologien für die Erhebung von komplexen Fussverkehrsströmen sowie Kosten, Personalaufwand, Datenmanagement usw. zu eruieren.

Perimeter und Zählstandorte

Die Erhebung analysiert Fussverkehrsströme auf der in Abb. 30 eingezeichneten Fläche. Die in die Erhebung einbezogene Fläche erstreckt sich vom Hauptzugang zum Bahnhof SBB über den Bahnhofplatz bis zum Beginn der Stadthausstrasse und über den Busbahnhof bis zum Untertor.



Abb. 30 Perimeter und Kamerastandorte für die Piloterhebung in Winterthur

Installation und Betrieb der Geräte

Die Erhebung wurde mit 5 Videokameras der Firma Swisstraffic (swiss Scout) durchgeführt. Durch das Stadtwerk Winterthur wurde vorgängig die Stromversorgung der Kameras installiert. Die Installation erfolgte meist an privaten Balkonen oder Terrassen in einer Höhe zwischen 5 und 26 Metern. Die wichtige Koordination mit allen Beteiligten wurde seitens der Stadt Winterthur sichergestellt.

Die Videoaufnahmen wurden temporär vor Ort gespeichert. Die Daten sind auf der Kamera verschlüsselt abgespeichert, so dass keine unerwünschte Manipulation an den Daten ausgeführt werden kann. Bei der Konfiguration der Kameraerhebung wird darauf geachtet, dass keine Personenerkennung auf den Bildern möglich ist. Dies wird einerseits durch die Distanz zwischen der Kamera und dem zu erfassenden Bild und andererseits durch die Wahl der passenden Kameraauflösung erreicht. Die Videoaufnahmen wurden mit der Datenaufsicht der Stadt Winterthur koordiniert. Vor Beginn der Videoerhebung wurde durch die Stadt Winterthur eine Medienmitteilung versandt, um die Bevölkerung über den Grund der Erhebung und das Einhalten der Datenschutzbestimmungen zu informieren.

Zeitpunkt und Dauer der Zählung

Die Zählung wurde vom Montag, 9. Dezember 2019 ab 12-15 Uhr bis Montag, 16. Dezember 2019, 9-11 Uhr durchgeführt. Da der Montag nicht vollständig erhoben wurde, konnten für die Auswertung nur die Daten von Dienstag-Sonntag verwendet werden. Die folgenden Verkehrsarten wurden jeweils richtungsgetreunt erfasst:

- Untertor: Fussverkehr, Veloverkehr
- Stadthausstrasse: Fussverkehr (auf beiden Trottoirs und auf der Fahrbahn), Veloverkehr, Autos, Busse, Lieferwagen, Motorräder und Taxis
- Bahnhofplatz Nord: Fussverkehr (auf beiden Trottoirs und auf der Fahrbahn), Veloverkehr, Autos, Busse, Lieferwagen, Motorräder und Taxis
- Busbahnhof: Fussverkehr (auf beiden Trottoirs, dem Mittelperron und auf den Fahrbahnen), Veloverkehr, Autos, Busse, Lieferwagen, Motorräder und Taxis
- Bahnhofzugänge: Fussverkehr

3.3.3 Zählung des Fussverkehrs in der Gerbergasse in Basel

Schlussbericht: Zählung des Fussverkehrs in der Gerbergasse – Vergleich von unterschiedlichen Erhebungstechnologien; Kanton Basel-Stadt, Amt für Mobilität; September 2020 [55]

Ausgangslage und Ziel

Die Gerbergasse als Fussgängerzone ist sehr stark frequentiert. Seit 2013 hat der Kanton ein Erfassungsgerät für den Fussverkehr (pyroelektrische Infrarottechnik) installiert. In einer stark begangenen Fussgängerzone sind viele gerätebedingte Abweichungen möglich: Nebeneinandergehen, mitgeführtes Gepäck, Verweilen, Velofahrende, Lieferwagen. Oft wird die Optik durch stehende Lieferwagen oder parkierte Velo verdeckt, so dass gar keine Personen erfasst werden.

Das Ziel der Piloterhebung in Basel ist der Vergleich von Technologien für die Erhebung in Fussgängerzonen - hier insbesondere mit dem vorhandenen pyroelektrischen Sensor - im Hinblick auf deren Eignung, Kosten, Personalaufwand, Datenmanagement usw.

Zählstandort

Der Standort der Erhebung befindet sich an der Gerbergasse 48 in Basel (siehe Abb. 31).



Abb. 31 Standort der Zählgeräte für die Piloterhebung in Basel

Installation und Betrieb der Geräte

Die **Pyro-Box** war bereits installiert. Während des Betriebs von 4 Wochen wurden 2 Stunden Totalausfall des Gerätes festgestellt. Darüber hinaus wurden während 3 Tagen nicht plausible tiefe Werte erhoben. Die Daten wurden online übertragen und konnten auf einer Datenplattform eingesehen und ausgewertet werden.

Die 3D-Kamera **Citix 3D** wurde in einer Höhe von rund 7 Metern an einer speziell gefertigten Metallplatte angebracht. Die Installation erfolgte durch 2 Personen der Verwaltung Basel-Stadt. Ein Elektroanschluss war für den Betrieb erforderlich. Ohne Installationseinrichtung und Elektroanschluss beträgt die Zeit für die Installation und das Einrichten ca. 2 Stunden. Da die Installation auch eine Hebebühne erforderte, war der Aufwand hoch. Während 4 Wochen funktionierte das Gerät ohne Unterbruch. Die Daten der Messung wurden online übertragen und konnten über eine Datenplattform direkt eingesehen und ausgewertet werden. Mit diesem Gerät konnte der Fuss- und Veloverkehr getrennt erfasst werden. Zusätzlich wurde der Motorfahrzeugverkehr erhoben.

Die Installation des Lasers **PECO LC 2.0** erfolgte an einer speziell gefertigten Metallplatte in einer Höhe von rund 5 Metern. Ohne Installationseinrichtung und Elektroanschluss beträgt die Zeit für die Installation und das Einrichten ca. 1 Stunde. Wie bei der 3D-

Kamera war eine Hebebühne für die Installation sowie ein Elektroanschluss für den Betrieb erforderlich. Der Installationsaufwand ist hoch. Während 4 Wochen funktionierte das Gerät ohne Unterbruch. Die Daten der Messung wurden online übertragen und konnten über eine Datenplattform direkt eingesehen und ausgewertet werden. Eine Unterscheidung von Velo- und Fussverkehr war nicht möglich, d. h. Velos wurden als zu Fuss Gehende erfasst. Andere Verkehrsarten konnten nicht erfasst werden.

Zeitpunkt und Dauer der Zählung

Die Zählung wurde an der Gerbergasse 48 während 24 Stunden pro Tag an 28 Tagen durchgeführt, und zwar vom 26. August 2019 bis zum Sonntag, 22. September 2019.

3.3.4 Zählung des Fussverkehrs an Fussgängerstreifen in Zürich

Schlussbericht: Zählung des Fussverkehrs an Fussgängerstreifen am Beispiel Limmatplatz – Vergleich von unterschiedlichen Erhebungstechnologien; Stadt Zürich, Dienstabteilung Verkehr; November 2020 [56]

Ausgangslage und Ziel

Zurzeit erfasst die Stadt Zürich an einzelnen Fussgängerstreifen mit Mittelinsel die Frequenzen mit einem pyroelektrischen Sensor. Zusammen mit der Dienstabteilung Verkehr der Stadt Zürich wurden deshalb in diesem Pilotprojekt neben dem bereits eingesetzten System vier weitere Technologien am Limmatplatz getestet, um die Zahl der Personen zu erfassen welche die dortigen Fussgängerstreifen überqueren.

Langfristig besteht das Ziel der Stadt Zürich darin, die Frequenzen an allen Fussgängerstreifen mit möglichst geringfügigem Aufwand zu erheben. Die Daten sollen zudem innerhalb der Dienstabteilung ausgewertet werden können. Ideal wäre es, wenn mittel- bis langfristig Hochrechnungsfaktoren aus kurzzeitigen Zählungen abgeleitet werden können.

In diesem Pilotprojekt sollen Technologien getestet werden mit dem Ziel, auf eine einfache Art und Weise automatische Frequenzerhebungen durchführen zu können, um relevante Kennzahlen für die Anordnung und Gestaltung von Fussgängerstreifen zu erhalten sowie den Querungsbedarf (punktuell oder flächig) zu erkennen.

Darüber hinaus soll herausgefunden werden, ob sich an bestimmten Orten spezifische Ganglinien ergeben und wie diese aussehen. Neben der Eignung der jeweiligen Technologien werden zudem Kennwerte zu Kosten, Aufwand und Datenmanagement erfasst.

Perimeter und Zählstandorte

Im Pilotprojekt am Limmatplatz wurde an 14 Zählquerschnitten mit insgesamt 7 Geräten gezählt. Es waren folgende Gerätetypen: zwei IRview von Nilousense, zwei Pyroboxen von Eco-Counter, eine Videokamera Scout von Miovision, eine Citix-3D-Kamera von Eco-Counter sowie ein AI-Sensor von Swisstraffic.

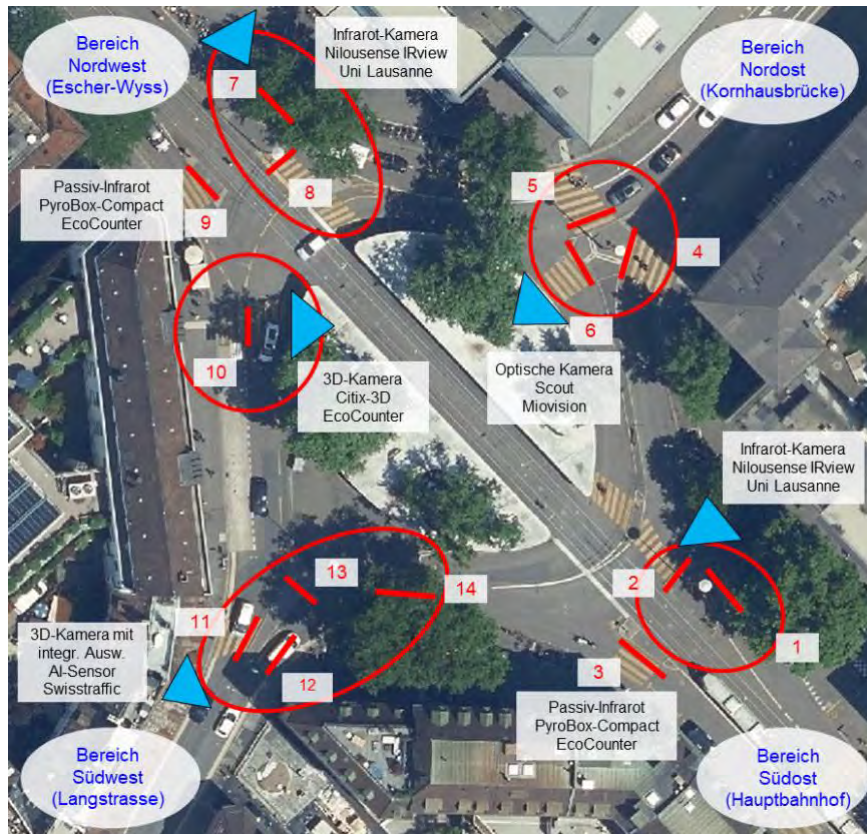


Abb. 32 Standort der Zählgeräte für die Piloterhebung in Zürich

Installation und Betrieb der Geräte

Die Installation der Nilousense IRview an den Querschnitten 1/2 bzw. 7/8 wurde vom Anbieter selbst mit Unterstützung von Mitarbeitern des Werkhofs der Dienstabteilung Verkehr vorgenommen welche auch die weiteren Installationen unterstützt haben. Das Gerät wurde auf rund 3 Meter Höhe an einer verlängerten Stange festgemacht, welche wiederum an einem bereits bestehenden Pfosten befestigt wurde. Dazu war nur eine Stehleiter erforderlich. Die Installation dauerte pro Standort rund 20 Minuten. Der SD-Speicher und die Batterien mussten nach 6 Tagen ausgewechselt werden.

Von den Pyro-Boxen wurden ebenfalls zwei Geräte installiert, welche der Dienstabteilung Verkehr der Stadt Zürich gehören. Sie wurden bei den Querschnitten 3 und 9 jeweils auf der Mittelinsel auf einer Höhe von rund 80 bis 90 Zentimeter montiert. Die Geräte wurden und so eingestellt, dass der hinter der Mittelinsel zirkulierende Motorfahrzeugverkehr nicht mitgezählt wurde. Die Justierung fand vor Ort statt. Die Installation dauerte ca. 20 Minuten pro Gerät.

Die Videokamera Scout von Miovision wurde dem Projekt von der Stadt Luzern zur Verfügung gestellt. Damit wurden die Querschnitte 4 bis 6 auf der nördlichen Seite des Limmatplatzes gezählt. Es handelt sich dabei um einen dreiteiligen Fussgängerstreifen, der sternförmig über eine Mittelinsel verläuft. Die Kamera wurde auf dem Dach der Tramhaltestelle installiert, was sehr aufwändig war. Dazu war ein spezieller Hebelift notwendig, um eine Betonplatte zur Befestigung der Anlage aufs Dach zu bringen. Vorsicht war geboten, um jederzeit genügend Abstand zu den Fahrdrähten der Trams zu haben. Nicht zuletzt musste eine separate Stromversorgung aufs Dach gelegt werden, was dank der Unterstützung der Verkehrsbetriebe der Stadt Zürich möglich war. Aufgrund der beschränkten Speicherkapazitäten musste zudem während der Erhebungszeit zwei weitere Male aufs Dach gestiegen werden, um die SD-Karte auszuwechseln. Die reine Geräteinstallation dauerte rund eine Stunde. Dabei nicht eingerechnet sind die aufwändigen Vorbereitungsarbeiten (Organisation und Aufstellen des Hebelifts, die Bewilligung VBZ, Stromversorgung usw.).

Die Citix-3D-Kamera von Eco-Counter wurde ebenfalls auf dem Dach der Tramhaltestelle installiert, und zwar auf dem südwestlichen Teil von wo aus der Zählquerschnitt 10 beobachtet werden konnte. Es handelt sich dabei um den Fussgängerstreifen, der von der Tram- zur Bushaltestelle der Linie 32 führt. Wie bei der Installation auf dem anderen Tramhaltestellendach, musste auch hier mit einem speziellen Hebelift gearbeitet werden, da das Gerät selbst fast 20 Kilogramm wiegt und ein Betonsockel zur Sicherung hinaufgehoben werden mussten. Zudem war auch hier das Legen einer separaten Stromleitung notwendig, denn das Gerät braucht eine dauerhafte Stromversorgung. Mit telefonischer Unterstützung durch den Anbieter wurden die Kamera und die Zähllinien justiert. Insgesamt dauerten die Installation und Justierung vor Ort etwas mehr als eine Stunde. Dazu kamen noch die verschiedenen Vorbereitungsarbeiten (Organisation und Aufstellen Hebelift, Bewilligung VBZ, Stromversorgung usw.), welche zahlreiche weitere Stunden benötigten.

Der AI-Sensor von Swisstraffic wurde durch den Anbieter installiert. Neben dem AI-Gerät kam zu Kontrollzwecken auch eine optische Kamera zum Einsatz. Mit den Geräten konnten die Querschnitte 11 bis 14 gezählt werden, wobei für den Querschnitt 14 auf die Kamerabilder zurückgegriffen werden musste und deshalb nur für einige Tage Daten vorhanden sind. Das Zählgerät auf dem Balkon in ca. 7-8 Metern Höhe fiel nicht auf. An diesem Standort war die Installation dank der Unterstützung der BewohnerInnen problemlos möglich und auch der Zugang zur Stromversorgung war gewährleistet.

Zeitpunkt und Dauer der Zählung

Die Zählungen am Limmatplatz dauerten zwei Wochen, vom Samstag, 21. September bis Freitag, 4. Oktober 2019. Sie endeten kurz vor dem Beginn der Schulherbstferien und fielen in eine Zeit ohne grössere Veranstaltungen in der Umgebung.

3.3.5 Zählung des Fussverkehrs auf der Seebrücke sowie an Fussgängerstreifen in Luzern

Schlussbericht: Zählung des Fussverkehrs in der Stadt Luzern: Seebrücke, Schwanen- und Löwenplatz – Vergleich von unterschiedlichen Erhebungstechnologien; Stadt Luzern, Tiefbauamt; Mai 2020 [57]

Ausgangslage und Ziel

In der Stadt Luzern bilden die durch den Fussverkehr stark frequentierte Seebrücke sowie die beiden Knoten Schwanen- und Löwenplatz den Rahmen für das Pilotprojekt. Das Auftreten von hohen Fussverkehrsfrequenzen sowie auch grösseren (Touristen-) Gruppen stellt hohe Anforderungen an die Zähltechnologien, um das Verhalten von grossen Fussverkehrsströmen bei engen Platzverhältnissen zu analysieren.

Zum einen soll mit dem Pilotprojekt ein geeignetes System evaluiert werden, welches sich als permanente Zählstelle für stark frequentierte Fussverkehrsabschnitte eignet. Dazu werden an der Seebrücke zwei Zählsysteme evaluiert und miteinander verglichen.

Zum zweiten soll bei mehreren stark frequentierten, lichtsignalgesteuerten Fussgängerstreifen an Hauptachsen herausgefunden werden, wie viele Personen sich in welche Richtung bewegen und wie das Aufkommen mit der Lichtsignalschaltung zusammenhängt, insbesondere mit den Wartezeiten und dem Platzbedarf der Gruppen (Personendichte), allenfalls auch wann es sicherheitsmässig kritisch wird.

Perimeter und Zählstandorte

Beim Pilotprojekt Luzern wurden die verschiedenen Zählungen an drei unterschiedlichen Orten durchgeführt: Auf der Seebrücke sowie auf dem Schwanen- und Löwenplatz.

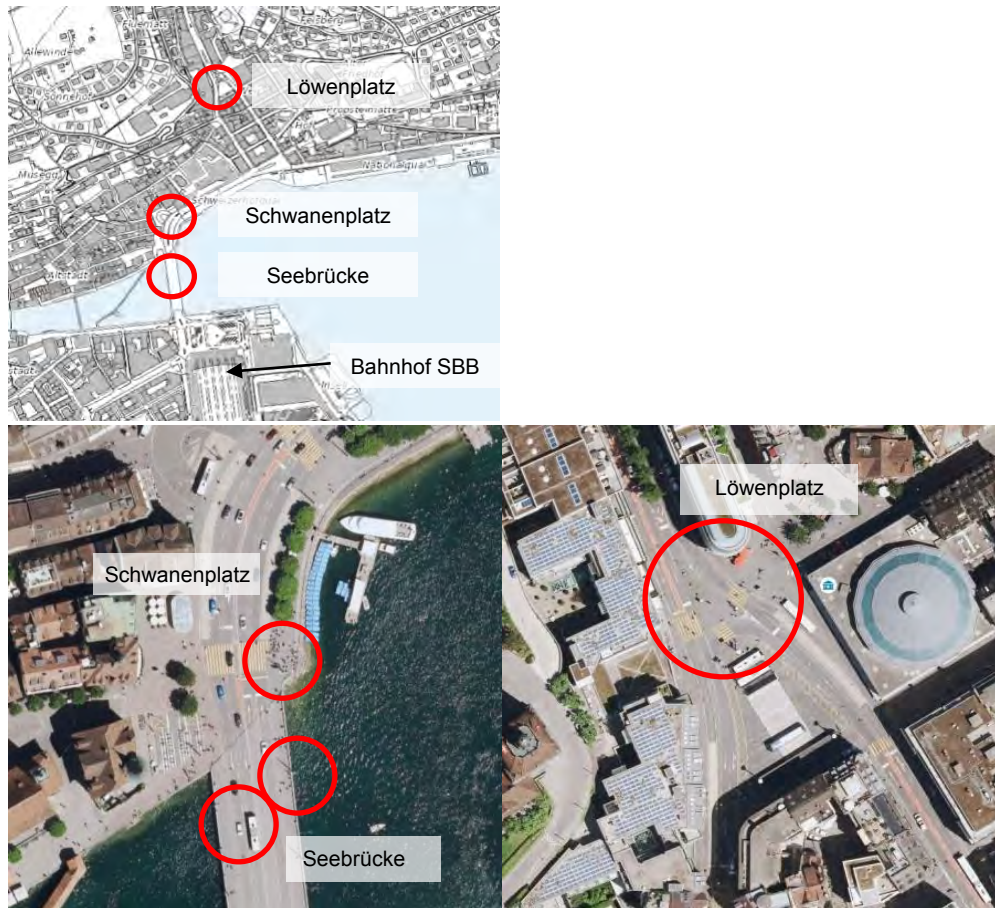


Abb. 33 Standort der Zählgeräte für die Piloterhebung in Luzern

Installation und Betrieb der Geräte

Auf der Seeseite der Seebrücke wurde eine Infrarotkamera (Citix IR) der Firma Eco-Counter installiert und auf der Reussseite ein Lasergerät (Peco LC 2.0) der Firma LASE Peco Systemtechnik GmbH.

Da beide Geräte eine externe Stromversorgung benötigen, hat die Stadt Luzern die dafür notwendigen Kabel bereits vor der Installation an die jeweiligen Kandelaber gezogen. Die Installation der Geräte selber dauerte je rund eine Stunde. Die Kalibrierung benötigte weitere 45 bis 90 Minuten je nach Gerät.

Die Installation des Lasers wurde von einem Techniker der Firma LASE zusammen mit technischem Fachpersonal der Stadt Luzern vorgenommen; jene des Infrarotgeräts erfolgte durch die Stadt Luzern; für die Kalibrierung war eine Fachperson der Firma Eco-Counter zugegen. Die Demontage von beiden Geräten erfolgte durch die Stadt Luzern. Für die Montage war eine Hebebühne notwendig, da der Laser auf einer Höhe von 6 Metern und das Infrarotgerät auf einer solchen von 4 Metern installiert werden musste.

Am Schwanenplatz dauerte die Installation der Citix 3D rund eine Stunde. Die Kalibrierung benötigte nochmals so lange. Die Installation des Geräts und des Stromanschlusses erfolgten durch die Stadt Luzern, für die Kalibrierung war eine Fachperson der Firma Eco-Counter zugegen. Für die Montage auf 6 Metern Höhe war eine Hebebühne notwendig.

Am Löwenplatz kamen zwei 3D-Stereo-Kameras mit der Bezeichnung PECO SCX-L-Outdoor der Firma LASE GmbH zum Einsatz. Inklusiv Kalibrierung dauerte die Installation ca. 2.5h. Zur Abdeckung der ganzen Erhebungsfläche wurden zwei Kameras in ca. 6 Metern Höhe installiert – jeweils als Verlängerungen auf den beiden Lichtsignalkandelabern auf der Mittelinsel. Hierzu war eine Hebebühne notwendig, der Strom konnte direkt von der LSA bezogen werden.

Zeitpunkt und Dauer der Zählung

Die Zählungen auf der Seebrücke sowie auf dem Löwenplatz dauerten 3½ Wochen, vom Freitag, 23. August bis Dienstag, 17. September 2019. Sie begannen rund eine Woche nach Abschluss der Sommerferien und fielen in eine Zeit ohne grössere Veranstaltungen. Die Zählung am Schwanenplatz dauerte ein wenig kürzer, vom 23. August bis Freitag, 13. September 2019.

3.3.6 Zählung des Fussverkehrs in den Unterführungen am Bahnhof Brugg

Schlussbericht: Zählung des Fussverkehrs Bahnhof Brugg: Erhebung der Fussgängerströme in den Personenunterführungen durch Anwendung der Bluetooth- und WiFi-Technologie; Kanton Aargau, Juli 2021 [58]

Ausgangslage und Ziel

Am Bahnhof Brugg/Windisch fliessen vielzählige Fussverkehrsströme zusammen: z. B. die Verbindungen Brugg-Windisch, zum Campus der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) oder zum Legionärspfad (touristische Nutzung). Zurzeit ist unbekannt, auf welchen Wegbeziehungen sich wie viele zu Fuss Gehende bewegen und vor allem, wie viele Personen im Verlauf des Tages durch die beiden Unterführungen gehen.

Mit geeigneten Technologien sollen die Fussverkehrsfrequenzen und Belastungsströme am Bahnhof Brugg/Windisch abgebildet werden (Anteil den Bahnhof querender Personen, Anteil der Personen, die mit dem Zug ankommen oder von dort abfahren). Die Erhebung wurde mit Bluetooth/WiFi-Sensoren durchgeführt. Zur Kalibration der Daten aus den Bluetooth-/WiFi-Sensoren kommen Wärmebildkameras zum Einsatz.

Perimeter und Zählstandorte



Abb. 34 Standort der Zählgeräte für die Piloterhebung in Brugg (alle Standorte mit Bluetooth-WiFi-Sensoren, Standorte B6 und B11 zusätzlich mit Wärmebildkameras)

Installation und Betrieb der Geräte

Wärmebildkameras

Die 2 Infrarotgeräte wurden an vorhandenen Pfosten bzw. Geländern durch die Universität Lausanne befestigt. Die Geräte sind mit knapp 1 kg sehr leicht und verfügen über eine interne Batterie. Der Installationsaufwand war somit sehr gering. Die Speicherung erfolgte auf einer Micro-SD-Karte, welche mehrfach ausgewechselt werden musste. Auch wenn das Gerät grundsätzlich verschiedene Fahrzeugkategorien erfassen könnte, wurden nur die Bewegungen der zu Fuss Gehenden ausgewertet. Bei den Geräten handelte es sich um Prototypen der Universität Lausanne.

Bluetooth-WiFi-Sensoren

Die 11 Geräte wurden in einem Koffer gemeinsam mit der Batterie mehrheitlich auf einer Höhe von 10 cm über Boden durch die Universität Lausanne installiert. Vorgängig mussten Bohrhaken gesetzt werden, um die rund 25 kg schweren Koffer zu montieren. Der Installationsaufwand war somit für die 11 Sensoren recht hoch. Die Daten wurden über eine SIM-Karte direkt auf einen Server der Uni Lausanne übertragen. Dadurch und aufgrund des Batteriebetriebs erforderten die Geräte während der Erhebungszeit keinen Einsatz. Vor Beginn der Erhebung wurde das Erhebungskonzept mit der Beauftragten für Öffentlichkeit und Datenschutz des Kantons Aargau sowie mit der SBB abgestimmt. Im Weiteren wurden eine Medienmitteilung versandt, um die Bevölkerung über den Grund der Erhebung und das Einhalten der Datenschutzbestimmungen zu informieren, sowie mehrere Informationstafeln aufgestellt.

Zeitpunkt und Dauer der Zählung

Die Erhebung fand vom 31.8. bis am 20.9.2020 statt. Die Erhebung fiel somit in die Zeit der Corona-Pandemie, jedoch ausserhalb eines Lockdowns. Während der 1. Woche hatten die Studierenden der FHNW noch Semesterferien, in der 2. Woche fand eine Einführung für die neuen Studierenden statt und in der 3. Woche fand grundsätzlich ein regulärer Unterricht statt, wobei teilweise in Form von Fernunterricht.

3.3.7 Repräsentative Zählstellenauswahl in der Stadt und im Kanton St. Gallen

Schlussbericht: Konzept zur Bestimmung eines Zählstellennetzes für den Fussverkehr in der Agglomeration St. Gallen; Stadt und Kanton St. Gallen, Oktober 2021 [59]

Ausgangslage und Ziel

Die Frage, wo Zählstellen eingerichtet werden sollen, damit sie ein adäquates Bild über die Entwicklung des Fussverkehrs in einer Gemeinde, einer Agglomeration oder einem anders definierten Perimeter ergeben, stellt sich schweizweit immer wieder. Sei dies für ein Monitoring oder eine Erfolgskontrolle, immer geht es um die möglichst gute Platzierung von Zählstellen in einem grösseren Gebiet. Ziel dieses Projekts ist es, konzeptionelle Überlegungen dazu anzustellen, nach welchen Kriterien ein entsprechendes Zählstellennetz – hier am Beispiel einer Agglomeration – aufgebaut werden könnte und probeweise mit Zählungen erste Hinweise auf die Tauglichkeit der Kriterien zu erhalten.

Perimeter und Zählstandorte

In die Analyse wurden die St. Galler Gemeinden der Agglomeration St. Gallen-Bodensee einbezogen (siehe Abb. 35). Diese reicht von der Gemeinde Flawil im Westen bis zur Gemeinde Rheineck ganz im Osten. Im Perimeter enthalten ist auch die Stadt St. Gallen.

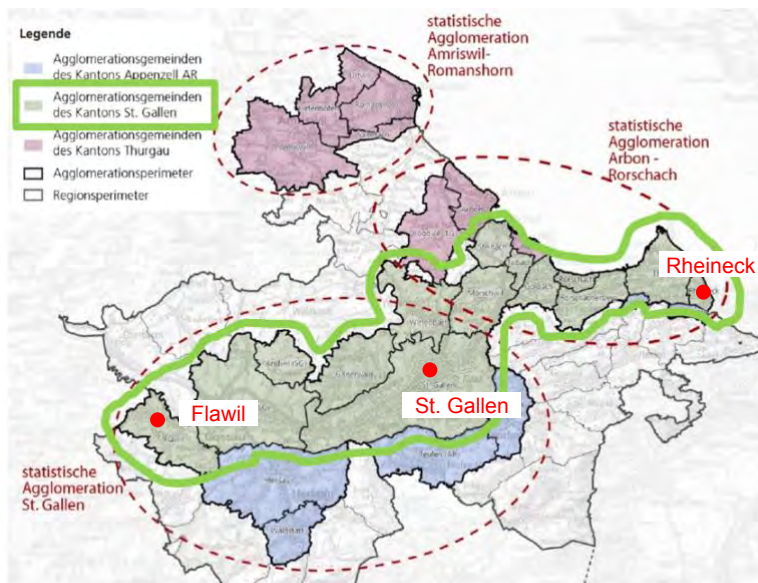


Abbildung 1: Perimeter Agglomeration 2016
Abbildung: mrs partner ag

Abb. 35 Darstellung der Agglomeration St. Gallen-Bodensee, grün eingekreist die Gemeinden des Kantons SG. Quelle: Agglomerationsprogramm St. Gallen-Bodensee, 3. Generation, Umsetzungshorizont 2019-2022, Hauptbericht, 2016 [3]; rote Punkte: Gemeinden, in denen Zählungen durchgeführt worden sind.

Vorgehen bei der Analyse

Als erstes wurden die Datenbedürfnisse von Stadt, Kanton und Agglomeration bezüglich Fussverkehrszählungen eingeholt. In einem zweiten Schritt wurden mögliche Kriterien zur Bestimmung von Zählstandorten aufgestellt. Dabei wurde auf Beispiele und Erfahrungen aus anderen Städten und Kantonen verwiesen sowie eine Bestimmung mittels analytischer Kriterien und aufgrund von Strukturdaten vorgenommen. Anschliessend wurden in drei Gemeinden der Agglomeration Testzählungen durchgeführt und daraus Empfehlungen abgeleitet.

Bei den analytischen Kriterien wurden zwei Faktoren als relevant erachtet: die Siedlungsstruktur bzw. der Gemeindetyp für die Erstauswahl sowie die Hauptwegzwecke und die damit verbundenen Orte für die Wahl innerhalb einer Gemeinde. Als Teststandorte ausgewählt wurden die Stadt St. Gallen als Kerngemeinde, die Gemeinde Flawil als Nebenzentrum sowie als ländliche Gemeinde und lokales Zentrum die Gemeinde Rheineck. Die Aufteilung der Zählstandorte nach Hauptzwecken zeigt Tab. 27.

Tab. 27 Übersicht über die Zählorte in der Agglomeration St. Gallen – Bodensee

Ort und (Haupt-)Zweck	Stadt St. Gallen (Kernstadt)	Flawil (Nebenzentrum)	Rheineck (Lokales Zentrum)
Orts- / Dorfzentrum / Hauptstrasse / Innen- bzw. Altstadt (Einkauf, Dienstleistungen)	Vadianstrasse ¹⁾ Multergasse ³⁾ Gutenbergstr. ¹⁾ Poststrasse ¹⁾	Bahnhofstrasse ²⁾	Hauptstrasse ²⁾
Zugang öV (Bahnhof/Bus) und Schulen (Pendlerverkehr: Ausbildung/Arbeit)	Gröbliweg ¹⁾ Kantonsschule ¹⁾ (Poststrasse ¹⁾) (Gutenbergstr. ¹⁾)	(Bahnhofstrasse ²⁾)	---
Naherholungsgebiet* (Freizeit)	Drei Weieren ²⁾	Botsberger Riet ²⁾	---

1) Zählung durch die Stadt St. Gallen;

2) Zählung durch das SVI-Projektteam

3) Zählung durch die Firma Hystreet.com

* zusätzliche Erhebung: Hurdensteg Rapperswil

Die Auswertungen der Zählungen zeigen, dass die Typologie vor allem in der Stadt St. Gallen gut unterscheidbare Ganglinien liefert, die sich so auch in anderen Schweizer Städten zeigen. Die Daten der beiden ländlichen Gemeinden gleichen sich ebenfalls,

aber da Vergleichsdaten für kleinere Orte fehlen, lassen sich keine definitiven Schlüsse ziehen. Schon gar nicht über eine längere Zeitperiode und damit darüber, ob sich die Entwicklung des Fussverkehrs dadurch adäquat abbilden liesse. Wichtig wäre, neben den oben erwähnten Typen, auch ein für die Gemeinde typisches Wohnquartier einzubeziehen, in dem die Alltagswege abgebildet werden. Fazit: Für eine Empfehlung, in welchen Siedlungstypen für welche Zwecke an wie vielen Orten gezählt werden soll, ist es aufgrund der fehlenden Datengrundlagen noch zu früh. Das Projekt konnte aber mögliche Wege dazu aufzeigen, die erfolgversprechend sein können.

Alternativ zum obigen Vorgehen wurde geprüft, ob zur Bestimmung von Zählstellenorten auch so genannte Frequenzpotenziale herangezogen werden könnten. Diese werden aus Strukturdaten zur Wohn- und Arbeitsbevölkerung sowie dem Mobilitätsverhalten (MZMV) abgeleitet. Die spezialisierte Firma Senozon hat für das Projekt solche Daten auf Hektarebene für die Agglomeration St. Gallen modelliert. Die grafische Darstellung (siehe Abb. 36) gibt sehr schnell ein Bild darüber, wo welche Nutzung und welche Fussverkehrspotenziale vorhanden sind, woraus sich auch mögliche Standorte für Zählstellen ableiten liessen. Allerdings reicht dazu auch häufig lokales Wissen ohne aufwändige Berechnungen. Eine grosse Schwäche zeigt sich bei den Freizeitwegen, da nur solche Orte abgebildet werden, an denen jemand arbeitet. Freizeitnutzungen in Form z. B. von Spaziergängen erscheinen so nicht in der Modellierung. Zudem sagt das Raster nichts aus über die Potenziale einzelner Wege und Routen. Hierzu wären Zusatzauswertungen notwendig gewesen, worauf aus finanziellen Gründen verzichtet wurde. Das Fazit: Es hat sich herausgestellt, dass die Bestimmung von Zählstellen basierend auf der Modellierung von Strukturdaten entgegen der ursprünglichen Annahme keinen vielversprechenden Ansatz darstellt.

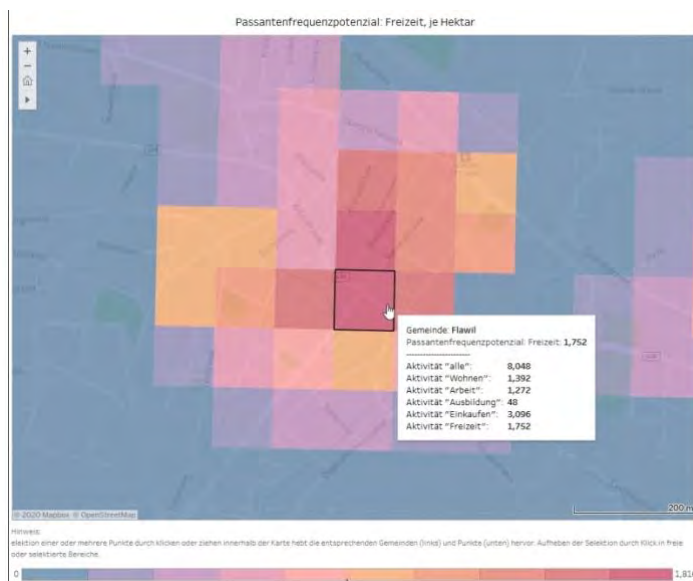


Abb. 36 Passantenfrequenzpotenziale in der Gemeinde Flawil als Beispiel. Je intensiver die Farben, desto höher das Potenzial für den Fussverkehr. (Darstellung erarbeitet von der Firma Senozon 2020)

Zeitpunkt und Dauer der Zählung

Die Zählungen haben zwischen September 2019 und Dezember 2020 stattgefunden. Ein Teil der Erhebungen fiel in die Hauptphase der Corona-Pandemie mit geschlossenen Läden, Homeoffice-Pflicht und „Bleiben-Sie-Zuhause-Aufrufen“, was dazu geführt hat, dass nicht alle Daten verwendet werden konnten und ursprünglich geplante zusätzliche Erhebungen weggelassen werden mussten.

3.3.8 Repräsentative Zählstellenauswahl in Köniz

Ausgangslage und Ziel

Die Gemeinde Köniz will den Fuss- und Veloverkehr fördern und hat sich diesbezüglich auch Ziele gesteckt. Als Indikator, wie sich der Fuss- und Veloverkehr in der Gemeinde entwickelt, soll ein Dauerzählstellennetz in den Ortsteilen Köniz-Liebefeld, Wabern und Niederwangen installiert werden.

Beantwortet werden soll auch die Frage, ob permanente oder periodische Zählungen zielführender sind. Das Projekt enthält Fragestellungen, die auch schweizweit von Interesse sind, insbesondere in Bezug auf grössere Agglomerationsgemeinden, speziell die Agglomerationsprogramme. Mit diesem Pilotprojekt soll geprüft werden, wie Fussgängerzählungen in Agglomerationsgemeinden umgesetzt werden könnten.

Die Erstellung eines Konzeptes für die Fussverkehrszählung in den Ortsteilen Köniz/Liebefeld, Wabern und Niederwangen soll durch eine systematische Analyse des Datenbedarfs, von Kriterien für die regionale und lokale Standortwahl sowie unter Beizug weiterer Daten (z. B. Mobilitäts- und Strukturdaten) erfolgen. Erste Testerhebungen würden optional zeigen, wie das Konzept umgesetzt werden könnte und wie valide es ist. Dabei würden die Machbarkeit, das Vorgehen und der Aufwand (Personal, Kosten) dokumentiert.

Perimeter und Zählstandorte

In den Ortsteilen Niederwangen, Köniz-Liebefeld und Wabern sollen geeignete Zählstandorte gefunden werden.



Abb. 37 Perimeter der möglichen Standorte für Zählgeräte in der Gemeinde Köniz

Analyse und Begehung

Für Ermittlung der möglichen Zählstandorte wurde ein zweistufiges Vorgehen gewählt. In einem ersten Schritt wurden die Zählstandorte mit Hilfe des Ortsplanes, Hektardaten zu Einwohnern und Arbeitsplätzen und Ortskenntnis eingegrenzt. Diese Analyse wurde auf einem Plan festgehalten.

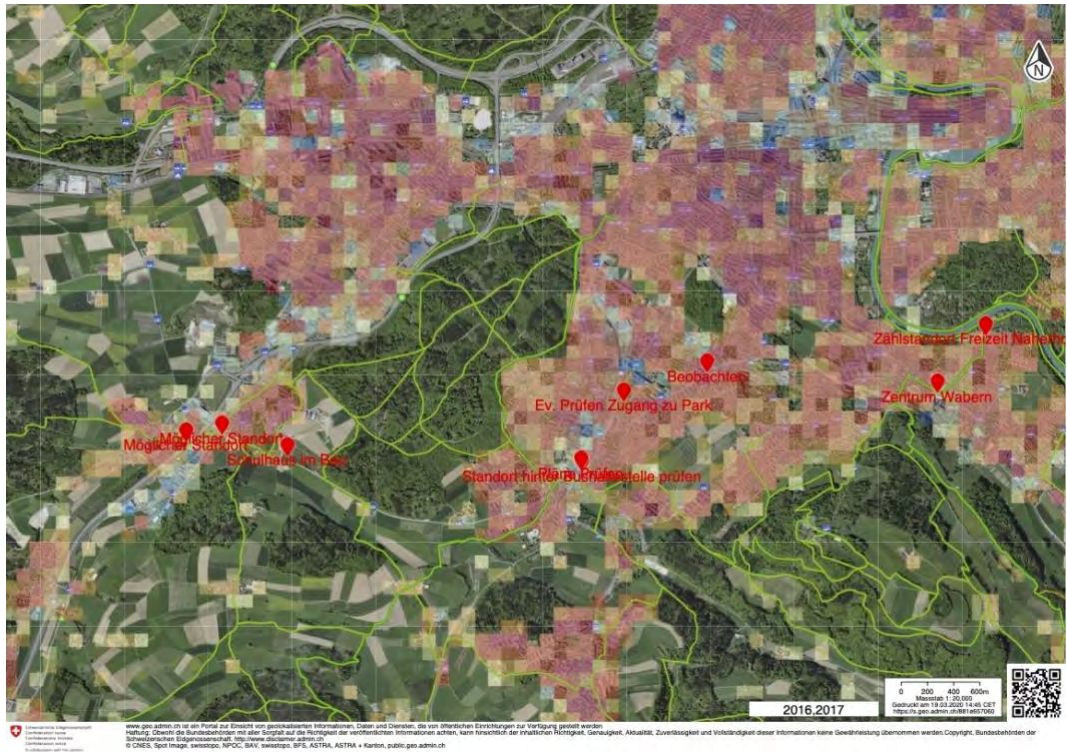


Abb. 38 Luftbild der Gemeinde Köniz mit Darstellung der Hektardaten Bevölkerung (rot) und Arbeitsplätzen (blau) zur Evaluation möglicher Zählstandorte.

In einem zweiten Schritt wurden die eingegrenzten Gebiete begangen. Je nach Situation wurde eine Viertelstunde die Gehwege von Passanten aufgezeichnet, eine kurze Testzählung gemacht oder Beobachtungen mit Foto oder Videoaufnahmen festgehalten. Daraus resultieren verschiedene Zählstandorte, die verschiedene Nutzungen Pendeln, Einkaufen, Schule oder Freizeit in der Gemeinde Köniz erfassen können.

Zeitpunkt und Dauer der Zählung

Im Frühjahr 2020 wurden mögliche Standorte grossräumig mit Hilfe von Karten, Luftbildern und Strukturdaten eingegrenzt. Im Sommer 2020 wurde im Rahmen einer Begehung Zählstandorte evaluiert.

3.4 Beurteilung der eingesetzten Technologien

Für die Piloterhebungen wurden die folgenden Technologien und Geräte eingesetzt.

Tab. 28 Übersicht über die eingesetzten Technologien und Geräte

Technologie	Produktname	Hersteller	Piloterhebung
Passiv-Infrarot	Pyro-Box	Eco-Counter	Basel, Olten, Solothurn, Zürich
Laserscanner	swiss Laser	Swisstraffic	Solothurn
	Peco LC 2.0	LASE PeCo Systemtechnik GmbH	Basel, Luzern
Optische Kamera	Miovision Scout	Miovision Technologies	Zürich
	swiss Scout	Swisstraffic	Winterthur
Optische Kamera mit Ai-Sensor integrierter Auswertung		Swisstraffic	Zürich
Infrarot-Kamera	FLIR ¹⁾	Universität Lausanne	Olten, Zürich, Brugg
	Citix -IR	Eco-Counter	Luzern
3D-Kamera	Citix 3D	Eco-Counter	Basel, Zürich, Luzern
	PeCo SCX Outdoor	LASE PeCo Systemtechnik GmbH	Luzern
Bluetooth-/WiFi-Sensoren ²⁾		Universität Lausanne	Brugg

¹⁾ Das Produkt wird zukünftig von der Firma Nilousense unter dem Produktnamen «Nilousense IRview» vertrieben.

²⁾ Das Produkt wird zukünftig von der Firma Nilousense unter dem Produktnamen «Nilousense BTpath» vertrieben.

3.4.1 Passiv-Infrarot-Sensoren

Bei der Passiv-Infrarot-Technik erfasst der körperwärmeempfindliche Sensor jede Person, die eine Stelle passiert. Die Technologie kann Fuss- und Veloverkehr nicht unterscheiden. Soll auf einem Querschnitt Fuss- und Veloverkehr erhoben werden, muss eine zweite Technologie eingesetzt werden, die den Veloverkehr erfassen kann.

Pyro-Box von Eco-Counter

Eingesetzt für die Piloterhebungen in Basel, Olten, Solothurn und Zürich.

Installation

- Installation an einem Pfosten oder an einer ebenen Fläche mit einer Metallplatte
- Ausrichtung der Sensoren nicht gegen die Strasse, da ansonsten Fahrzeuge ebenfalls erhoben werden
- Befestigung mit einem Edelstahlband mit diebstahlsicherer Klemmung
- Gewicht: 2.7 kg
- Abmessung: 195 x 110 x 275 mm
- Installation kann durch eine Person erfolgen, max. 30 Minuten
- keine technischen Hilfsmittel erforderlich
- Energieversorgung durch interne Batterie, Lebensdauer Batterie ca. 2 Jahre
- Installationsaufwand: gering



Betrieb, Durchführung der Zählung

- Das Gerät erfordert während der Erhebungszeiten keinen Einsatz.
- Vandalismusgefahr wegen geringer Montagehöhe vorhanden, Gerät ist jedoch sehr robust und diskret.
- Das Gerät funktioniert mehrheitlich einwandfrei. Bei den Einsätzen in Olten, Solothurn und Zürich trat kein Ausfall des Gerätes auf. Nur während der 4-wöchigen Erhebung in Basel wurde ein Totalausfall von 2 Stunden festgestellt.
- Ausfälle werden per Mail übermittelt. Teilweise wurden allerdings Fehlermeldungen versandt, obwohl kein Fehler vorlag.
- Neben gerätebedingten Ausfällen können auch direkt vor dem Sensor abgestellte Fahrzeuge zu fehlerhaften Daten führen.
- Die Daten werden online übertragen und sind über die Software Eco-Visio direkt einsehbar.
- Eine Unterscheidung zwischen Velo- und Fussverkehr ist nicht möglich, d. h. Velos werden als Personen zu Fuss erfasst.
- Die Richtungen werden getrennt erfasst, wobei diese wenig verlässlich ist.
- Eine Kontrollzählung ist zwingend erforderlich, bei komplizierten Platzsituationen mit verschiedenen Verkehrsmitteln wie beim Limmatplatz in Zürich sollte unbedingt eine längere Kontrollzählung durchgeführt werden, um die Aussagekraft der Daten zu verbessern.
- Aufgrund der geringen Montagehöhe und der horizontalen Ausrichtung der Sensoren werden nebeneinandergehende Personen nur als eine Person erfasst. Das Auftreten dieser Überdeckung ist je nach Aufkommen und Art des Verkehrs unterschiedlich: geringer im Pendlerverkehr und höher im Freizeitverkehr, da mehr Leute nebeneinander unterwegs sind.
- Bei höheren Fussverkehrsfrequenzen und mehr verdeckten Personen wird demnach das Ausmass der Unterzählung auch höher.

Datenbereinigung und Auswertung der Zählung

- Die Daten werden auf einem Server der Firma Eco-Counter gespeichert.
- Auf der Datenplattform Eco-Visio sind direkt tabellarische und grafische Auswertungen möglich.
- Die Daten können von der Plattform Eco-Visio in verschiedenen Formaten exportiert werden.
- Die Daten müssen mit den Werten einer Kontrollzählung zwingend kalibriert werden.
- Ausser der zwingenden Kalibration ist der Aufwand für die Datenauswertung vergleichbar mit den anderen Technologien.

Kosten

- Miete des Geräts: 850 Euro pro Monat
- Kauf des Geräts:
 - bis 4 m Erfassungsbreite: 3'000 Euro
 - bis 15 m Erfassungsbreite: 3'600 Euro
 - bis 15 m + 15 m Erfassungsbreite (Montage in Wegmitte): 4'550 Euro
- Kosten für die Benutzung der Datenplattform: 300 Euro pro Gerät und pro Jahr

3.4.2 Laserscanner

Laserscanner erfassen die Umriss der Personen und Fahrzeuge und erkennen anhand der Silhouette, ob es sich um eine Person oder ein Fahrzeug handelt.

A) Swisslaser von Swisstraffic

Eingesetzt für die Piloterhebung in Solothurn.

Installation

- Installation an einem Pfosten oder an einer ebenen Fläche mit einer Adapterplatte
- Die Installationshöhe beträgt je nach Erfassungsbreite im Minimum 3.5 m, maximal 8 m.
- Die maximale Erfassungsbreite eines Sensors beträgt 5 m. Bei einer Breite von 8 m müssen auf beiden Seiten Sensoren installiert werden.
- Die Installation erfolgte durch 2 Fachpersonen von Swisstraffic.
- Ohne Installationseinrichtung und Elektroanschluss beträgt die Zeit für die Installation und das Einrichten ca. 4 Stunden.
- Hebebühne erforderlich.
- Elektroanschluss erforderlich, oder Solarpanel und Akku.
- Installationsaufwand: hoch



Betrieb, Durchführung der Zählung

- Das Gerät erforderte während der Erhebungszeit einen Einsatz des Anbieters, um die Stromversorgung wieder herzustellen.
- Aufgrund der Montagehöhe besteht keine Vandalismusgefahr; das Gerät ist relativ klein. Die Solarpaneele fallen jedoch auf.
- Das Gerät funktionierte während 2 Wochen grundsätzlich gut. Es war jedoch ein längerer Unterbruch zu verzeichnen.
- Der Ausfall eines Sensors hat keine Fehlermeldung generiert. Deswegen wurde der Ausfall lange nicht bemerkt.
- Die Daten werden online übertragen und sind über eine Datenplattform von Swisstraffic direkt einsehbar.
- Die Lasertechnologie ermöglicht es, zwischen Velo- und Fussverkehr zu unterscheiden; andere Fahrzeuge können ebenfalls detektiert werden.
- Die Richtungen werden getrennt erfasst.
- Eine Kontrollzählung ist erforderlich, um Installationsfehler oder unerwünschte Fremdeinflüsse ausschliessen zu können.
- Bei einer Überkopf-Installation kann der Erfassungsbereich z. B. durch ausgefahrene Storen verdeckt werden.

Datenbereinigung und Auswertung der Zählung

- Die Daten werden auf einem Server der Firma Swisstraffic gespeichert.
- Auf der Datenplattform sind direkt tabellarische und grafische Auswertungen möglich.
- Die Daten können von der Plattform in verschiedenen Formaten exportiert werden.
- Aufgrund der bei dieser Erhebung festgestellten geringen Abweichung zur Handzählung von 10% ist eine Kalibration nicht zwingend erforderlich.
- Der Aufwand für die Datenauswertung ist vergleichbar mit den anderen Technologien.

Kosten

- Miete des Geräts: 1450.- CHF
- Installationspauschale: 2700.- CHF
- Installationseinrichtung: 600.- CHF (Hebebühne)
- Kosten für die Benutzung der Datenplattform: 500.- CHF
- Kauf des Geräts: Keine Angaben des Anbieters
- Datenzugriff: Keine Angaben des Anbieters

B) Laser PECO LC 2.0 von LASE PeCo Systemtechnik GmbH

Eingesetzt für die Piloterhebungen in Basel und Luzern.

Installation

- Installation an einem Pfosten oder an einer ebenen Fläche mit einer Adapterplatte
- Die Installationshöhe beträgt im Minimum 4 m, maximal 20 m, je nach Erfassungsbreite
- Gewicht: Gerät 3.4 kg, Verteildose 4 kg, Adapterplatte 0.6 kg, Haltewinkel 1.7 kg
- Abmessung: 247 x 121 x 109 mm
- Installation erfolgte durch eine Fachperson von LASE
- Ohne Installationseinrichtung und Elektroanschluss beträgt die Zeit für die Installation und das Einrichten ca. 1 Stunde. Danach muss das Gerät noch kalibriert werden.
- Hebebühne erforderlich
- Elektroanschluss erforderlich
- Der Stromverbrauch beträgt 0.047 kW/h
- Installationsaufwand: Kann je nach Situation hoch ausfallen



Betrieb, Durchführung der Zählung

- Das Gerät erforderte während der Erhebungszeit keinen Einsatz
- Die Aufnahmebreite der Geräte war breit genug für die jeweiligen Situationen.
- Aufgrund der Montagehöhe besteht keine Vandalismusgefahr; das Gerät ist relativ klein
- Das Gerät funktionierte während 4 Wochen (Basel) und 3.5 Wochen (Luzern) ohne Unterbruch
- Die Daten werden online übertragen und sind über eine Datenplattform von LASE direkt einsehbar
- Eine Unterscheidung zwischen Velo- und Fussverkehr ist nicht möglich, d. h. Velos werden als Personen zu Fuss erfasst, andere Verkehrsarten werden nicht erfasst
- Die Richtungen werden getrennt erfasst.
- Eine Kontrollzählung ist erforderlich, um Fehler bei der Einrichtung oder von unerwünschten Fremdeinflüssen festzustellen.
- Bei einer Überkopf-Installation kann der Erfassungsbereich z. B. durch ausgefahrene Storen verdeckt werden. Mit dem Geschäft unter dem Gerät wurde vereinbart, dass der Storen während der Erhebungsdauer nicht ausgefahren wird.
- Ebenso können aufgrund der Überkopf-Installation evtl. Personen mit Regenschirmen nicht erkannt werden.

Datenbereinigung und Auswertung der Zählung

- Die Genauigkeit der Zählungen mit dem Peco LC 2.0 ist im Allgemeinen sehr hoch.
- Die Daten sind auf einem Server der Firma LASE gespeichert.
- Auf der Datenplattform sind direkt tabellarische und grafische Auswertungen möglich.
- Die Daten können von der Plattform in verschiedenen Formaten exportiert werden.

- Aufgrund der bei den Erhebungen festgestellten geringen Abweichung zur Handzählung von maximal 5% kann eine Kalibration durchgeführt werden, ist aber nicht zwingend erforderlich
- Der Aufwand für die Datenauswertung ist vergleichbar mit den anderen Technologien.

Kosten

- Miete des Geräts: 150 Euro/Monat bei Abschluss eines 5-Jahresvertrags
- Installationspauschale: 890 Euro
- Installationseinrichtung und Elektroanschluss: ca. CHF 2'000 (ohne Hebebühne)
- Kauf des Geräts: 4'300 Euro (ohne Installationszubehör)
- Datenzugriff: 35 Euro/Monat und Gerät

3.4.3 Optische Kameras

Optische Kameras zeichnen ein Video auf und speichern diesen Film auf eine SD-Speicherkarte. Danach wird in einem Rechenzentrum mittels Bildanalyse die Auswertung vorgenommen.

A) swiss Scout von Swisstraffic

Eingesetzt für die Piloterhebung in Winterthur.

Installation

- Die Installationshöhe variierte zwischen 5 und 26 Metern.
- Vorab wurde durch das Stadtwerk Winterthur die Stromversorgung installiert. Ein Betrieb mit Batterie wäre jedoch auch möglich.
- Die Reichweite für eine zuverlässige Datenerfassung des Fussverkehrs beträgt max. 30 m, was beim Pilotprojekt teilweise überschritten wurde und dadurch zu ungenauen Auswertungen führte.
- Gewicht: Kamera 0.3 kg
- Abmessung Kamera: Durchmesser 3 cm, Länge 8 cm
- Installation der Geräte erfolgte durch eine Fachperson von Swisstraffic
- Zeit für die Installation und das Einrichten pro Standort: ca. 1 Stunde (ohne Elektroinstallation)
- Hebebühne erforderlich
- Installationsaufwand: hoch



Betrieb, Durchführung der Zählung

- Die Geräte erforderten während der Erhebungszeit keinen Einsatz.
- Die Geräte funktionierten während der Erhebungszeit ohne Unterbruch.
- Aufgrund der Montagehöhe besteht keine Vandalismusgefahr.
- Die Daten werden lokal auf einer SD-Karte gespeichert.
- Eine Kontrollzählung wurde nicht durchgeführt.
- Der Erfassungsbereich kann aufgrund der Installationshöhe z. B. durch ausgefahrene Storen verdeckt werden.

Datenbereinigung und Auswertung der Zählung

- Die Videoaufnahmen wurden durch die Firma Swisstraffic automatisch ausgewertet.
- Als Ergebnis wurden Excel-Files mit den stündlichen Mengen je Verkehrsmittel und Richtung für jede Zähllinie geliefert.

- Die Kontrolle und Bereinigung der automatischen Auswertung erfolgten durch manuelle Auswertungen, automatische Auswertungen durch andere Firmen und Vergleich mit Erhebungen durch die SBB.
- Der Aufwand für die Bereinigung der Daten ist abhängig von Qualität der automatischen Auswertung und war für dieses Pilotprojekt recht hoch.
- Eine automatische Auswertung von Verkehrsströmen war nicht möglich.
- Die Genauigkeit der automatischen Auswertung ist abhängig von der Distanz des Geräts zum Erfassungsort, den Lichtverhältnissen und der Witterung. Für die Erhebungen in Winterthur gehen wir von einer Genauigkeit von ca. 5-15% aus.

Kosten

- Kauf des Geräts: Kamera 4'800 CHF, inkl. Batterie mit einer Autonomie von 3 Tagen
- zusätzliche Batterie 2'200 CHF, für eine zusätzliche Autonomie von 8 Tagen
- Transportkoffer 830 CHF
- Miete und Installation auf Anfrage
- Datenzugriff: 4'800 / Jahr für unbeschränkte Anzahl Auswertungen

B) Miovision Scout von Miovision Technologies

Eingesetzt für die Piloterhebung in Zürich.

Installation

- Der Teleskopmast mit der Kamera wird üblicherweise an einem Kandelaber festgebunden und mit dem Kontrollmodul und dem Akku stabilisiert. Im vorliegenden Fall wurde das Gerät auf dem Dach der Tramhaltestelle montiert und der Teleskopmast nur ca. 1.2 m hoch ausgefahren.
- Die Installationshöhe lag so bei rund 5 Metern, der Teleskopmast selber ist bis 6 m ausziehbar.
- Gewicht: Teleskopmast und Kamera: 8.2 kg, Kontrolleinheit: 10.9 kg, Zusatzbatterie: 13.8 kg.
- Abmessung Kontrolleinheit: 30 x 33 x 30 cm, Teleskopmast: eingefahren: 137 x 36 x 20 cm, ausgefahren: 600x 36 x 20 cm.
- Die maximale Erfassungsreichweite beträgt 38 Meter.
- Je nach Umgebung ist allenfalls auf eine erhöhte Vandalismusgefahr zu achten.
- Das Gerät ist mit einem Akku ausgestattet und braucht keine externe Stromzufuhr; im vorliegenden Fall wurde das Gerät jedoch direkt am Strom angeschlossen.
- Normalerweise kann das Gerät von einer Person allein aufgestellt werden; im Projekt am Limmatplatz waren jedoch zwei Personen notwendig, um das Gerät mit einer Hebebühne auf das Dach zu bringen.
- Ohne Vorbereitung des Stromanschlusses beträgt die Zeit für die Installation und das Einrichten rund $\frac{3}{4}$ Stunden.
- Für die Installation waren zahlreiche Vorabklärungen und Bewilligungen notwendig (z. B. von den VBZ), um auf das Dach gelangen, dann bedurfte es diverser Vorbereitungen (Hebebühne, Strom aufs Dach bringen usw.) unter Berücksichtigung entsprechender Sicherheitsauflagen wegen der Nähe zu den Fahrleitungen.
- Installationsaufwand: normalerweise mittel; im vorliegenden Fall sehr hoch.



Betrieb, Durchführung der Zählung

- Das Gerät funktionierte während der Erhebungszeit zuverlässig und einwandfrei.
- Aufgrund der Montagehöhe bestand keine Vandalismusgefahr; steht der Teleskopmast jedoch auf dem Boden ist eine gewisse Vandalismusgefahr vorhanden, v. a. bei Nacht.
- Die Erhebung erfolgte zu Testzwecken mit zwei unterschiedlichen Bildqualitäten. Mit der höheren Kompressionsrate, mit der Platz auf der Speicherkarte gespart werden kann, beträgt die Aufnahmedauer auf dem 32 GB-Chip rund 6 Tage, bei der geringeren Kompressionsrate und damit höheren Bildqualität sind es dagegen nur 48-72 Stunden. Insgesamt wurden 45 Stunden mit hoher sowie 2 mal 6 Tage mit niedriger Auflösung aufgezeichnet. Zum Austausch des Chips musste zwei Mal mit einer Leiter auf das Tramhaltestellendach gestiegen werden.
- Das Gerät bzw. die Auswertungssoftware kann verschiedene Verkehrsarten unterscheiden, im vorliegenden Projekt wurden nur die Personen zu Fuss ausgewertet.
- Die Richtungen können getrennt ausgewertet und daraus auch Stromdiagramme erstellt werden.
- Eine Kontrollzählung kann direkt ab Video erfolgen; dies ist zur Prüfung v. a. bei schwierigen Sichtbedingungen bzw. hohem Aufkommen angezeigt, um die Genauigkeit abschätzen zu können.

Datenbereinigung und Auswertung der Zählung

- Das Videomaterial wird auf einen Server von Miovision geladen und bestimmt, nach welchen Kriterien ausgewertet wird. Im vorliegenden Fall wurde eine so genannte „Junction-Analyse“ durchgeführt.
- Zuerst wurden Tests von kurzzeitigen Aufnahmen bei unterschiedlichen äusseren Bedingungen (Nacht, Regen, starke Schatten) vorgenommen und anschliessend 7 repräsentative Tage bestimmt. Dies weil eine Auswertung der vollen zwei Wochen sehr teuer gewesen wäre.
- Wenn das Video ausgewertet ist, können die Daten nach unterschiedlich aufbereiteten Intervallen (1, 5, 10, 15, 30 oder 60 Minuten) und in verschiedenen Formaten u.a. als CSV- oder Excel-File bzw. als pdf exportiert werden. Die Daten sind nach Richtung aufbereitet und es wird ein Flussdiagramm ausgegeben, das ebenfalls heruntergeladen werden kann.
- Die Zählgenauigkeit und Datenqualität hängt von der Video-Auflösung ab und wird durch die Plattform eingeschätzt. Im vorliegenden Fall wurden selbst die Aufnahmen mit höherer Kompressionsrate mit 5 Sternen bewertet, also der höchstmöglichen Qualitätsstufe. Dafür wird eine Genauigkeit von 5% (ab 50 Personen pro Viertelstunde) garantiert. Bei Gruppen ist die Genauigkeit geringer, ebenso wenn die Videoqualität schlechter ist und mit entsprechend weniger Sternen bewertet wird.
- Gemäss Miovision werden 12% jedes Videos manuell kontrollgezählt und die Genauigkeit verifiziert. Die Genauigkeit ist entsprechend auch sehr hoch. Einzig bei sehr starken Schatten-Licht-Kontrasten zur Mittagszeit war die Auswertung weniger genau.
- Trotz der allgemein hohen Genauigkeit (bei guter Videoauflösung) wird empfohlen, bei speziellen Lichtverhältnissen eine Kontrollzählung durchzuführen. Diese kann der Einfachheit halber ab Video erfolgen.
- Der Aufwand für die Datenauswertung ist vergleichbar mit anderen Technologien.

Kosten

- Im vorliegenden Projekt wurde das Gerät von der Stadt Luzern kostenlos zur Verfügung gestellt.
- Installationseinrichtung, Stromanschluss und Hebebühne: ca. CHF 3'550 (mit Hebebühne). Diese Kosten fielen insgesamt, also zusammen mit der Installation des Citix-3D-Kamera auf dem anderen Tramhaltestellendach an.
- Einen Preis für die Gerätemiete gibt der Hersteller nicht bekannt; bei Interesse ist dort individuell nachzufragen.
- Eine so genannte „Junction-Analyse“ wie sie am Limmatplatz vorgenommen wurde, kostet € 12.60 pro Stunde. Das macht pro Tag etwas über € 300 Euro. Eine einfache bidirektionale Analyse z. B. an einem Fussgängerstreifen kostet € 8.40 pro Stunde
- Die Analyse bei der ebenfalls getesteten Auswertungsplattform Datafromsky kostet € 4.20 pro Stunde. Die ersten 5 Minuten jedes Videos können gratis analysiert werden.
- Kauf des Geräts: € 4'000 bis € 5'000 je nach Konfiguration.
- Auswertungskosten unterscheiden sich stark je nach Typ der Analyse.

3.4.4 Optische Kamera mit integrierter Auswertung

Optische Kameras mit integrierter Auswertung zeichnen ein Video auf, das jedoch nicht gespeichert wird. Die Auswertung der Daten erfolgt direkt in der im Erhebungsgerät.

Ai-Sensor von Swisstraffic

Eingesetzt für die Piloterhebung in Zürich.

Installation

- Installation an einem Kandelaber oder – wie im vorliegenden Fall – an einer Balkonbrüstung.
- Die Installationshöhe beträgt zwischen 3.5 und 8 Meter; in diesem Projekt bei rund 7-8 Meter.
- Gewicht: 1.5 kg, Batteriekasten ca. 9 kg
- Abmessung: 250 x 220 x 130 mm (ohne Halterung)
- Die maximale Erfassungsreichweite beträgt gemäss Anbieter 30 Metern; im vorliegenden Fall war die Reichweite aber deutlich geringer.
- Das Gerät braucht eine externe Stromzufuhr 24/7 oder Nachtstrom mit Batterie (diese hält 2 Tage).
- Die Installation ist relativ einfach und kann von einer Person vorgenommen werden. Je nach Standort ist eine Leiter oder Hebebühne notwendig.
- Ohne Vorbereitung des Stromanschlusses beträgt die Zeit für die Installation rund 30 Minuten pro Sensor plus ca. 30 Minuten für die Kalibrierung der Zählzonen, -linien.
- Installationsaufwand: mittel



Betrieb, Durchführung der Zählung

- Das Gerät funktionierte während der Erhebungszeit mit einer Ausnahme (Ausfall von 13 Stunden) einwandfrei.
- Aufgrund der Montagehöhe besteht keine Vandalismusgefahr.
- Die Daten wurden am Schluss der Erhebung als Viertelstundenwerte richtungsgetrennt zugestellt. Der Anbieter verfügt auch über eine Datenplattform. Sie wurde hier aber nicht benutzt bzw. angeboten.
- Das Gerät kann verschiedene Verkehrsarten separat erfassen; vom Anbieter wurden auch die gezählten Fahrzeuge (Autos, Motorräder, LKW, Lieferwagen und Busse) zur Verfügung gestellt, von uns aber nur summarisch ausgewertet.

- Die Richtungen werden getrennt erfasst.
- Eigentlich war vorgesehen, mit dem AI-Sensor alle Zählquerschnitte 11 bis 14 (s. Abb. 32) abzudecken. Im Nachhinein hat sich jedoch herausgestellt, dass dies nicht möglich ist, weil die Reichweite zum entfernten Fussgängerstreifen (Querschnitt 14) zu gross war (ca. 30 Meter). Dank einer zusätzlich montierten optischen Kamera konnten aber einige Tage auch für diesen Querschnitt ausgewertet werden.
- Eine Kontrollzählung ist zur Prüfung der Daten nützlich, auch um allfällige Fremdeinflüsse oder einzelne unplausible Werte nachvollziehbar zu machen.

Datenbereinigung und Auswertung der Zählung

- Die Daten werden auf einem Server der Firma Swisstraffic gespeichert.
- Im vorliegenden Fall wurden die Daten am Schluss der Erhebung als Excel-File auf Viertelstundenbasis zur Verfügung gestellt. Der Anbieter betreibt aber auch eine Datenplattform.
- Eine Prüfung der Daten empfiehlt sich zur Qualitätssicherung (z. B. Datumsformate, fehlende und unplausible Werte usw.).
- Die Zählgenauigkeit des AI-Sensors ist hoch, trotzdem wird eine Kontrollzählung empfohlen. Die optische Kamera und Auswertungssoftware liefert eine deutlich schlechtere Qualität.
- Der Aufwand für die Datenauswertung ist vergleichbar mit anderen Technologien.

Kosten

- Miete des Geräts für 30 Tage: CHF 1'700 (inkl. 15% Forschungsrabatt)
- Begehung, Installation, Kalibrierung, Initialisierung Softwareplattform CHF 2'550 (inkl. 15% Forschungsrabatt)
- Gesamtaufwand: CHF 4'250
- Kosten Benutzung der Datenplattform: Keine, die Werte wurden als Excel-File geliefert, was im Preis inbegriffen war.
- Kauf des Geräts: CHF 4'100
- Kosten Datenmanagement: CHF 660 / Jahr

3.4.5 Infrarot-Kameras

Infrarotkameras zeichnen ein Video im Infrarotspektrum auf und speichern diesen Film auf eine SD-Speicherkarte. Danach wird in einem Rechenzentrum mittels Bildanalyse die Auswertung vorgenommen. Um nicht zu viele Bilder ohne Verkehr aufzuzeichnen, kann die Kamera so konfiguriert werden, dass ein Bewegungsmelder die Filmaufzeichnung startet.

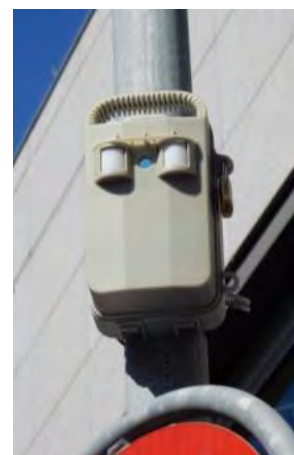
A) FLIR der Universität Lausanne

Bei diesem Gerät handelt es sich um einen Prototyp (zukünftiger Name: Nilousense IR View).

Eingesetzt für die Piloterhebungen in Olten, Zürich und Brugg.

Installation

- Installation an einem Pfosten in ca. 2 bis 2.5 m Höhe
- Grösse des Gerätes 21 cm hoch, 11 cm breit und 7.5 cm tief
- Gewicht: 975 Gramm inkl. Batterie
- Die maximale Erfassungsbreite für einen Sensor beträgt 12 m.



- Installation erfolgte durch eine Person und dauert ca. 30 Minuten
- Je nach Situation ist eine Leiter erforderlich
- Energieversorgung durch Batterie, keine externe Stromversorgung notwendig
- Installationsaufwand: gering

Betrieb, Durchführung der Zählung

- Speicherung: auf einer Micro-SD-Karte; je nach Aufkommen muss sie alle 5-7 Tage ausgelesen werden.
- Batterie: bei dauernder Aufnahme hält sie maximal 3 Tage, bei Bewegungsaktivierung 1-2 Wochen.
- Aufgrund der Montagehöhe besteht leicht erhöhte Vandalismusgefahr; das Gerät ist allerdings klein und fällt somit im öffentlichen Raum kaum auf.
- Im Pilotprojekt Olten hatte das Gerät während 4 Wochen mehrere Unterbrüche. Einerseits gab es technische Ausfälle (das Problem ist der Universität Lausanne bekannt und es wird daran gearbeitet). Zudem gab es Ausfälle, weil die Speicherkarte schneller als erwartet voll war. Einmal löste sich nach dem Wechsel von Batterie und Speicherkarte beim Verschliessen des Gehäuses die Verbindung zur Batterie.
- Im Pilotprojekt Zürich fiel das Gerät während der 14 Einsatztage an den beiden Zählorten an zwei bzw. vier Tagen ganz sowie an drei bzw. vier weiteren Tagen teilweise aus (jeweils zwischen 9 bis 12 Stunden). Insgesamt war das Zählgerät also in rund der Hälfte der Zeit von Erfassungslücken betroffen.
- Im Pilotprojekt Zürich wies das Gerät noch diverse Fehlzählungen auf, die unsystematisch aufgetreten sind. Mögliche Gründe für die Abweichungen sind: Überdeckungen bei hohem Aufkommen, ein Hintergrundrauschen bei niedrigen Temperaturunterschieden und „Verlust“ der Personen beim Tracking.
- Bei den Erhebungen in Brugg ist ein Gerät während rund 40% und das andere Gerät während rund 70% der Zeit ausgefallen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass es sich um Prototypen handelt. Die Abweichungen zur Kontrollzählung von Hand waren bei einem Gerät mit knapp 10% relativ gering und systematisch. Beim anderen Gerät waren die Abweichungen höher, was jedoch aufgrund der Zählwerte in einem schmalen Frequenzspektrum nicht beurteilt werden kann.
- Eine Unterscheidung von zu Fuss Gehenden und anderen Fahrzeugkategorien ist möglich, in den durchgeführten Pilotprojekten wurde nur der Fussverkehr erhoben.
- Die Richtungen werden getrennt erfasst, die Genauigkeit ist allerdings schwankend.
- Eine Kontrollzählung ist erforderlich, um Fehler bei der Einrichtung oder von unerwünschten Fremdeinflüssen festzustellen.

Datenbereinigung und Auswertung der Zählung

- Die Daten werden nicht online übertragen und sind deshalb erst nach der Auswertung sichtbar.
- Die Daten werden auf einem Server der Universität Lausanne ausgewertet und als Viertelstundenwerte geliefert.
- Erfassungsausfälle sind das grössere Problem als die Erfassungsgenauigkeit.
- Bei lückenlos vorhandenen Daten ist der Aufwand für die Datenauswertung vergleichbar mit anderen Technologien.

Kosten

- Miete des Geräts Pilotprojekt Olten: CHF 1'050 inkl. Auswertung und Installation
- Miete des Geräts Pilotprojekt Zürich: CHF 570 (pauschal) für zwei Wochen inkl. Auswertung und Installation
- Miete des Geräts Pilotprojekt Brugg: CHF 780 (pauschal) für drei Wochen inkl. Auswertung und Installation
- Kauf des Geräts: CHF 1'580 (ohne Installationszubehör)
- Auswertung: CHF 0.40 pro Stunde

B) Citix-IR von Eco-Counter

Eingesetzt für die Piloterhebung in Luzern.

Installation

- Installation an einem Kandelaber in ca. 4 m Höhe
- Grösse des Gerätes 14 x 13 x 8 cm
- Gewicht 2.6 kg
- Die maximale Erfassungsbreite für einen Sensor beträgt gemäss Geräteunterlagen 4.5m, die Piloterhebung Luzern zeigte jedoch eine maximale Erfassungsbreite von 4m
- Ohne Installationseinrichtung und Elektroanschluss dauert die Installation ca. 1h, dazu kommt eine Kalibrierung von ca. 1.5h.
- Installation durch eine Fachperson
- Hebebühne erforderlich
- Elektroanschluss erforderlich
- Ist auch mit einem Nachtstrom-Element oder einer Solarversorgung erhältlich, darauf wurde jedoch bei diesem Test verzichtet.
- Installationsaufwand: hoch



Betrieb, Durchführung der Zählung

- Das Gerät erforderte während der Erhebungszeit keinen Einsatz
- Das Gerät funktionierte während 3.5 Wochen ohne Unterbruch
- Das Gerät vermochte nicht die ganze Trottoirbreite (4.5) abzudecken. Da die Unterzählung systematisch war, konnte im vorliegenden Fall aber ein Hochrechnungsfaktor berechnet werden.
- Die Daten werden online übertragen und sind über die Software Eco-Visio direkt einsehbar
- Die Richtungen werden getrennt erfasst.
- Eine Kontrollzählung ist erforderlich, um Fehler beim Einrichten der Zähllinie oder von unerwünschten Fremdeinflüssen festzustellen.

Datenbereinigung und Auswertung der Zählung

- Insgesamt wurde eine Unterzählung von 11% verglichen mit den Kontrollzählungen festgestellt.
- Da nicht die gesamte Trottoirbreite von 4.5m vom Gerät aufgenommen werden konnte, war eine Hochrechnung mit einem festen Faktor nötig.
- Die Daten wurden 1x pro Tag auf einen Server der Firma Eco-Counter übermittelt und dort gespeichert.
- Auf der Datenplattform Eco-Visio sind direkt tabellarische und grafische Auswertungen möglich.
- Die Daten können von der Plattform Eco-Visio in verschiedenen Formaten exportiert werden.
- Eine abschliessende Aussage über die Genauigkeit der Zählung ist nicht möglich, da sich ein Teil des Trottoirs ausserhalb des Erfassungsbereichs des Geräts befand und mittels Hochrechnung kompensiert werden musste.

Kosten

- Miete des Geräts: 850 Euro/3.5 Wochen
- Installationspauschale: 980 Euro (Nur Installationsunterstützung und Schulung durch Fachperson; ohne weitere Ausgaben wie Hebebühnenmiete oder Elektroanschluss)
- Datenzugriff bei Gerätemiete: Inbegriffen
- Kauf des Geräts: 3'250 Euro
- Datenzugriff bei Gerätekauf: 300 Euro/Jahr und Gerät

3.4.6 3D-Kameras

Bei diesen Videoerfassungssystemen mit dreidimensionaler Sensor-Technologie sind die Geräte mit mehreren Kameras ausgestattet. Die Kameras, die in erhöhter Lage installiert werden, filmen kontinuierlich einen vordefinierten Ausschnitt. Die Sensoren unterscheiden sich, in dem sie unterschiedliche Frequenzbereiche auswerten, entweder den optischen oder den Infrarot-Bereich.

A) Citix 3D von Eco-Counter

Eingesetzt für die Piloterhebungen in Basel, Zürich und Luzern.

Installation

- Installation an einem Pfosten oder an einer ebenen Fläche
- Die Installationshöhe muss zwischen 5 und 7 m betragen.
- Gewicht: Gerät ca. 19 kg
- Abmessung: 1'200 x 205 x 110 mm
- Die maximale Erfassungsreichweite beträgt 12 Meter
- Für die Installation sind 2 Personen sowie eine Hebebühne notwendig
- Das Einrichten der Zähllinie erfolgte durch eine Fachperson von Eco-Counter
- Ohne Installationseinrichtung und Elektroanschluss beträgt die Zeit für die Installation und das Einrichten ca. 2 Stunden
- Elektroanschluss erforderlich
- Installationsaufwand: hoch
- Eine kleinere und vor allem leichtere Geräteversion (5 kg) ist gemäss Anbieter zurzeit in Entwicklung.



Betrieb, Durchführung der Zählung

- Das Gerät erforderte während der Erhebungszeit keinen Einsatz
- Aufgrund der Montagehöhe besteht keine Vandalismusgefahr; das Gerät ist gross und wird von den Passanten wahrgenommen
- Das Gerät funktionierte während der Aufnahmeperioden ohne Unterbruch
- Die Definition und Einrichtung der Zähllinie ist nicht ganz einfach, um auszuschliessen, dass allenfalls auch andere Verkehrsteilnehmende gezählt werden bzw. dass keine Lücken bestehen und alle Personen zu Fuss erfasst werden.
- Idealerweise liegt die Zähllinie längs zum Gerät in der Fortsetzung der Geräteausrichtung
- Die Daten werden online übertragen und sind über die Software Eco-Visio direkt einsehbar
- Das Gerät kann die verschiedenen Verkehrsarten separat erfassen
- Die Richtungen werden getrennt erfasst.
- Eine Kontrollzählung ist erforderlich, um Fehler beim Einrichten der Zähllinie oder von unerwünschten Fremdeinflüssen festzustellen.
- Bei einer Überkopf-Installation kann der Erfassungsbereich z. B. durch ausgefahrene Storen verdeckt werden.

Datenbereinigung und Auswertung der Zählung

- Die Daten werden alle 15 Min. auf einen Server der Firma Eco-Counter übermittelt und dort gespeichert.
- Auf der Datenplattform Eco-Visio sind direkt tabellarische und grafische Auswertungen möglich.
- Die Daten können von der Plattform Eco-Visio in verschiedenen Formaten exportiert werden.

- Aufgrund der bei dieser Erhebung festgestellten Abweichung zur Handzählung von ca. 10% ist eine Kalibration nicht zwingend erforderlich.
- Der Aufwand für die Datenauswertung ist vergleichbar mit den anderen Technologien.

Kosten

- Miete des Geräts: 1'400 Euro/Monat, 1'500 Euro/2 Wochen (Zürich)
- Unterstützung und Kalibrierung via Telefon und Internet gratis; vor Ort-Service € 980
- Installationseinrichtung und Elektroanschluss: ca. CHF 2'000 (ohne Hebebühne)
- Kauf des Geräts: 8'400 Euro
- Datenzugriff: 300 Euro/Jahr und Gerät

B) PeCo SCX Outdoor von LASE PeCo Systemtechnik GmbH

Eingesetzt für die Piloterhebung in Luzern.

Installation

- Breite der Querschnitte: 11-12 m
- Da die Aufnahmefläche zu gross war, wurden zwei Geräte eingesetzt
- Die Geräte wurden an der Lichtsignalanlage installiert.
- Die Installationshöhe: 6 m
- Gewicht: Gerät ca. 750 g
- Abmessung: 380 x 88 x 74 mm
- Installation erfolgte durch eine Fachperson der Firma LASE sowie der Stadt Luzern
- Zeitaufwand für die Installation: 2.5h inklusive Kalibrierung beider Geräte
- Hebebühne erforderlich
- Elektroanschluss erforderlich
- Installationsaufwand: hoch



Betrieb, Durchführung der Zählung

- Der Betrieb der Geräte lief problemlos und ohne Unterbrüche während den dreieinhalb Wochen.
- Manuelle Kontrollzählung war wegen des hohen Aufkommens mit den zahlreichen Grossgruppen nicht durchführbar. Durch Remote-Aufzeichnung war es möglich, für die Zeit zwischen 17 und 18h eine Kontrollzählung nachträglich vorzunehmen.
- Aufgrund der kurzen Kontrollzählung sowie der fehlenden Vergleichszählung bei schlechter Witterung oder in der Nacht machte es keinen Sinn, einen Kalibrationsfaktor zu bestimmen.

Datenbereinigung und Auswertung der Zählung

- Die Daten werden täglich auf den Server von LASE übermittelt und können in verschiedenen Formaten exportiert werden.
- Verfügbar sind zudem lokale Wetter- und Feiertagsdaten.
- Die Querschnittsdaten lassen sich einfach aufbereiten, die Wegbeziehungen dagegen nur schwierig.

Kosten

- Miete der Geräte: 375 Euro/3.5 Wochen (Preis ursprünglich bestimmt für 2 Wochen sowie nur für ein Gerät)
- Installationspauschale: 690 Euro (Montage und Inbetriebnahme)

- Datenmanagement: 56 Euro (14 Tage à 4 Euro, die weiteren Tage wurden gratis gewährt) 300 Euro/Jahr und Gerät
- Kauf des Geräts: 2'900 Euro
- Installationskosten: 890 Euro
- Datenmanagement: 35 Euro / Monat pro Messlinie

3.4.7 Bluetooth-WiFi-Sensoren

Die Bluetooth-WiFi-Geräte empfangen die Signale, welche Geräte (Mobilephones, Tablets, Laptops, Kopfhörer usw.) mit aktiviertem Bluetooth oder WiFi aussenden. Gemäss dem Datenschutzkonzept werden diese anonymisiert gespeichert und auf einen Server übertragen. Die Kombination der auf verschiedenen Messgeräten gespeicherten Informationen erlaubt es, Rückschlüsse auf die Wege der Personen zu ziehen.

Gerät der Universität Lausanne

Bei diesem Gerät handelt es sich um einen Prototyp (zukünftiger Name: Nilousense BTpath).

Eingesetzt für die Piloterhebung in Brugg.



Installation

- Die Geräte werden in der Regel auf eine Höhe von rund 10 cm über Boden installiert.
- Vorgängig müssen Bohrhaken gesetzt werden, um die Koffer mit dem Gerät und der Batterie zu montieren.
- Der Betrieb erfolgte mit Batterie.
- Die Reichweite für eine zuverlässige Datenerfassung des Fussverkehrs beträgt ca. 10 – 30 m.
- Gewicht: Sensor 0.4 kg, Batterie 25 kg
- Abmessung Koffer mit Batterie: 600 x 300 x 480 mm
- Installation der Geräte erfolgte durch die Uni Lausanne
- Installationsaufwand: mittel bis hoch, je nach Anzahl Geräte und Montageart

Betrieb, Durchführung der Zählung

- Vor Beginn der Erhebung wurde das Konzept mit der Beauftragten für Öffentlichkeit und Datenschutz des Kantons Aargau sowie mit der SBB abgestimmt.
- Zudem wurden eine Medienmitteilung versandt, um die Bevölkerung über den Grund der Erhebung und das Einhalten der Datenschutzbestimmungen zu informieren, und mehrere Informationstafeln aufgestellt.
- Die Geräte erforderten während der Erhebungszeit keinen Einsatz.
- Die meisten Geräte hatten während der Erhebungszeit mehrere Unterbrüche.
- Trotz der geringe Montagehöhe wurden die Geräte nicht beschädigt.
- Die Daten wurden über eine SIM-Karte auf einen Server der Uni Lausanne übertragen.
- Die zwingend notwendigen Kontrollzählungen wurden mit zwei Wärmebildkameras sowie von Hand durchgeführt.

Datenbereinigung und Auswertung der Zählung

- Die Datenauswertung der rund 32 Millionen Signale ist komplex. Neben der Umlegung auf definierte Routen müssen die Daten auch mit den Zahlen der Wärmebildkamera kalibriert werden.

- Als Ergebnis wurden Excel-Files mit den viertelstündlichen Mengen je Wegbeziehung geliefert.
- Die Plausibilitätskontrolle und weitere Auswertung der gut 100'000 Viertelstundenwerte war recht aufwändig. Dies war insbesondere dadurch bedingt, dass die Geräte während Stunden und Tagen die Signale nicht zuverlässig erfasst hatten (Prototypen).
- Die Ergebnisse wurden im Weiteren mit den Daten der SBB verglichen.
- Wir schätzen, dass die Abweichungen der ausgewerteten Daten rund 15-20% betragen.

Kosten

- Kauf: Zählgerät: CHF 340, inkl. Batterie und Koffer: CHF 850
- zusätzliche Batterie: CHF 260
- Miete: CHF 330
- Übertragung per SIM-Karte: CHF 15 / Monat

3.4.8 Genauigkeit der Zähltechnologien

Bei der Beurteilung der Genauigkeit von Zähltechnologien sind zwei Punkte entscheidend. Einerseits, wie gross ein allfälliger Fehler ist und andererseits, ob dieser Fehler systematisch (z. B. abhängig von der Fussverkehrsfrequenz) oder unsystematisch auftritt. Die meisten getesteten Zähltechnologien haben entweder kleine oder systematische Fehler. Diese Technologien können von der Genauigkeit her empfohlen werden. Zählungen mit einem systematischen Fehler lassen sich mittels Kontrollzählungen gut kalibrieren. Die automatisierte Auswertung von optischen Videodaten hat unsystematische Fehler. Je nach Auswertungssoftware können diese auch gross sein. Hier lohnen sich Testerhebungen, um zu prüfen, ob die verwendete Software mit den Bildern der eingesetzten Kamera genügend genau arbeitet.

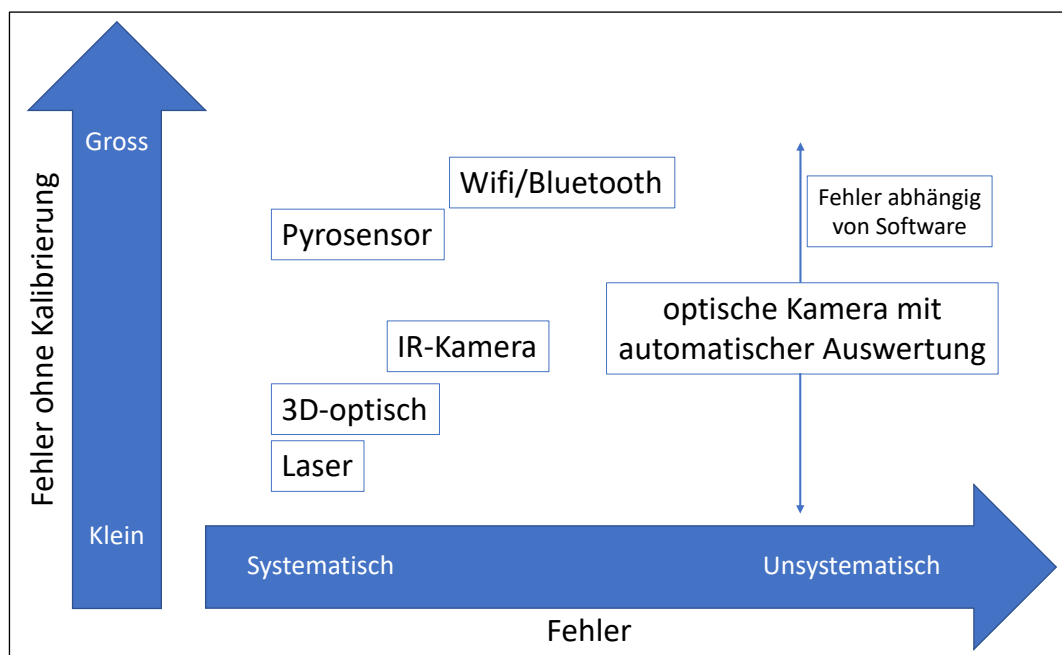


Abb. 39 Genauigkeit der untersuchten Technologien

3.5 Empfehlungen zur Auswahl der Zähltechnologien

Jede Zähltechnologie hat ihre Vor- und Nachteile. Zwei relevante Kriterien spielen für die Wahl der geeigneten Technologie zusammen:

- 1) Fragestellung: Welche Fragen sollen mit der Fussverkehrserhebung beantwortet werden?
- 2) Zähldauer: kurze, mittlere oder längere Erhebungsdauer (Kap. 2.1.6)

Die nachfolgenden Empfehlungen sind entsprechend den in Kapitel 2.4.2 formulierten typischen Fragestellungen gegliedert. Sie basieren auf den vorgenommenen Erhebungen.

Wichtiger Hinweis: Aufgrund der Ziele der Forschungsarbeit beschränken sich die Empfehlungen darauf, welche Zähltechnologie für welche Aufgabenstellung geeignet ist. Bei allen Zählungen mit kurzer Erhebungsdauer sind jedoch immer auch Zählungen von Hand gut geeignet.

3.5.1 Vorgehen zur repräsentativen Zählstellenauswahl

Das Vorgehen zur Auswahl von repräsentativen Zählstellen benötigt zweierlei Wissen: Das Wissen über die Begebenheiten eines Ortes und das Wissen an welchen Stellen Zählstellen einfach einzurichten sind. Die Beispiele Köniz und St. Gallen zeigen, dass ein pragmatisches Vorgehen zielführend ist. Karten und Strukturdaten können dazu dienen, die Ortskenntnis zu kalibrieren und sind als Ergänzung bei der grossräumigen Standortwahl hilfreich. Ob und wie eine möglichst repräsentative Auswahl von Zählstellen für den Ort zu treffen ist, hängt auch von den entsprechenden Fragestellungen der Gemeinde bzw. des Kantons ab. Für die genaue Standortwahl ist eine Begehung vor Ort unerlässlich. Bei der Mikrostandortwahl sind drei Punkte massgebend: wo befinden sich die exakten Gehlinien, welches Zählgerät wird eingesetzt und wo kann dieses installiert werden.

3.5.2 Grossräumige Wegbeziehungen

Wie können die Wegbeziehungen zwischen mehreren Quell- und Zielorten quantitativ erfasst werden? Für diese Fragestellung wurde eine Piloterhebung in den beiden Personenunterführungen beim Bahnhof Brugg durchgeführt. Diese soll Erkenntnisse über den Anteil den Bahnhof querender Personen im Vergleich zum Anteil der Personen, die mit dem Zug ankommen oder von dort abfahren, liefern. Für eine derartige Erhebung in einer Personenunterführung kann folgendes empfohlen werden:

- Die Datenerfassung mit Bluetooth-/WiFi-Sensoren ist grundsätzlich dazu geeignet. Andere Technologien sind in einer solchen Situation (Unterführung, kein Durchblick, viele Quell-/Zielorte) wenig geeignet.
- Da je nach Situation relativ viele Sensoren installiert werden müssen, ist der Aufwand eher hoch, was nur für eine **mittlere bis längere Erhebungsdauer** sinnvoll ist.
- Parallel zur Erfassung mit Bluetooth-/WiFi-Sensoren ist bei mindestens einem Sensor eine Zählung mit einer anderen Technologie durchzuführen, um die Sensordaten zu kalibrieren. Dazu sind z. B. Laserscanner oder Wärmebildkameras geeignet.
- Jede Ziel-/Quellbeziehung sollte möglichst mit mindestens 3 Sensoren erfasst werden. Wegbeziehungen nur zwischen 2 Erfassungsgeräten sind sehr unsicher, da Störungen oder Signale von anderen Geräten (z. B. in anderen Verkehrsmitteln) gleichzeitig beide Sensoren beeinflussen können. Bei Wegbeziehungen über 3 oder mehr Geräte ist die Wahrscheinlichkeit geringer, dass alle Sensoren durch die gleichen „Fehlsignale“ beeinflusst werden.
- Im Hinblick auf die Auswertung ist zu beachten, dass die zu verarbeitende Datenmenge sehr gross ist. In Brugg erfassten die Sensoren über 30 Millionen Signale, welche mit den Daten der Wärmebildkameras kalibriert und auf 50 Wegbeziehungen umgelegt werden mussten.

Sollen die Wegbeziehungen auf einem offenen Platz erfasst werden, ist die Technologie mit Bluetooth-/WiFi-Sensoren ebenso geeignet. In einer solchen Situation ist allerdings die Gefahr, dass falsche Signale erfasst werden, noch grösser. Darum ist allenfalls eine Erhebung mit mehreren Videokameras und geeigneter Auswertetechnologie besser geeignet. Eine kurze Erhebung von max. 1-2 Stunden kann je nach Situation auch von Hand erfolgen.

3.5.3 Lineare Fussverkehrsströme

Eine Piloterhebung für lineare Fussverkehrsströme wurde in der Basler Altstadt in einer **Fussgängerzone** mit hohen Fussverkehrsmengen und bei einer Breite von ca. 10 Metern durchgeführt. Für eine solche Situation kann folgendes empfohlen werden:

- Grundsätzlich können für diese Aufgabe die drei getesteten Technologien eingesetzt werden: Passiv-Infrarot, Laserscanner und 3D-Kamera.
- Für eine **permanente Erhebung** sind alle drei Geräte geeignet. Der für den Laserscanner und die 3D-Kamera hohe Installationsaufwand für einen Elektroanschluss und eine Montage in grösserer Höhe fällt nicht ins Gewicht.
- Für eine **mittlere Erhebungsdauer** ist ein Passiv-Infrarot-Gerät aufgrund des geringen Installationsaufwands am besten geeignet.
- Eine Kalibrierung der Zähldaten mithilfe einer Kontrollzählung ist insbesondere für ein Passiv-Infrarot-Gerät zwingend erforderlich, da geräte- und verhaltensbedingte Abweichungen zu grösseren Fehlern führen. Steht jedoch nicht die «genaue» Fussverkehrsmenge im Fokus der Zählung, sondern nur die Entwicklung des Fussverkehrs über die Zeit, so kann auf eine Kalibrierung verzichtet werden.
- Die Gefahr von Unterbrüchen in der Zählung ist gerade in Fussgängerzonen beim Passiv-Infrarot-Gerät am grössten, da während der Anlieferungszeit parkierte Lieferfahrzeuge die Sicht auf den Fussverkehr verhindern.
- Bei Geräten, die über Kopf montiert werden, treten Unterbrüche insbesondere durch ausgefahrene Sonnenstoren und bei schlechtem Wetter durch Schirme auf.

Die andere Piloterhebung für lineare Fussverkehrsströme wurde auf der Seebrücke mit beidseitigen **Trottoirs** durchgeführt. Für diese Situation kann folgendes empfohlen werden:

- Grundsätzlich können für diese Aufgabe sowohl die Infrarotkamera wie auch der Laserscanner eingesetzt werden.
- Die Abdeckbreite der getesteten Infrarotkamera beträgt allerdings nur 4 m, womit sich dieses Gerät nur für Trottoirs mit einer Breite bis max. 4 m eignet.
- Für eine **permanente Erhebung** kann die Infrarotkamera wie auch der Laserscanner eingesetzt werden.
- Für eine **mittlere Erhebungsdauer** sind beide Geräte mit einem Solarstrommodul eine Möglichkeit, was allerdings im Rahmen der Forschung nicht getestet werden konnte. Ein Passiv-Infrarot-Gerät kann dann eingesetzt werden, wenn auf der Gegenseite des Gerätes eine feste Fläche vorhanden ist, um eine zusätzliche Zählung des MIV und des Veloverkehrs zu vermeiden.

Zusammengefasst kann folgendes empfohlen werden:

Tab. 29 Empfehlungen für lineare Fussverkehrsströme in Abhängigkeit der Erhebungsdauer und des Erhebungsorts

Erhebungsdauer	Erhebungsort: Trottoir, Wege Feste Fläche auf der Gegenseite vorhanden oder keine weiteren Verkehrsbewegungen auf Gegenseite.	Erhebungsort: Trottoir, Wege Verkehrsbewegungen auf Gegenseite.	Erhebungsort: Fussgängerzone
mittel	Passiv-Infrarot-Gerät	Laserscanner oder Infrarotkamera mit Solarstrommodul	Passiv-Infrarot-Gerät
lang	Passiv-Infrarot-Gerät Laserscanner Infrarotkamera 3-D-Kamera	Laserscanner Infrarotkamera 3-D-Kamera	Passiv-Infrarot-Gerät Laserscanner 3-D-Kamera

Die Erfassungsbreite des Geräts ist vorgängig zu prüfen.

3.5.4 Mischverkehr Fuss- und Veloverkehr

Für die Zählung des Fuss- und Veloverkehrs auf Mischverkehrsflächen kann, basierend auf den Erhebungen auf den Fuss- und Veloverkehrsbrücken in Solothurn und Olten, folgendes empfohlen werden:

- Grundsätzlich können zur Zählung des Fussverkehrs die drei getesteten Technologien eingesetzt werden: Passiv-Infrarot in Kombination mit Induktionsschleifen, Laserscanner und Infrarot-Kamera.
- Zur Zählung des Veloverkehrs muss das Passiv-Infrarot-Gerät mit Induktionsschleifen ergänzt werden. Ob der Laserscanner zwischen Velo- und Fussverkehr unterscheiden kann, ist vom Produkt abhängig.
- Für eine **längere Erhebungsdauer** eignen sich Passiv-Infrarot-Geräte und Laserscanner. Der höhere Installationsaufwand für den Laserscanner (Stromversorgung) ist bei einer Langzeiterhebung nicht relevant. Von einer Laserzählstelle mit Solarpanels und Batterie wird allerdings eher abgeraten.
- Die getestete Infrarotkamera eignet sich für eine permanente Erhebung wegen des hohen Unterhaltsaufwands (Batterie und SD-Karte wechseln) nicht. Da dieses Gerät noch in Entwicklung ist, kann jedoch keine abschliessende Empfehlung gemacht werden.
- Für eine **mittlere Erhebungsdauer** sind das Passiv-Infrarot-Gerät (wenn bereits eine Velozählstelle besteht) und die Infrarotkamera wegen des geringen Installationsaufwands am besten geeignet.
- Kontrollzählungen sind unabhängig von der Technologie erforderlich.
- Eine Kalibrierung der Zählzeiten ist bei der Pyro-Box (Passiv-Infrarot-Gerät) zwingend erforderlich.
- Unterbrüche in der Zählung können bei allen Geräten auftreten. Bei der getesteten Infrarotkamera gab es am meisten Unterbrüche, da dies erst ein Prototyp ist. Da die Probleme vom Entwickler erkannt sind, ist zu erwarten, dass die Ausfallprobleme in der nächsten Version gelöst werden.

Zusammengefasst kann folgendes empfohlen werden:

Tab. 30 Empfehlungen für Mischverkehr Fuss- und Veloverkehr in Abhängigkeit der Erhebungsdauer und des Erhebungsorts

Erhebungsdauer	Erhebungsort: Bei Velozählstelle Feste Fläche auf der Gegenseite vorhanden oder keine weiteren Verkehrsbewegungen auf Gegenseite.	Erhebungsort: Bei Velozählstelle Sensor erfasst Verkehrsbewegungen auf Gegenseite.	Erhebungsort: Nicht bei Velozählstelle
mittel	Passiv-Infrarot-Gerät (Infrarotkamera)	Infrarotkamera (Laserscanner)	Infrarotkamera (Laserscanner)
lang	Passiv-Infrarot-Gerät (Laserscanner)	Laserscanner	Laserscanner Passiv-Infrarot-Gerät und Induktionsschlaufe

3.5.5 Querungen mit und ohne Mittelinsel

Bei den beiden Pilotprojekten Zürich und Luzern wurden verschiedenste Geräte an Fussgängerstreifen geprüft. Dabei waren die Standorte in Luzern durch eine sehr hohe Frequentierung geprägt und auch durch das Auftreten von grösseren Touristengruppen. Die Fussgängerstreifen an den Zählstandorten werden per LSA gesteuert, was unweigerlich zu schwierig zu zählenden Ansammlungen von zu Fuss Gehenden führt.

Im Gegensatz dazu fand die Zählung in Zürich auf den verschiedenen Fussgängerstreifen am Limmatplatz statt, auf denen geringere Fussverkehrsfrequenzen zu beobachten waren und die auch nicht per LSA gesteuert sind.

- Grundsätzlich sind alle eingesetzten Geräte zur Zählung an Fussgängerstreifen tauglich. Einzig bei der Infrarot-Kamera waren aufgrund des noch in Entwicklung befindlichen Geräts, deutliche Abstriche zu machen. An den Verbesserungen wird vom Hersteller offenbar gearbeitet. Mit dem Entwicklungsstand, den das Gerät bei der Piloterhebung in Zürich hatte, wäre es nicht empfehlenswert.
- Grundsätzlich hängt sehr viel von den Einsatzbedingungen ab. Insbesondere wie gut ein Gerät über Kopf montiert werden kann. Die meisten Geräte, mit Ausnahme der Videokameras, die dann mittels externer Software ausgewertet werden, hatten grosse Genauigkeitsdefizite, je grösser der seitliche Winkel auf den zu erfassenden Querschnitt war. Die Genauigkeit war sehr gut, wenn unmittelbar von oben gezählt werden konnte.
- Bei horizontal montierten Geräten (z. B. Passiv-Infrarot-Gerät Pyro-Box Compact von Eco-Counter) ist der Einsatzbereich an Fussgängerstreifen stark beschränkt. Es kommen höchstens Querungen mit einer Mittelinsel für diesen Einsatz in Frage. Dabei ist darauf zu achten, dass keine anderen Verkehrsteilnehmenden mitgezählt werden. Ist diese Bedingung erfüllt, bewährt sich das Gerät gut und kann auch dauerhaft dafür eingesetzt werden. Eine Kontrollzählung ist jedoch zwingend notwendig, vor allem bei hohem Aufkommen und/oder wenn die FussgängerInnen einen Moment auf eine Überquerung warten müssen (z. B. bei einer LSA-Anlage oder der Durchfahrt eines Trams). Dabei kann es zu Fehlzählungen kommen.
- Ausser dem Passiv-Infrarot-Gerät und der Infrarot-Kamera, die mit Batterien betrieben werden können, brauchen die anderen Geräte dauerhaft Strom. Entsprechend ist der Installationsort zu wählen. Bei einer Dauerzählstelle fällt dies weniger ins Gewicht als bei einer temporären Zählstelle. Einzelne Geräte können gemäss Herstellerangaben auch mit Solarpanels und einem Akku betrieben werden. Dies wurde jedoch nicht geprüft.
- Für eine **Langfristerhebung** an Fussgängerstreifen eignen sich alle Typen. Sie sind genügend genau, haben jedoch ihre jeweiligen Vor- und Nachteile.
- So ist beispielsweise die 3D-Kamera von Eco-Counter mit rund 20 Kilogramm sehr schwer und muss gut verankert werden. Obwohl sie wie ein Lichtkandelaber ausgestattet ist und alle Bestandteile integriert, was die Handhabung vereinfacht, fällt

- sie wegen ihrer Grösse auf. Ein neues, deutlich kleineres Gerät soll in Entwicklung sein. Das Gerät hat zudem nur eine geringe Reichweite. Wenn zudem der Querschnitt seitlich verschoben ist, das heisst die Kamera von schräg oben zählt, leidet die Genauigkeit des Geräts stark.
- Die 3D-Kamera von LASE ist leicht und einfach zu installieren. In Luzern am Löwenplatz wurde mit einer Verknüpfung von zwei Geräten versucht, die grossen (Touristen-)Ströme zu erfassen, um zu sehen, wie viele Menschen sich auf der grossen Mittelinsel während der Rotphasen befinden. Dies war softwaremässig jedoch zum damaligen Zeitpunkt noch nicht genügend gut gelöst, weshalb eine solche Aussage nicht möglich war. Inzwischen soll es Verbesserungen gegeben haben. Zudem war bei seitlich verwinkelter Ausrichtung der Kamera auf den Querschnitt die Zählqualität deutlich vermindert.
 - Die Erfassung der Fussgängerstreifen mittels des AI-Sensor von Swisstraffic war gut, wobei sich auch in diesem Fall zu bewährheiten scheint, dass eine Zählung direkt unter der Kamera bessere Resultate ergibt, als wenn sie in einem schrägen Winkel durchgeführt werden muss. Weiter weg liegende Zebrastreifen konnten entgegen den gemachten Hoffnungen nicht gleichzeitig mit näher Liegenden gezählt werden. Die Reichweite konnte so nicht geprüft werden. Ein spezielles Augenmerk ist – wie auch bei allen anderen automatischen Auswertungen – auf die Datenqualität zu richten. Die Werte müssen unbedingt auf allfällige Fehler oder Falschzuordnungen hin überprüft werden.
 - Wie das Pilotprojekt Luzern gezeigt hat, stellen Fussgängerstreifen mit hohen Frequentierungen und (Gross-)Gruppen hohe Anforderungen an die Zähltechnologie, die nur schwer zu erfüllen sind. So war mit dem Geräteinsatz z. B. die Hoffnung verbunden, Aussagen über allfällig zu hohe Dichten und gegenseitige Behinderungen von wartenden und durchgehenden Personen zu erhalten. Solche Aussagen waren jedoch mit den verschiedenen eingesetzten Geräten bzw. der Auswertungssoftware nicht möglich. Hier braucht es wohl noch etwas Geduld.
 - Für eine **kurzfristige Erhebung** an Fussgängerstreifen hat sich die Kamera Scout von Miovision als sehr geeignet herausgestellt. Die Kamera verfügt über eine grosse Reichweite und kann flexibel montiert werden. Mit einem Akku funktioniert das Gerät 6-7 Tage autonom. In Zürich war es direkt am Strom angeschlossen. Die Auswertungen der via Internet an die Firma übermittelten Bilder ergeben auch bei einer hohen Kompressionsrate und damit einer eher niedrigen Bildqualität ein sehr genaues Resultat. Selbst bei schwierigen Bedingungen wie Regen oder stark kontrastreichen Lichtverhältnissen blieb die Auswertungsqualität gut bis sehr gut.
 - Die Kosten für die Auswertung sind pro Stunde jedoch hoch. Für eine Langzeiterhebung von mehr als einer Woche eignet sich das Gerät nicht. Zum einen, weil die SD-Karte und ohne Stromanschluss auch der Akku ausgetauscht werden müssen, zum anderen, weil die Auswertung dann stark ins Geld geht.
 - Als Fazit: Zählungen an Fussgängerstreifen müssen häufig nur temporär, aber an verschiedenen Orten durchgeführt werden. Für eine solche Aufgabe eignet sich die Kamera Scout von Miovision sehr gut. Der Anschaffungspreis ist moderat und die Installation kann einfach und schnell ausgeführt werden. Dazu bietet das Gerät einen grossen Aufnahmebereich und ist in der Lage, verschiedene Verkehrsmittel zu erfassen.
 - Zu Vergleichszwecken hat das Projektteam die Bilder von Miovision auch durch die Plattform Datafromsky auswerten lassen. Die Plattform überzeugt durch die Möglichkeit, eigene Zähllinien und Auswertungssektoren zu bestimmen. Man kann die entsprechenden Elemente auch im Nachhinein noch verschieben. Allerdings liess die Auswertungsqualität dieser Plattform stark zu wünschen übrig. Die Erkennungsrate ist klein und unsystematisch, so dass keine Kalibrierungen vorgenommen werden können. Wenn die Plattform genutzt wird, ist unbedingt eine möglichst hohe Bildauflösung bzw. ein tiefer Kompressionsfaktor notwendig.

Zusammengefasst kann folgendes empfohlen werden:

Tab. 31 Empfehlungen für Querungen in Abhängigkeit der Erhebungsdauer und des Erhebungsorts

Erhebungsdauer	Erhebungsort: Mit Mittelinsel	Erhebungsort: Ohne Mittelinsel
mittel	Passiv-Infrarot-Gerät Optische Kamera Infrarotkamera	Optische Kamera Kamera mit integrierter Auswertung Infrarotkamera
lang	Passiv-Infrarot-Gerät 3D-Kamera (Kamera mit Integrierter Auswertung)	3D-Kamera (Kamera mit Integrierter Auswertung)

3.5.6 Komplexe Knoten und Fussverkehrsbereiche

Die folgenden Empfehlungen basieren auf der Piloterhebung am Bahnhofplatz in Winterthur. Dies ist ein weitläufiger Platz mit vielen Zugängen, einem Busbahnhof, teilweise mit Velo- und Motorfahrzeugverkehr.

- Grundsätzlich ist die Erhebung eines so grossen Platzes mit unzähligen Wegbeziehungen eine grosse Herausforderung. Für die Planung und Koordination ist genügend Zeit vorzusehen.
- Die Videoerhebung mit automatischer Auswertung erlaubte es gut, Querschnittswerte für den Fussverkehr und auch weitere Verkehrsarten an mehreren Zähllinien im Erfassungspereimeter über einen längeren Zeitraum (1-2 Wochen) zu erfassen (7 Zähllinien mit 4 Kameras).
- Der Aufwand für die Installation mehrerer Kameras und die Auswertung ist jedoch sehr hoch. Je nach Situation sind Videoaufnahmen mit einer Drohne zu prüfen, was den Aufwand deutlich reduzieren würde.
- Die Distanz zwischen Kamera und Zähllinie darf max. etwa 30 Meter betragen, damit die automatische Auswertung ein qualitativ ausreichendes Ergebnis liefert.
- Eine Kontrolle der automatischen Videoauswertung ist zwingend erforderlich, sei es durch Kontrollzählungen von Hand oder mit einer anderen Technologie oder durch eine manuelle Videoauswertung.
- Allerdings ist eine Kalibration der automatischen Auswertung auch mit Kontrollzählungen nicht möglich, da die Abweichungen meist nicht systematisch auftreten, sondern unregelmässig durch besondere Licht- und Wetterverhältnisse (Dunkelheit, Regen, Spiegelungen usw.).
- Videoaufnahmen sind in Bezug auf den Datenschutz sensibel. Eine Absprache und Vereinbarung mit der zuständigen Datenschutzfachstelle sowie eine Information der Bevölkerung sind deshalb wichtig.
- Eine Darstellung der Fussverkehrsströme/Gehlinien und auch deren zeitabhängige Dichte war automatisiert mit der getesteten Auswertungssoftware nicht möglich. Wir gehen jedoch davon aus, dass dies bald möglich sein wird.
- Eine automatische Auswertung der Konfliktbereiche war mit der getesteten Auswertungssoftware ebenfalls nicht möglich. Manuelle Zählungen und Konfliktbeobachtungen vor Ort oder im Video sind für solche Auswertungen meist besser geeignet.

3.5.7 Zusammengefasste Empfehlung zur Auswahl der Zähltechnologie

Ob der Einsatz der Zähltechnologie empfohlen wird, hängt oft stärker von der Erhebungsdauer als von der Fragestellung ab. Im Rahmen dieser Forschung war es nicht möglich für jede Fragestellung jede Technologie zu testen. Es gibt einige Technologien, deren Installationsaufwand nur für eine längere Erhebungsdauer zu rechtfertigen ist. Andere Technologien verursachen hohe Auswertungskosten, weshalb sie sich nur für eine mittlere Dauer eignen. Für viele Fragestellungen reicht auch eine kurze Erhebungsdauer. In diesen Fällen kann die Zählung problemlos auch manuell erfolgen.

Nebst der Erhebungsdauer spielt der Faktor der räumlichen Auflösung eine Rolle. Reicht es Querschnitte zu zählen oder sind kleinräumige Gehlinien oder Informationen zu grossräumigen Wegbeziehungen gesucht? Die Fragen der Erhebungsdauer und der räumlichen Auflösung schränken die möglichen Technologien jeweils stark ein. Weitere zu berücksichtigende Aspekte sind die vorhandenen Verkehrsarten und die Möglichkeit für einen Batteriebetrieb oder die Erfordernis eines Stromanschlusses. Die folgende Abbildung fasst die Empfehlungen zur Auswahl der Zähltechnologie unabhängig von der Fragestellung zusammen.

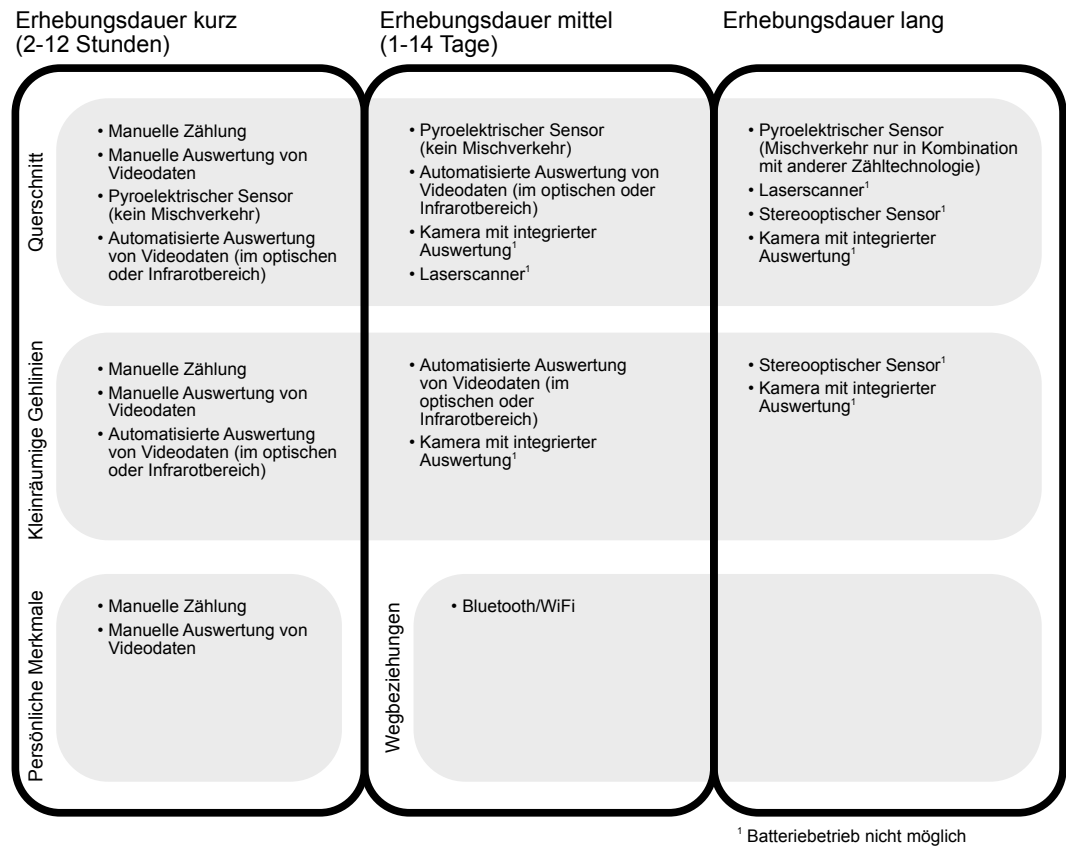


Abb. 40 Einsatzbereich der verschiedenen Zähltechnologien nach Erhebungsdauer

3.6 Schnittstellen mit öV

Die öffentlichen Verkehrsbetriebe erfassen auf unterschiedliche Art die Passagierfrequenzen:

- Sensoren erfassen die Ein- und Aussteiger bei den Türen (SBB, Trams, Bus, Postauto), wobei nicht alle Fahrzeuge mit Sensoren ausgerüstet sind.
- Befragung der Passagiere zu den Abfahrts- und Zielorten, insbesondere SBB
- Automatisierte Zählung der Passagiere in einzelnen Bahnhöfen

SBB Personenverkehr, SBB Immobilien und SBB Infrastruktur erfassen unterschiedliche Daten. Folgende Daten sind von der SBB im Zusammenhang mit Fussverkehrszählungen erhältlich:

Datengrundlagen der SBB für Fussgängerzählungen im Bahnhofsbereich

SBB, Konzernstatistik, 17.9.2019

Personenverkehr

Open-Data:

- Ein-/Aussteigende pro Bahnhof für den durchschnittlichen täglichen Verkehr (DTV), durchschnittlichen Werktagsverkehr (DWV) und durchschnittlichen Nicht-Werktagsverkehr (DNWV) für SBB inkl. Töchter, SOB, MGB, RhB; Jahresdurchschnitt; alle zwei Jahre.

Mit Nutzungsvereinbarung:

- Umsteigende pro Bahnhof; Jahresdurchschnitt; alle zwei Jahre.
- Tagesgang (als Stundenwerte DWV und DNWV) der Ein- und Aussteigenden pro Bahnhof; Jahresdurchschnitt; alle zwei Jahre.
- Zug-/Perronscharfe Ein- und Aussteigende pro Bahnhof; Jahresdurchschnitt (DWV und DNWV); alle zwei Jahre.

Einzelne Bahnhöfe können ohne Verrechnung abgegeben werden. Bei grösserem Bearbeitungsaufwand wird die Zeit in Rechnung gestellt.

Immobilien

Open-Data:

- Anzahl Bahnhofbenutzer pro Werktag für 25 Bahnhöfe.

Mit Nutzungsvereinbarung:

- Durchschnittliche Tagesfrequenzen pro Wochentag an 25 Bahnhöfen.
- Durchschnittlicher Tagesgang der Bahnhofbenutzer an 25 Bahnhöfen.
- Zählungen an Messquerschnitten des Kundenfrequenzmesssystems (KFMS) an 25 Bahnhöfen, in 1-Minuten-Schritten.

Infrastruktur

Mit Nutzungsvereinbarung:

- Daten aus punktuellen Handzählungen an Bahnhöfen, sofern vorhanden
- Trackingdaten für ausgewählte Bahnhöfe
- KFMS-Daten analog zu Immobilien
- In Zukunft: approximative Querschnittsfrequenzen aus Videoanalysen an Bahnhöfen, sofern verfügbar.

Anwendung für die Piloterhebung in Winterthur – Qualitätssicherung und DTV-Bestimmung

Für die Piloterhebung in Winterthur verwendeten wir die Daten von SBB Immobilien. Für die Zeit der Erhebung erhielten wir für einen bestimmten Querschnitt die Fussverkehrsdaten im 1-Stunden-Intervall. Diese Daten konnten zur Qualitätssicherung der Zählung mit der Videokamera am gleichen Querschnitt verwendet werden. Nach einer Optimierung der Auswertungssoftware ergab sich eine sehr gute Übereinstimmung.

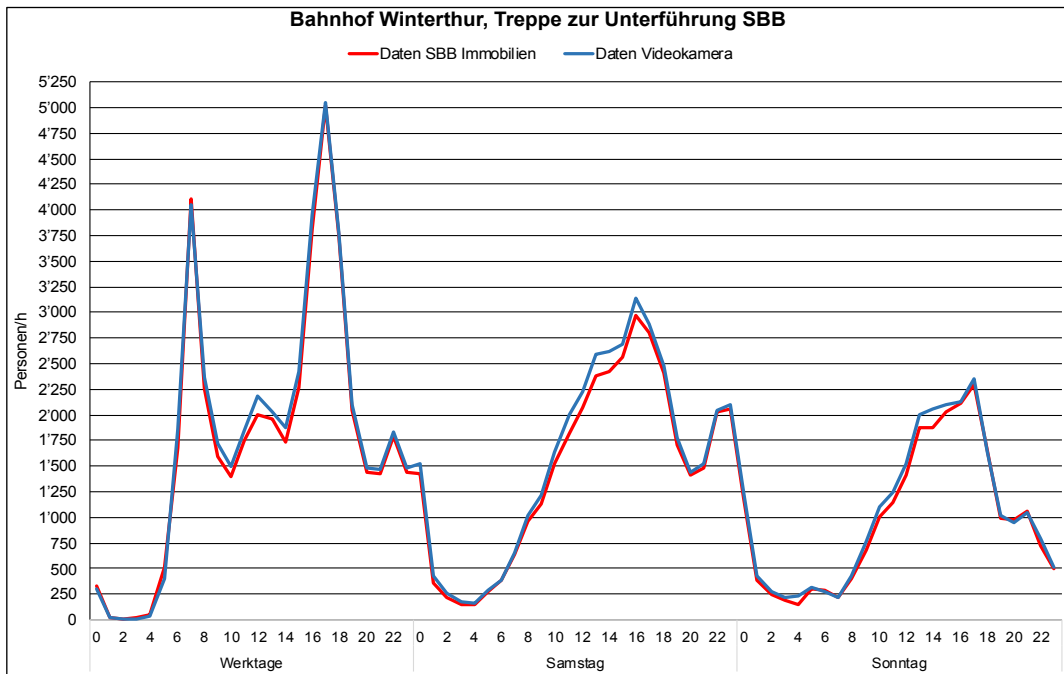


Abb. 41 Vergleich der Daten von SBB Immobilien mit denjenigen der Erhebung mit Videokamera

Im Weiteren nutzten wir die durchschnittlichen Wochenganglinien im Erhebungsmonat und im Erhebungsjahr gemäss den Angaben der SBB Immobilien. Daraus konnten wir ableiten, dass während der Erhebungszeit der Tagesdurchschnitt rund 17% über dem DTV im Erhebungsjahr lag. Damit konnten aus den Zählenden die entsprechenden DTV-Werte ermittelt werden.

Anwendung für die Piloterhebung am Bahnhof Brugg - Datenkalibrierung

Für die Piloterhebung in Brugg verwendeten wir die Daten von SBB Personenverkehr, und zwar die Daten der Ein- und Aussteigenden an Werktagen und am Wochenende (mit Nutzungsvereinbarung). Diese Werte lagen für jede Zugsankunft und -abfahrt an einem durchschnittlichen Tag mit Angabe des Perrons vor. Die Zahlen lagen für das Jahr 2018 vor und mussten gemäss der allgemeinen Entwicklung der Passagierfrequenzen der SBB auf die Erhebungszeit hochgerechnet werden. Die mit den Bluetooth-/WiFi-Sensoren erhobenen Daten konnten anschliessend mit den Daten der SBB kalibriert werden.

Ableitung des Fussverkehrsaufkommens aus den Daten öffentlicher Verkehrsbetriebe

Die Frage ist, ob man von Fahrgastzählungen öffentlicher Verkehrsbetriebe auf das Fussverkehrs-Aufkommen an nahe gelegenen Orten schliessen könnte. Das könnte einiges an Aufwand sparen, denn die öV-Daten werden von den Verkehrsunternehmen meist separat erhoben. Am Beispiel einzelner Halte- bzw. Zählstellen in der Stadt Zürich wurde dies getestet. Es wurden die Ein- und Aussteigenden von Montag bis Donnerstag an Haltestellen der Verkehrsbetriebe der Stadt Zürich (VBZ) mit Daten von nahegelegenen städtischen Zählstellen verglichen (Montag bis Freitag)⁸.

⁸ Die Methodik der Datenerhebung bei den VBZ wird im Open Data Portal der Stadt Zürich zu den Fahrgastzahlen beschrieben, siehe dazu: https://data.stadt-zuerich.ch/dataset/vbz_fahrgastzahlen_ogd.

Dabei zeigt sich ein uneinheitliches Bild: An einzelnen Zähl-/Haltestellen stimmen die Tagesgänge gut überein, so z. B. beim Zehntenhausplatz. Allerdings kann das absolute Aufkommen stark voneinander abweichen (s. Abb. 42).

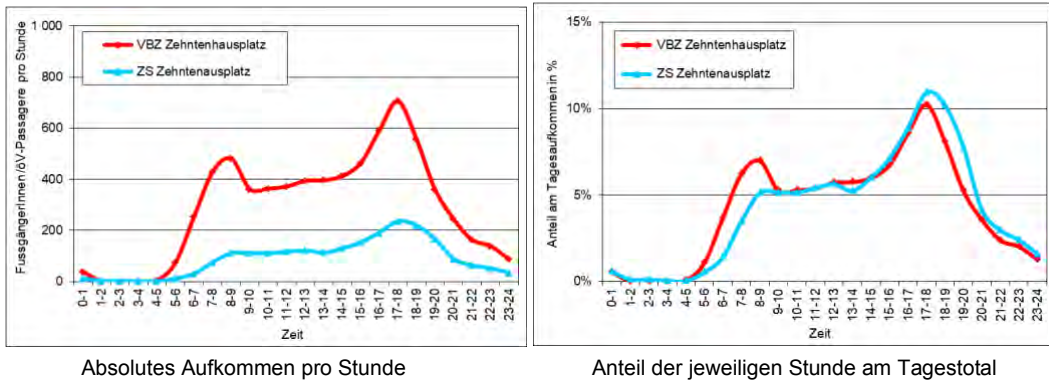


Abb. 42 Tagesganglinien der Ein- und Aussteigenden an der VBZ-Haltestelle Zehntenhausplatz von Montag-Donnerstag und der nahegelegenen Fussverkehrs-Zählstelle (Montag-Freitag) (Daten VBZ [45] und Stadt Zürich[46])

Bei anderen Zählstellen gibt es nur eine teilweise oder gar nur geringe Übereinstimmung wie z. B. an der VBZ-Haltestelle Bristen- und der Zählstelle Altstetterstrasse sowie an der Haltestelle Sihlpost und der Zählstelle Militärbrücke.

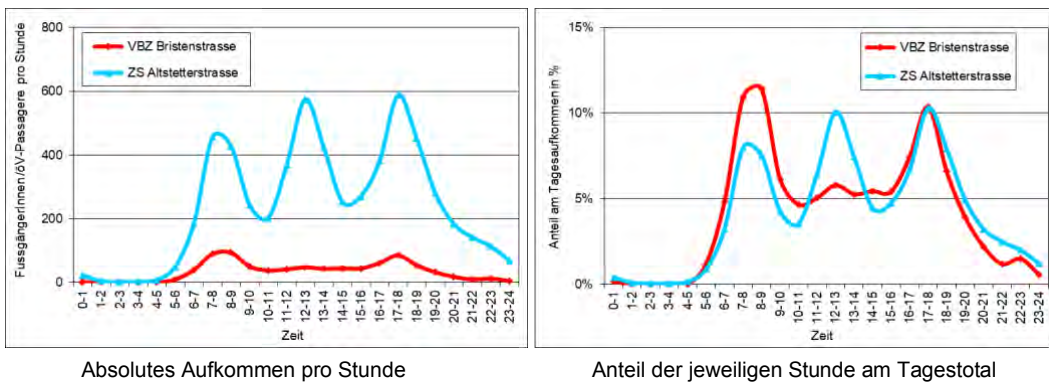


Abb. 43 Tagesganglinien der Ein- und Aussteigenden an der VBZ-Haltestelle Bristenstrasse (Mo-Do) und der nahegelegenen Fussverkehrs-Zählstelle Altstetterstrasse (Mo-Fr) (Daten VBZ [45] und Stadt Zürich[46])

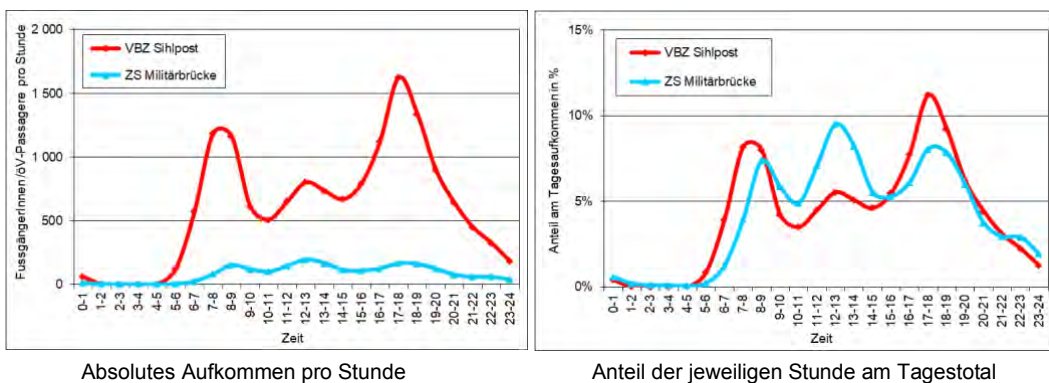


Abb. 44 Tagesganglinien der Ein- und Aussteigenden an der VBZ-Haltestelle Sihlpost (Mo-Do) und der nahegelegenen Fussverkehrs-Zählstelle Militärbrücke (Mo-Fr) (Daten VBZ [45] und Stadt Zürich[46])

Während die Übereinstimmung dort am grössten zu sein scheint, wo es keine anderen Nutzungen oder wo es viele öV-Linien gibt, lässt sich auch dort nicht direkt von der Ganglinie auf das absolute Aufkommen schliessen. Dies kann stark differieren. Beim Tagesgang gibt es z. B. teilweise grössere Abweichungen bei der Mittagsspitze.

Fazit: Aus den hier dargestellten Ergebnissen lässt sich zumindest in einem innerstädtischen Kontext das Fussverkehrs-Aufkommen bzw. der Tagesgang in der Nähe von Haltestellen des öffentlichen Verkehrs nicht direkt aus der Zahl der Ein- und Aussteigenden ableiten. Ob dies an einer einzelnen Haltestelle in einem Aussenquartier oder im ländlichen Raum möglich wäre, müsste näher untersucht werden.

4 Typenganglinien und Hochrechnungsfaktoren

4.1 Einleitung

4.1.1 Ausgangslage und Ziel

Bisher ist in der Praxis wenig über die Ganglinien des Fussverkehrs bekannt. Häufig wird in Ermangelung von Werten auf jene anderer Verkehrsmittel, insbesondere des MIV zurückgegriffen. Ziel dieses Projektteils ist es deshalb, praxisrelevante Erkenntnisse zu Ganglinien des Fussverkehrs zu ermitteln. Dabei wird auf zwei Datenquellen zurückgegriffen: a) die Daten des Mikrozensus «Mobilität und Verkehr» (MZMV) von 2015 sowie b) die Daten von Fussverkehrszählgeräten in verschiedenen Städten der Schweiz.

Die Daten werden dahingehend analysiert, ob und wie sie sich nach Wegzweck (Arbeit, Ausbildung, Einkauf, Freizeit), Urbanisierungsgrad (Stadt, Agglomeration, Land), Sprachregion (Deutschschweiz, Romandie, Tessin) sowie nach Wetter und Jahreszeit unterscheiden. Daraus kann abgeleitet werden, wie homogen bzw. heterogen die Ganglinien des Fussverkehrs sind und ob daraus verallgemeinerbare Aussagen z. B. für Hochrechnungsfaktoren ableitbar sind. Im Idealfall können aus den typisierten Ganglinien so etwas wie Normganglinien des Fussverkehrs werden.

Ein wichtiges Ziel dieses Arbeitsschrittes ist es denn auch, praxisnahe Hochrechnungsfaktoren für kurzzeitige (manuelle) Zählungen zur Verfügung zu stellen. Im SVI-Projekt 2001/503 (Zweibrücken et al. 2005 [52]) wurden solche Hochrechnungsfaktoren anhand von manuellen Zählungen definiert. Damit mussten diese Berechnungen auf einer schmalen Datenbasis erfolgen, konnten aber auf Erfahrungen früherer Erhebungen aufbauen. Vor allem dank der automatischen Fussgängerzählungen in verschiedenen Städten der Schweiz besteht nun eine verbesserte Datenbasis, die für die Prüfung und Verifizierung der bisherigen Hochrechnungsfaktoren genutzt werden kann.

4.1.2 Vorgehen

Abb. 45 illustriert die mit diesem Projektteil verknüpften Ziele und zu gewinnenden Einsichten (OUTPUT), die verwendeten Datengrundlagen (INPUT) und das Vorgehen (ANALYSE).

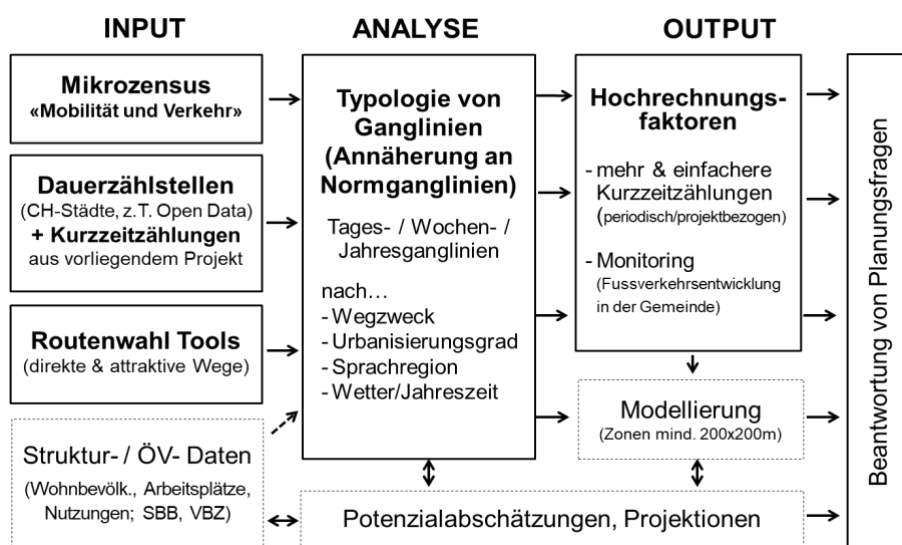


Abb. 45 Datengrundlagen (INPUT), Ziele (OUTPUT) und Vorgehen (ANALYSE)

Datengrundlagen (INPUT)

Für die Analyse der Ganglinien wird auf zwei Haupt-Datenquelle zurückgegriffen. Es sind dies die:

- a) Daten des MZMV von 2015 (BFS/ARE 2017). Es sind dies die derzeit letztverfügbaren Daten aus dieser Erhebung.
- b) Daten von Dauerzählstellen des Fussverkehrs in verschiedenen Städten der Schweiz (Basel, Biel, St. Gallen und Zürich) sowie die Zählraten aus kurzzeitigen Erhebungen wie sie vor allem in diesem Projekt durchgeführt werden. Letztgenannte Daten werden vor allem qualitativ berücksichtigt.

Darüber hinaus werden zwei weitere Datenquellen einbezogen:

- c) Für eine Spezialanalyse wurden auch die Routenwahl-Instrumente wie sie in Apps verwendet werden am Beispiel der Stadt Zürich als Datengrundlage eingesetzt. Dabei werden direkte bzw. attraktive Wege unterschieden. Siehe hierzu die Analyse in Kapitel 4.5.
- d) In einer Pilotstudie im Kanton St. Gallen wurden auch Strukturdaten auf eine mögliche Nutzung geprüft, ebenso Daten der Verkehrsbetriebe Zürich in der Nähe von Dauerzählstellen. Dieser Ansatz wurde aber nicht vertieft und wird insbesondere nun in einem separaten SVI-Projekt mit dem Titel „Methoden zur analytischen Ermittlung von streckenbezogenen Fussverkehrsmengen“ (SVI 2019/007) bearbeitet.

Erarbeitung einer Typologie von Ganglinien als Annäherung an Normganglinien (ANALYSE)

Auf Basis der obigen Datengrundlagen wird untersucht, ob sich eine Typologie von Ganglinien erstellen liesse. Dazu werden jeweils ein Tages-, Wochen- und Jahresgang nach Wegzweck, Urbanisierungsgrad, Sprachregion sowie Wetter und Jahreszeit erstellt und analysiert. Neben dem Versuch, eine Typologie zu finden, steht die Frage im Vordergrund, ob es relevante Unterschiede zwischen den Ganglinien gibt, die bei den Hochrechnungsfaktoren zu berücksichtigen sind.

Hochrechnungsfaktoren und weitere mögliche Anwendungen der Analyse (OUTPUT)

Das Hauptziel der Untersuchungen besteht darin, aus den Ganglinien praxistaugliche Hochrechnungsfaktoren für den Fussverkehr abzuleiten. Sie würden es im Planungsalltag erlauben, mit einfachen Mitteln periodische oder projektbezogene Kurzzeitzählungen durchzuführen und die gewonnenen Werte relativ zuverlässig auf den Tag, die Woche bzw. das Jahr hochzurechnen. Eine breitere Datengrundlage in der jeweiligen Gemeinde würde es zudem langfristig möglich machen, die Entwicklung des Fussverkehrs besser abschätzen zu können und ein Monitoring einzurichten.

Auf allgemeinerer Basis liessen sich mit den zusätzlich gewonnenen Daten auch eine Modellierung des Fussverkehrs ins Auge zu fassen und damit Potenzialabschätzungen und Projektionen vorzunehmen. Denn Zählungen des vorhandenen Fussverkehrs haben immer die Einschränkung, dass aus ihnen kaum zuverlässige Prognosen abgeleitet werden können. Der Verkehrsforscher Hermann Knoflacher hat das mal sehr schön auf den Punkt gebracht, indem er gesagt hat, der Bedarf nach einer Brücke lasse sich nicht daraus ableiten, wie viele Menschen durch den Fluss schwämmen.

Insgesamt dürften sich mit der Ganglinien-Typologie (Normganglinien) und den Hochrechnungsfaktoren sowie zukünftigen Modellierungen und Potenzialabschätzungen bessere Grundlagen für die Beantwortung von konkreten Planungsfragen in der Praxis ergeben.

4.2 Typenganglinien anhand des Mikrozensus „Mobilität und Verkehr“

4.2.1 Ziel und Vorgehen

Ziel dieses Analyseschritts ist es, die Ganglinien des Fussverkehrs auf Basis des MZMV nach verschiedenen Kriterien darzustellen. Damit soll ein differenziertes Bild über den Tagesverlauf des Fussverkehrs erstellt und zugleich der Vergleich mit den Werten der Zählstellen in Kapitel 4.3 vorbereitet werden.

Die Tagesganglinien werden nach folgenden Kriterien aufbereitet:

- Vergleich der Tagesganglinie des Fussverkehrs mit jenen anderer Verkehrsmittel.
- Fussverkehrs-Aufkommen und Anteile über den Tag nach Alter, Wochentag, Wegzweck und Urbanisierungsgrad, Sprachregion, Jahreszeit und Wetter.
- Detailanalyse der Ganglinien nach einzelnen Zwecken, insbesondere Arbeit, Ausbildung, Einkauf sowie Freizeit (Erholung und Ausgang).
- Analyse des Wettereinflusses auf die verschiedenen Wegzwecke.
- Überlagerung von Wegzwecken: Erscheinungsbild der Ganglinien, wenn verschiedene Wegzwecke miteinander vermischt sind.
- Wochenganglinie und Jahreganglinie – jeweilige Anteile der Wochentage am Total der Woche bzw. des jeweiligen Monats am Total des Jahres.

Die Daten werden auf zwei verschiedene Arten ausgewertet und dargestellt:

a) Der Anteil der Bevölkerung, der zur jeweiligen Stunde zu Fuss unterwegs ist. Methodisch ist es dabei unerheblich, ob eine Person in der gleichen Stunde einmal für 20 Minuten oder vier Mal für je 5 Minuten unterwegs war. Wenn sie in der gleichen Stunde zudem sowohl zu Fuss wie mit einem anderen Verkehrsmittel unterwegs war, wird sie bei beiden in der Ganglinie berücksichtigt.

b) Auf Basis der unter a) ermittelten Werte werden die Anteile der jeweiligen Stunde am Tagestotal bestimmt. Dies soll den Tagesgang mit den Zählstellen-Daten vergleichbar machen. Die Vergleichbarkeit ist nicht ganz eins zu eins gegeben, da an einer Zählstelle jemand in kurzer Zeit zwei oder gar mehrere Mal vorbeigehen kann und dabei auch zwei bzw. mehrere Male gezählt wird während in der Mikrozensus-Analyse, wie oben erwähnt, die Person pro Stunde nur einmal berücksichtigt wird.

Da die geplanten Hochrechnungsfaktoren möglichst für alle Gebiete gelten sollen, wird in erster Linie geprüft, ob und wenn ja, inwieweit sich die Ganglinien nach den oben genannten Kriterien unterscheiden. Dabei ist beim Abgleich mit den Zählstellen zu berücksichtigen, dass die meisten bestehenden Zählstellen in grösseren Städten liegen. Ebenso wichtig ist der genaue Standort der jeweiligen Zählstelle im lokalen Kontext, also ob sie durch bestimmte Nutzungen wie z. B. Einkaufsläden, eine öV-Haltestelle, eine Schule oder andere Faktoren beeinflusst wird. Diese Nutzungen haben meist einen bedeutenden Einfluss auf die jeweilige Zusammensetzung der PassantInnen und deren Wegzwecke.

Datenquellen

Als Datenbasis der Analyse dient der Rohdatensatz des MZMV von 2015 (BFS/ARE 2017 [9]). Es handelt sich dabei um die zurzeit neusten verfügbaren Daten. Die Rohdaten wurden vom Bundesamt für Statistik geliefert.

Datenaufbereitung

Die Rohdaten wurden mittels SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) so aufbereitet, dass neben den Ganglinien auch diverse weitere Variablen zur Auswertung zur Verfügung standen, insbesondere zu den Wegzwecken, zum Urbanisierungsgrad und der Sprachregion sowie zu Jahreszeiten und Wetter.

Datenauswertung und -darstellung

Um die Daten der Mikrozensus-Auswertungen einfach und schnell von den Resultaten der Zählstellen (im folgenden Kapitel) zu unterscheiden, werden sie unterschiedlich dargestellt. Die Linien zwischen den Werten im MZMV sind gerade, womit die Darstellung „kantig“ wirkt, während die Linien bei den Zählresultaten „geschwungen“ und „rund“ erscheint. Die Aussage ist bei beiden jedoch die gleiche, es ist nur eine graphische Unterscheidung.

Zu beachten ist, dass verschiedene Skalen zur Anwendung kommen, um den Tagesverlauf besser sichtbar zu machen. Dies geht allerdings auf Kosten der Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Darstellungen.

Die Darstellung erfolgt in der oben erwähnten Unterscheidung von Anteilen an der Bevölkerung, die zur jeweiligen Stunde zu Fuss unterwegs ist (jeweils linke Darstellung) und dem Anteil der jeweiligen Stunde am Tagesaufkommen (jeweils rechte Darstellung).

4.2.2 Tagesganglinien des Fussverkehrs nach verschiedenen Kriterien

Tagesganglinie des Fussverkehrs im Vergleich zu anderen Verkehrsmitteln

Die Tagesganglinie des Fussverkehrs zeigt ab 7 Uhr morgens bis 17 Uhr abends das prozentual höchste Aufkommen der Bevölkerung im Vergleich zu den anderen Verkehrsmitteln. Während der MIV eine ausgeprägte Abendspitze aufweist und der öV je eine etwa gleich grosse Morgen- wie Abendspitze zeigt, ist das Aufkommen des Fussverkehrs auch über Mittag anteilmässig relativ hoch. Dies dürfte einerseits auf die Schulwege und andererseits auf die Wege in die Mittagspause der Arbeitnehmenden zurückzuführen sein.

Misst man den Anteil der jeweiligen Stunden am Tagesverkehr fallen die deutlichen Morgen- und Abendspitzen des öV noch stärker auf. Auch der Veloverkehr weist dann grosse Anteile auf. Zudem hat dieser aber auch über Mittag einen Doppelgipfel, was vermutlich auf die Schulwege mit dem Velo zurückzuführen ist. Beim Fussverkehr sind die Stundenanteile über den Tag stärker ausgeglichen als bei allen anderen Verkehrsmitteln.

Die Darstellungen basieren auf der gesamten Bevölkerung der Schweiz und allen Wegzwecken.

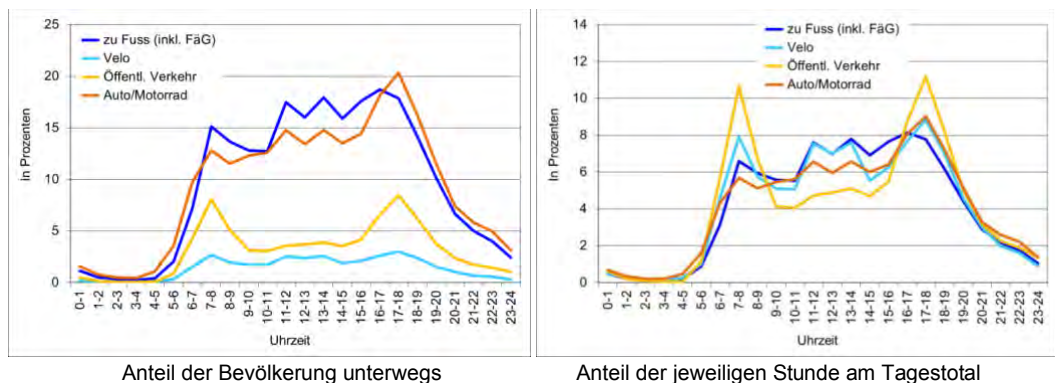


Abb. 46 Tagesganglinie des Fussverkehrs im Vergleich zu anderen Verkehrsmitteln; links: Anteil der Bevölkerung, der zur jeweiligen Stunde mit dem angegebenen Verkehrsmittel unterwegs ist; rechts: Anteil der jeweiligen Stunde am Tagesaufkommen (2015)

Tagesganglinie nach Wochentag

Von Montag bis Freitag zeigt der Fussverkehr im Durchschnitt eine deutliche Morgen-, Mittags- und Abendspitze. Dabei ist die Morgenspitze auf die Stunde von 7 bis 8 Uhr konzentriert. Am Mittag gibt es einen Doppelgipfel, d. h. je einen von 11 bis 12 Uhr und einen von 13 bis 14 Uhr. Am Abend erstreckt sich die Spitze über zwei Stunden von 16 bis 18 Uhr. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Werktagen sind eher gering.

Samstag und Sonntag zeigen ein anderes Muster, das sozusagen antizyklisch zur restlichen Woche verläuft: die Aufkommensspitzen liegen jeweils am Vormittag und Nachmittag, wobei am Samstag die Anteile vormittags früher ansteigen und am Nachmittag später zurückgehen als am Sonntag.

Die vormittägliche Spitze ist zudem am Samstag grösser als am Sonntag, am Nachmittag ist es genau umgekehrt. Am Freitag- sowie Samstagabend sieht man jeweils leicht überdurchschnittliche Aufkommen nach 21 Uhr, am Sonntag sinkt der Anteil der Bevölkerung, der noch unterwegs ist, am Nachmittag stärker ab als an den anderen Wochentagen.

Beim Anteil der jeweiligen Stunden fällt vor allem die hohe Konzentration des Fussverkehrsaufkommens am Sonntagnachmittag auf.

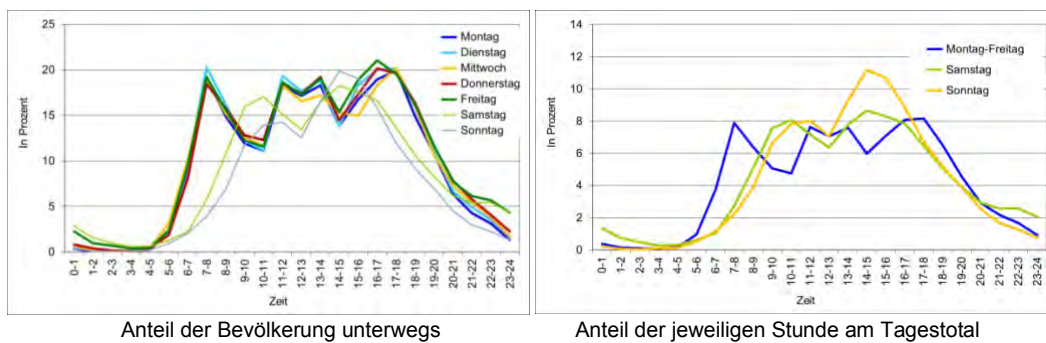


Abb. 47 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Wochentagen (gesamte Bevölkerung, alle Wegzwecke 2015)

Tagesganglinie nach Urbanisierungsgrad

In den Städten ist über den ganzen Tag hinweg ein grösserer Anteil der Bevölkerung zu Fuss unterwegs als in den Agglomerationen und auf dem Land. Der Tagesverlauf und auch die Anteile der jeweiligen Stunden am Tagestotal sind jedoch überall sehr ähnlich. Einzig auf dem Land flacht die Kurve am späteren Nachmittag etwas früher ab als in den anderen Gebieten.

Speziell ausgewiesen ist der Durchschnitt der grösseren Deutschschweizer Städte: Basel, Bern, Biel, Winterthur, Luzern, St. Gallen und Zürich, da die meisten Zählungen zurzeit hier stattfinden. Die Mikrozensus-Daten zeigen, dass der Anteil der zur jeweiligen Stunde mobilen Bevölkerung in den grösseren Städten nochmals leicht höher liegt als im Gesamt der Städte, zu denen im Schweizer Kontext auch kleinere Orte zählen. Dies gilt vor allem für die Abendspitze, den Vormittag über sowie über Mittag, wo der Anteil der Bevölkerung, die zu Fuss unterwegs ist, kaum zurückgeht. Wenn man allein die Innenstädte anschaut – die Datenbasis dazu ist im MZMV leider gering – so zeigen sich jedoch Unterschiede, z. B. bei den Einkaufsgewohnheiten am Samstag, die eher nachmittags als vormittags stattfinden. Dann kommen auch die Leute von den Aussenquartieren und anderen Gemeinden in die Innenstädte. Dies wird auch bei den Ganglinien der Zählgeräte deutlich, wie in Kapitel 4.3 dargestellt.

Aufgrund der ähnlichen Stundenanteile über den ganzen Tag, dürften auch die Hochrechnungsfaktoren in allen Gebieten gleich hoch sein. Der lokale Einfluss einer Zählstelle dürfte grösser sein als das Gesamtbild. Die Stunden mit der höchsten Übereinstimmung in allen Gebieten sind jene von 10 bis 11 Uhr und von 16 bis 17 Uhr. Das waren bisher auch die Stunden, die für die Hochrechnungsfaktoren als massgebend empfohlen worden sind (Zweibrücken et al. 2005 [52] sowie Kapitel 4.4.2 und 4.4.7).

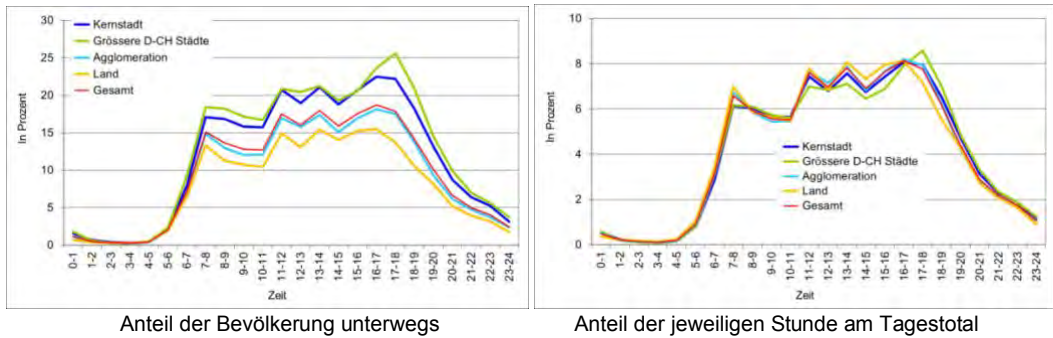


Abb. 48 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Urbanisierungsgrad (gesamte Bevölkerung, alle Wegzwecke 2015)

Tagesganglinie nach Sprachregion

In der Romandie ist der Anteil der Bevölkerung, die zur jeweiligen Stunde unterwegs ist, meist höher als in der Deutschschweiz, die Anteile der Stunden am Tagestotal sind jedoch praktisch identisch. Ein anderes Muster zeigt das Tessin. Hier scheint die Bevölkerung vor allem am Vormittag anteilmässig häufiger zu Fuss unterwegs zu sein als in den anderen Sprachregionen, am späteren Nachmittag nimmt der Anteil jedoch stärker ab. Dieses Muster zeigt sich auch in Bezug auf die Anteile der jeweiligen Stunden am Tagestotal.

Die Hochrechnungsfaktoren in der Deutschschweiz und der Romandie dürften also praktisch identisch verwendet werden. Hingegen ist im Tessin je nach Tageszeit Vorsicht geboten. Am nächsten kommt das Tessin den anderen Sprachregionen bei den Stundenanteilen am Nachmittag zwischen 14 und 17 Uhr. Weniger vergleichbar ist die sonst häufig gute Stunde zwischen 10 und 11 Uhr vormittags.

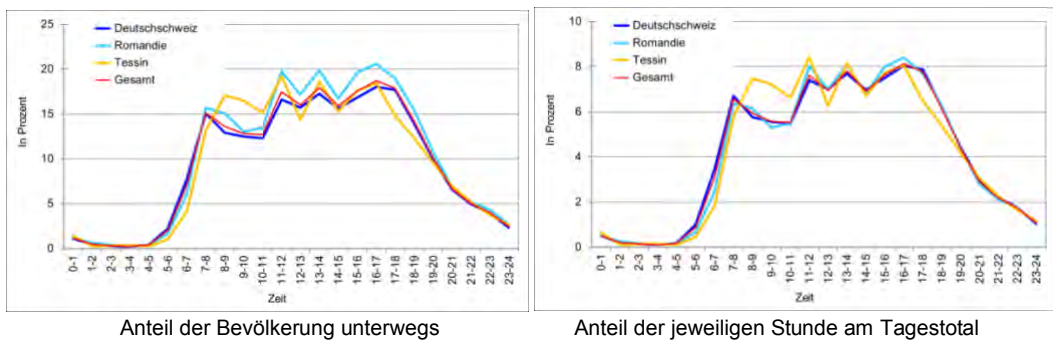


Abb. 49 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Sprachregion (gesamte Bevölkerung, alle Wegzwecke 2015)

Tagesganglinie nach Jahreszeit

Im Vergleich der Jahreszeiten ist der Anteil der Bevölkerung, die zu Fuss unterwegs ist, vor allem im Sommer ab der Mittagszeit bis am frühen Abend deutlich geringer als in den anderen Jahreszeiten. Dafür ist in den Abendstunden ein etwas höherer Anteil der Menschen unterwegs. Der Winter weist die höchste Mittagsspitze auf, Herbst und Frühling die höchsten Abendspitzen. Die Unterschiede sind allerdings nicht sehr gross.

Für die Berechnung von Hochrechnungsfaktoren an den Zählstellen ist relevant, dass die Stundenanteile über die Jahreszeiten am Vormittag, insbesondere in der Stunde von 10 bis 11 Uhr, sowie am frühen Abend zwischen 16 und 18 Uhr nahe beieinanderliegen.

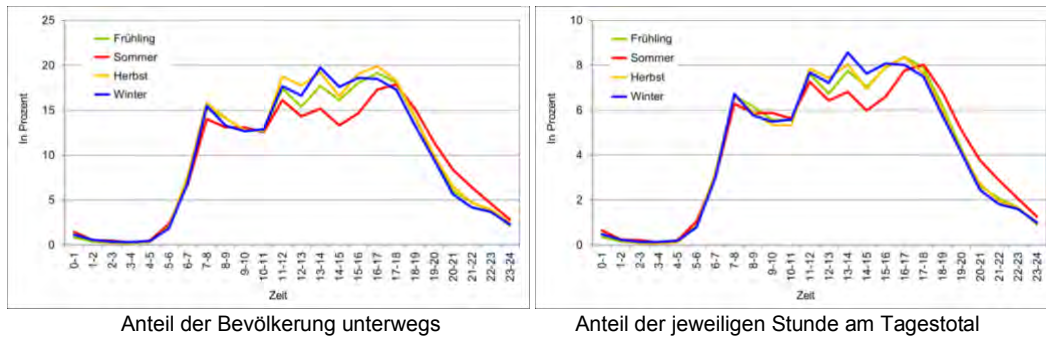


Abb. 50 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Jahreszeiten (gesamte Bevölkerung, alle Wegzwecke 2015)

Tagesganglinie nach Wetter

Darüber, ob und inwieweit das Wetter den Tagesgang des Fussverkehrs beeinflusst, wird immer wieder spekuliert. Die Daten des MZMV von 2015 legen nahe, dass vor allem Regen und Schnee einen gewissen Einfluss auf den Anteil der Bevölkerung, die zur jeweiligen Stunde unterwegs ist, hat. Dies vor allem am Nachmittag. Wie unten bei den einzelnen Zwecken noch gezeigt wird, hängt dies hauptsächlich mit den Einkaufs-Freizeitwegen zusammen. Das heisst, der Einfluss des Wetters ist vor allem bei diesen Aktivitäten spürbar. Plausibel erscheint auch, dass der Anteil der mobilen Bevölkerung bei Sonnenschein und leichter Bewölkung etwas grösser ist.

Allerdings sind die Daten mit Vorsicht zu geniessen. Denn die Wetterwerte sind im MZMV nur pro Tag vorhanden. Ob dann aber zur jeweiligen Stunde die Sonne schien oder gerade ein Gewitter niederging, lässt sich aus den Daten nicht ersehen. Sie sind deshalb nur als grobe Annäherung zu verstehen. Zugleich ist Schnee im Flachland sehr selten und in den Bergen gehört er zum Alltag, so dass er kaum einen wesentlichen Einfluss haben dürfte.

In Bezug auf die Hochrechnungsfaktoren ist festzustellen, dass die Zeiten zwischen 10 und 11 Uhr eine relativ grosse Übereinstimmung zwischen den Wetterlagen zeigen. Zugleich ist es so, dass kaum je bei Regen oder Schnee gezählt wird und bei den anderen Wetterlagen die Unterschiede in den Stunden zwischen 16 und 18 Uhr relativ gering sind.

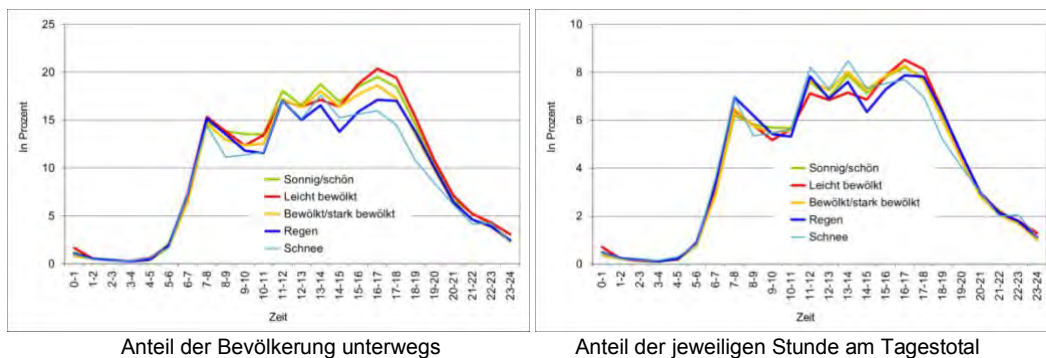


Abb. 51 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Wetter (gesamte Bevölkerung, alle Wegzwecke 2015)

Tagesganglinie nach Wegzweck

Für die Analyse nach Wegzwecken wurden nur die Hauptzwecke: Arbeit, Ausbildung, Freizeit und Einkauf berücksichtigt. Nicht einbezogen wurden Service- und Begleit- sowie geschäftlich-dienstliche Wege.

Zwischen den einzelnen Zwecken ergeben sich jeweils deutlich unterschiedliche Tagesganglinien. Am Ähnlichsten sind sich die Arbeits- und Ausbildungswege, wobei die Arbeitswege früher am Tag beginnen und später enden. Sichtbar wird ebenfalls, wie die

Ausbildungswege über Mittag zweigipflig sind, während die Arbeitswege nur eine Spitze zwischen 13 und 14 Uhr aufweisen, wenn die Menschen wieder an ihre Arbeitsplätze zurückkehren (der Hinweg in die Mittagspause ist meist ein Einkaufs- oder Freizeitweg).

Die Einkaufswege haben ihre jeweils flachen Spitzen am Vormittag und in einem etwas geringeren Ausmass am Nachmittag. Dann ziehen sich die Einkaufswege bis in den frühen Abend hinein. Nochmals anders geartet sind die Freizeitwege, wobei darunter sowohl Wege zur Erholung draussen (z. B. als Spaziergang) wie auch der Besuch von Gastronomie und Freunden dazu zählt. Zudem gibt es hier starke Unterschiede nach Werk- und Wochenendtagen. Bei den einzelnen Zwecken weiter unten, wird der Freizeitverkehr noch etwas weiter differenziert. Insgesamt weisen die Freizeitwege den höchsten Anteil der jeweils mobilen Bevölkerung auf, das Aufkommen verteilt sich aber stärker über den ganzen Tag als dies bei den anderen Wegzwecken der Fall ist.

Im Normalfall finden sich auf den meisten Wegabschnitten einer Stadt Mischformen aus einzelnen Wegzwecken. Entsprechend fällt dann auch die Ganglinie aus. Für die Hochrechnungsfaktoren ist wiederum interessant, dass sich die meisten Linien in der Stunde zwischen 17 und 18 Uhr schneiden bzw. überlagern, also den gleichen Anteil am Tagesaufkommen aufweisen. Besondere Beachtung ist den Hochrechnungsfaktoren dann zu schenken, wenn auf monofunktionalen Wegen gezählt wird, also z. B. in der Nähe eines Schulhauses ohne weitere Nutzung in der Umgebung oder auf reinen Erholungswegen.

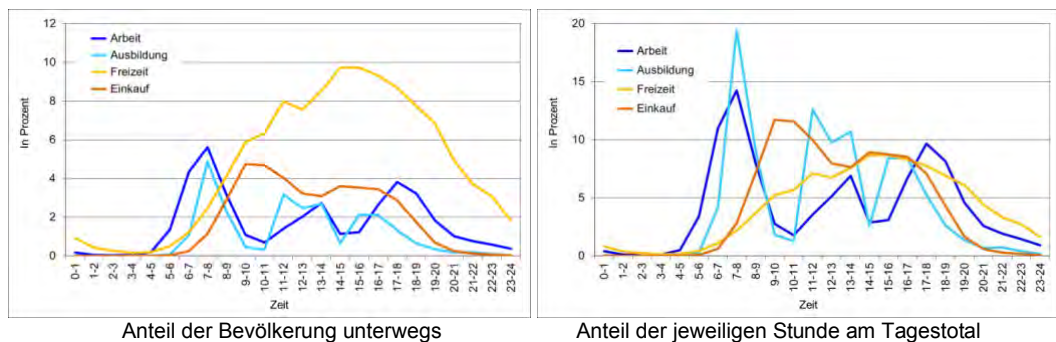


Abb. 52 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Wegzwecken (gesamte Bevölkerung, 2015)

Tagesganglinie nach Altersgruppen

Die Mobilitätsmuster der Bevölkerung unterscheiden sich je nach Alter stark. Das hat vorwiegend mit den im jeweiligen Altersabschnitt hauptsächlich verfolgten Aktivitäten und Wegzwecken zu tun. Deutlich sichtbar ist der Tagesrhythmus der Schulkinder bis 17 Jahren, der vor allem von den Ausbildungswegen bzw. dem Stundenplan geprägt wird – mit einer markanten Morgenspitze, einem Doppelgipfel über Mittag und einer etwas breiteren Abendspitze.

Fast schon antizyklisch dazu verläuft der Tagesgang bei den SeniorInnen (65 Jahre und älter). Anteilsmässig am meisten Personen dieser Altersgruppe sind vormittags und nachmittags unterwegs, je etwa gleich verteilt. Am Abend flacht ihre Verkehrsteilnahme früher ab als bei allen anderen Altersgruppen.

Der Tagesrhythmus der 26- bis 65-jährigen Bevölkerung ist im Vergleich zu den anderen Altersgruppen relativ ausgeglichen. Er beginnt mit einer eher flachen Morgenspitze, einer etwas höheren, aber ebenfalls flachen Mittagsspitze und einer nochmals leicht höheren Abendspitze. Die jungen Erwachsenen zwischen 18 und 25 Jahren, die teilweise studieren und teilweise schon im Arbeitsprozess drin sind, liegen zwischen dem Muster der Schulkinder und jener der Arbeitsbevölkerung.

An den Zählstellen wird das Alter zwar (meist) nicht erhoben, aber die Darstellung gibt Hinweise darauf, wie stark der Tagesgang beeinflusst sein kann, wenn gewisse

Bevölkerungsgruppen in der Nähe einer Zählstelle unterwegs sind, z. B. wenn ein Schulhaus oder ein Altersheim in unmittelbarer Nähe liegt.

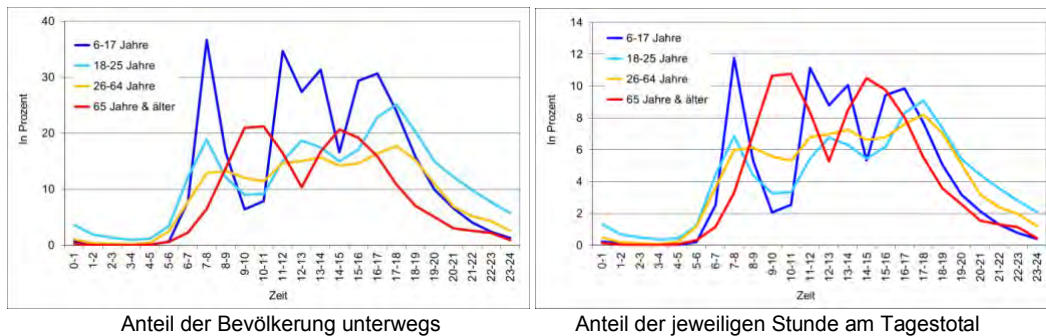


Abb. 53 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Altersgruppen (alle Wegzwecke 2015)

4.2.3 Tagesganglinien des Fussverkehrs nach Wegzwecken im Detail

Arbeitswege

Zur Tagesganglinie bei den Arbeitswegen ist nicht viel mehr zu sagen als bereits erwähnt worden ist. Es wird deutlich, dass sich die Wege hauptsächlich auf die Werktage von Montag bis Freitag konzentrieren, wenn anteilmässig die meisten Personen zu Fuss zur und von der Arbeit unterwegs sind. Die Aufkommensspitze am Morgen ist ein markantes Charakteristikum dieses Wegzwecks, ebenso die leicht schiefe Verteilung am Mittag, wenn die Menschen an ihren Arbeitsplatz zurückkehren. Der Abend zeigt eine etwas grössere Streuung als der Morgen; die Anteile am Freitagabend sind leicht niedriger als an den anderen Wochentagen.

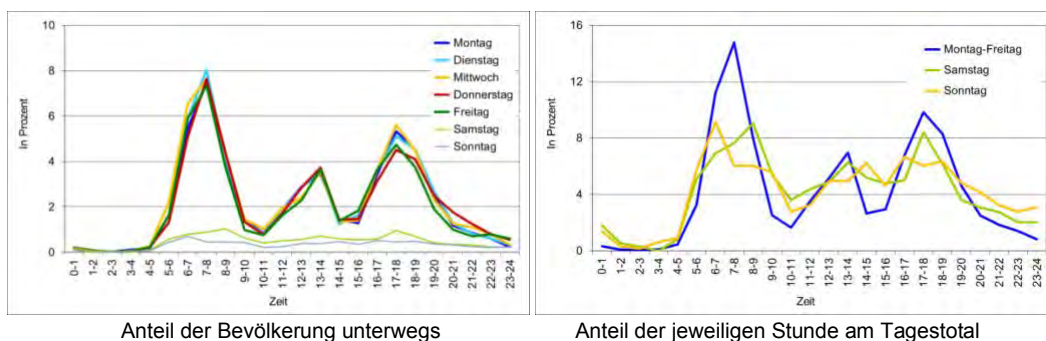


Abb. 54 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Wegzweck „Arbeit“ und Wochentag (gesamte Bevölkerung 2015)

In den Städten ist der Anteil der Bevölkerung auf Arbeitswegen grösser als in den Agglomerationen und auf dem Land, in Bezug auf die Stundenanteile am Tagestotal ergeben sich jedoch kaum Unterschiede. Einzig auf dem Land setzt die Mittagsspitze bereits zwischen 11 und 12 Uhr ein und dauert im Gegensatz zu den anderen Gebieten zwei Stunden. Die Werte am Vormittag sowie zwischen 16 und 18 Uhr sind aber gut vergleichbar.

Bei den Sprachregionen gleichen sich die Romandie und die Deutschschweiz sehr stark, das Tessin zeigt ein etwas anderes Muster mit einem späteren Arbeitsbeginn am Morgen, einer höheren Mittagsspitze und einem früheren Rückgang des Aufkommens am Abend. Die Stunden zwischen 10 und 11 Uhr sowie zwischen 16 und 17 Uhr sind aber gut zwischen allen Sprachregionen vergleichbar.

Ausbildungswege

Charakteristisch für die Ausbildungswege sind die grosse Homogenität der Morgenspitze über alle Werktage, die zweigipflige Mittagsspitze – mit je einem Rück- und wieder Hinweg – sowie die etwas kleinere Spitze am Nachmittag, die sich zwischen 15 und 17 Uhr erstreckt. Der Mittwoch mit dem schulfreien Nachmittag weicht von den übrigen Werktagen ab. Samstag und Sonntag findet normalerweise kein Schulunterricht statt.

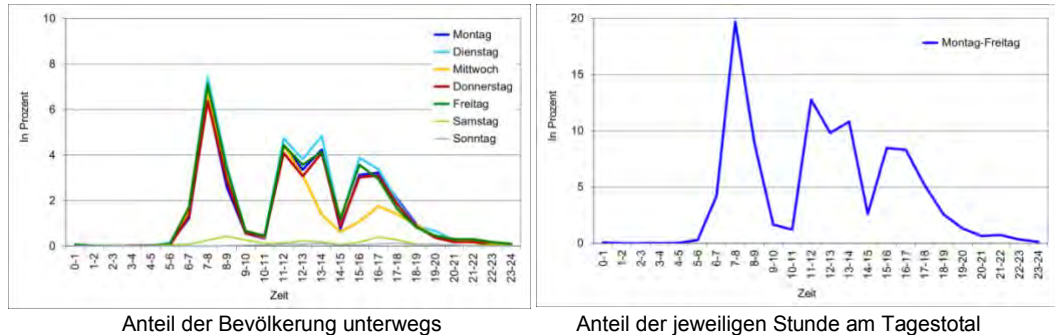


Abb. 55 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Zweck „Ausbildung“ und Wochentag (alle Altersgruppen bzw. Ausbildungsstufen 2015)

Ein Vergleich zwischen den einzelnen Altersgruppen bzw. Schulstufen zeigt grosse Unterschiede des Tagesgangs. Die PrimarschülerInnen starten am Morgen zum Teil etwas später und haben am Mittag häufiger nur einen Rückweg und kehren am Nachmittag früher zurück als die SekundarschülerInnen. Im Gymnasialalter ist die Mittagsspitze nur noch gering, dafür sind Morgen- und Abendspitze ausgeprägter. Noch mehr gilt das für die 20- bis 25-Jährigen in Ausbildung. In Bezug auf den durchschnittlichen Tagesgang treffen sich die Stundenanteile aller Altersgruppen am besten zwischen 14 und 15 Uhr. Zu beachten ist, dass jeweils am Vormittag zwischen 9 und 11 Uhr praktisch keine Schulwege stattfinden. Eine Erhebung zu diesen Zeiten bildet also keine SchülerInnen ab.

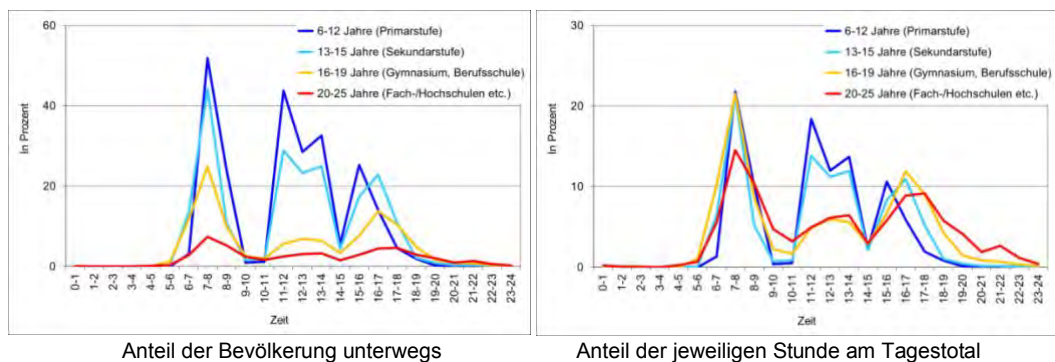


Abb. 56 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Wegzweck „Ausbildung“ und Altersgruppe bzw. Ausbildungsstufe (nur die jeweiligen Altersgruppen, 2015)

Die Anteile der SchülerInnen unterwegs sowie die Stundenanteile am Tagesaufkommen sind in Stadt, Agglomeration und auf dem Land sehr ähnlich, einzig gegen Abend streut das Aufkommen leicht stärker. Bei den Schulkindern bis 15 Jahren gibt es auch leichte Unterschiede über den Mittag, allerdings ist keine Systematik festzustellen.

Sprachregional gibt es einige Unterschiede, v. a. über Mittag und am Nachmittag. Über Mittag ist die Zweigipfligkeit in der Romandie und dem Tessin deutlich ausgeprägter als in der Deutschschweiz und am Nachmittag kehren die Kinder im lateinischen Sprachraum später nach Hause zurück als ihre Deutschschweizer KollegInnen. Dies gilt vor allem für die Kinder zwischen 6 und 12 Jahren. Weshalb die Wege über Mittag in der lateinischen Schweiz so ausgeprägt sind, ist unklar, geht man doch im Allgemeinen davon aus, dass es im Tessin und der Westschweiz mehr Tagesschulen gibt.

Einkaufswege

Die Einkaufswege zu Fuss finden vor allem am Vormittag und am Nachmittag statt. Am Nachmittag ist die Aufkommensspitze weniger hoch und dauert bis in den frühen Abend hinein. Im Wochenvergleich ist der Anteil der Bevölkerung, der zum Einkaufen unterwegs ist, an den Samstagvormittagen am höchsten. Auch am Samstagnachmittag gibt es eine kleine Spitze, die allerdings früher als unter der Woche stattfindet. Am Sonntag sind deutlich geringere Anteile zum Einkaufen unterwegs. Die Anteile pro Stunde am Tagestotal reflektieren grösstenteils die Verteilung des mobilen Bevölkerungsanteils.

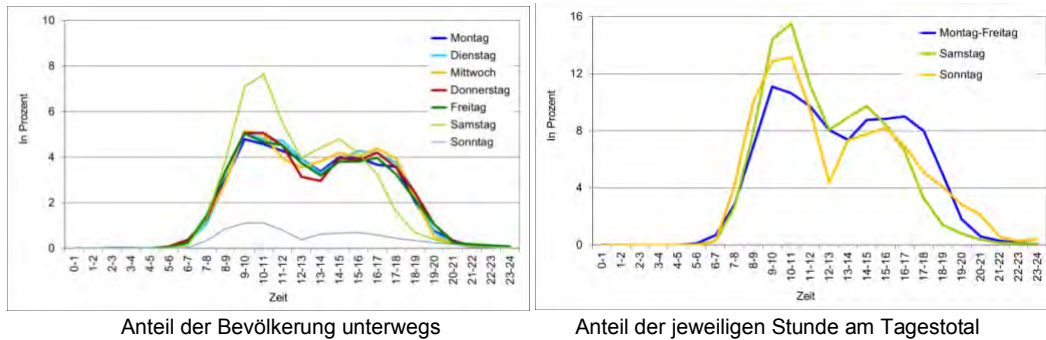


Abb. 57 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Wegzweck „Einkauf“ (gesamte Bevölkerung, 2015)

In der Kernstadt sind zu jeder Stunde am Tag anteilmässig am meisten Personen zu Fuss zum Einkaufen unterwegs. In den Agglomerationen und auf dem Land ist der Anteil jeweils stufenweise deutlich tiefer. In grösseren Städten ist die Abendspitze an Werktagen später (17-18 Uhr) als in den anderen Gebieten. Insgesamt sind die Anteile der Stunden am Tagestotal in allen Urbanisierungstypen praktisch identisch, nur über Mittag gibt es auf dem Land einen im Verhältnis zu den anderen Gebieten leicht grösseren Rückgang, was vermutlich mit den Schliessungszeiten der Läden zusammenhängt.

In der Romandie ist der Anteil der Bevölkerung, die zur jeweiligen Stunde einkauft, meist höher als in der Deutschschweiz, die Anteile der Stunden am Tagestotal ist jedoch praktisch identisch. Ein anderes Einkaufsmuster zeigt das Tessin. Hier scheint sich das Einkaufen vor allem auf den frühen Vormittag zu konzentrieren, fällt dann über Mittag stark ab (Siesta bzw. geschlossene Läden?) und steigt dann am Nachmittag auch nochmals etwas an. Der Anteil der Bevölkerung, der dann zu Fuss einkaufen geht, bleibt aber im Vergleich zur Deutschschweiz und zur Romandie deutlich niedriger.

Freizeitwege

Der mit Abstand höchste Anteil der Bevölkerung ist am Wochenende, v. a. am Sonntag zu Freizeitwecken zu Fuss unterwegs. Die jeweiligen Tagesspitzen werden zwischen 14 und 16 Uhr erreicht. Unter der Woche sind die Anteile gleichmässiger und breiter über den Nachmittag verteilt. Am späten Vormittag Zwischen 11 und 12 Uhr gibt es zudem eine kleine Spitze, was auf z. B. auf die Wege in die Mittagspause kurz vor 12 Uhr und auf Joggingaktivitäten zurückgeführt werden könnte. Am Freitagabend spät sowie in den frühen Morgenstunden am Samstag und Sonntag ist auch das Ausgehverhalten der Bevölkerung sichtbar. Gemessen am Tagestotal sind die Verteilungen von Montag bis Freitag sowie Samstag ähnlich, der Sonntag hebt sich davon deutlich ab. Besonders sichtbar wird der Rückgang der Stundenanteile ab dem frühen Abend, wenn die Leute von ihren Freizeitaktivitäten nach Hause zurückkehren.

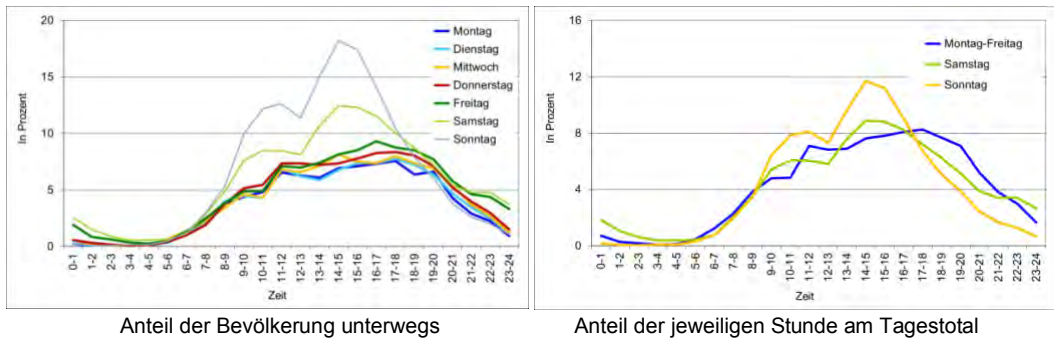
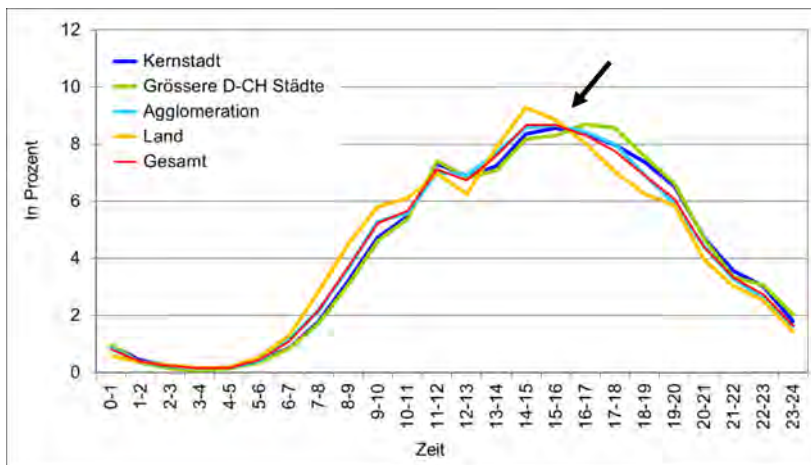


Abb. 58 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Wegzweck „Freizeit“ (gesamte Bevölkerung, 2015)

In der Kernstadt ist ein leicht grösserer Anteil der Bevölkerung über den Tag hinweg zu Fuss zu Freizeitzwecken unterwegs im Vergleich zu den Agglomerationen und dem Land. Die Mittags- und Abendspitzen sind am stärksten ausgeprägt, vor allem auch in den grösseren Deutschschweizer Städten. Dies ist vermutlich auf die oben erwähnten Wege in die Mittagspause zurückzuführen. Auf dem Land ist nicht nur diese Mittagsspitze, sondern auch das Aufkommen am Nachmittag geringer. Es kulminiert dort früh zwischen 14 und 15 Uhr und fällt kontinuierlich ab. In den grösseren Deutschschweizer Städten ist die Spitze in der zweiten Tageshälfte zwischen 16 und 18 Uhr deutlich später als in den anderen Gebieten. Die Stundenanteile über den Tag unterscheiden sich zwischen Stadt, Agglomeration und Land nur wenig. Einzig auf dem Land sind leichte Abweichungen nach oben und unten feststellbar. Zwischen 16 und 17 Uhr ist der Anteil am Tagesaufkommen in allen Gebieten praktisch identisch (siehe Pfeil in untenstehender Abbildung).



Anteil der jeweiligen Stunde am Tagestotal

Abb. 59 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Wegzweck „Freizeit“ und Urbanisierungsgrad (gesamte Bevölkerung, 2015)

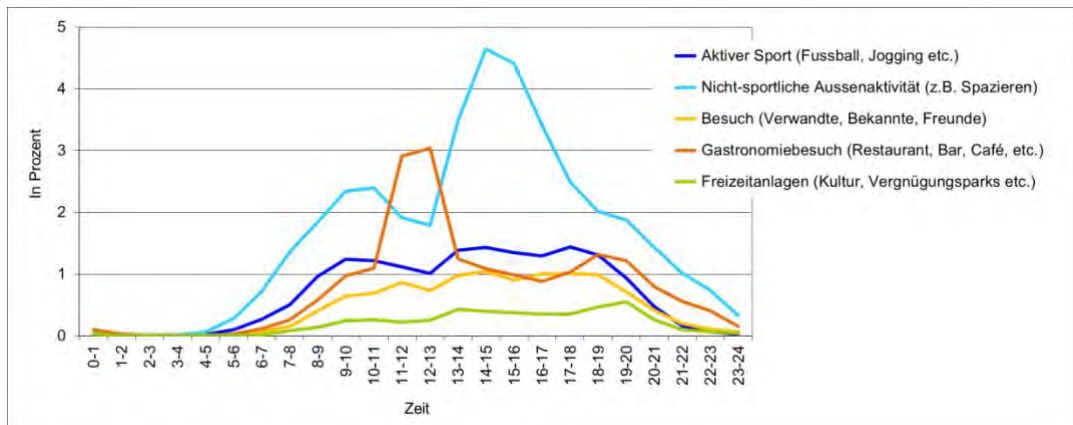
Zwischen der Deutschschweiz und der Romandie gibt nur sehr geringe Unterschiede in Bezug auf den Anteil der Bevölkerung, die zu einer bestimmten Stunde zu Fuss auf einem Freizeitweg ist und auch am Anteil der jeweiligen Stunde am Tagestotal. Nur leicht abweichend ist das Muster im Tessin: der Anteil der Bevölkerung, der zu Freizeitzwecken unterwegs ist, ist am Vormittag etwas höher als in den anderen Sprachregionen und am frühen Abend nimmt der Anteil vorübergehend leicht stärker ab.

Freizeitwege nach Untertypen

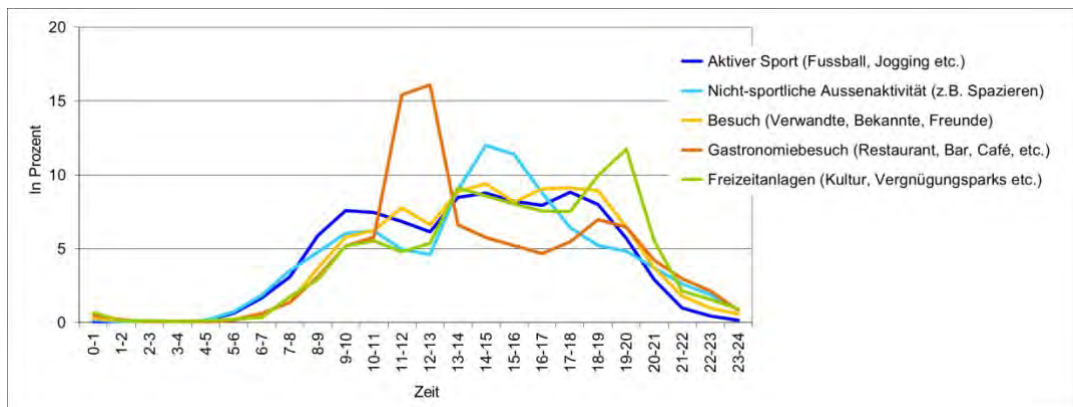
Unter Freizeit werden unterschiedliche Aktivitäten subsumiert. Im MZMV wird deshalb näher gefragt, welche Freizeitaktivität es genau war. Im Folgenden sind die wichtigsten Aktivitäten zusammengefasst worden, um eine sinnvolle Analysebasis zu generieren. Die folgende Abbildung zeigt, dass nicht-sportliche Aussenaktivitäten wie Spazieren anteilmässig zu den am häufigsten Freizeitaktivitäten gehören. Das höchste Aufkommen

findet sich am Nachmittag. Im Gegensatz dazu weist der Gastronomiebesuch eine Spitze über die Mittagszeit auf. Da es sich hier „nur“ um die Fusswege handelt, dürfte dies häufig um Besuch eines Lokals zum Mittagessen handeln. Dies wird unten noch bestätigt werden durch die Tatsache, dass sich die Konzentration über Mittag nur werktags zeigt. Wege zum Sport oder auch Jogging sind anteilmässig noch häufiger als solche für Besuche oder zu Freizeitanlagen wozu auch die Kultur gezählt wird.

Gemessen an den Stundenanteilen am Tagesaufkommen stechen der Gastronomiebesuch über Mittag, das Aufsuchen von Freizeitanlagen zwischen 19 und 20 Uhr neben den nicht-sportlichen Aussenaktivitäten deutlich hervor. Je nach Zählstelle kann sich also der jeweilige Untertyp der Freizeitaktivitäten anders auf die Ganglinie auswirken.



Anteil der Bevölkerung unterwegs



Anteil der jeweiligen Stunde am Tagestotal

Abb. 60 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Untergruppen des Wegzwecks „Freizeit“ (gesamte Bevölkerung mit einer Angabe zu den detaillierten Freizeitaktivitäten, 2015)

Im Vergleich der Wochentage zeigt sich der höhere Anteil des Wochenendes bei den nicht-sportlichen Aktivitäten – mit dem Sonntag als Spitzentag. Zur besseren Sichtbarmachung wurden hier nur diejenigen Personen berücksichtigt, die auch eine solche Aktivität ausgeübt haben. Deshalb sind die Anteile prozentual höher als z. B. in der vorangehenden Abbildung. Auch die Stundenanteile am Tagestotal unterscheiden sich je nach Wochentag, wobei wiederum die Stunde zwischen 16 und 17 Uhr ein Schnittpunkt zu sein scheint, an dem die Anteile an den verschiedenen Tagen etwa gleich gross sind.

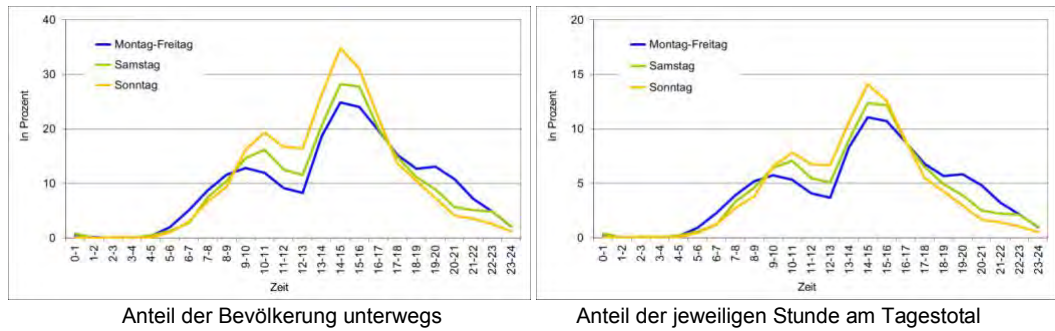


Abb. 61 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach „nicht-sportlichen Aussenaktivitäten“ als Untergruppen des Wegzwecks „Freizeit“ und nach Wochentag (nur Personen mit einer Angabe zu dieser Freizeitaktivität, 2015)

Beim Gastronomiebesuch zeigt sich exemplarisch, dass die Mittagsmahlzeit an den Werktagen einen wichtigen Teil bei dieser Freizeitaktivität darstellt. Auch am Abend werden werktags Restaurants und Bars aufgesucht. Am Samstag ist ebenfalls ein höherer Anteil der Bevölkerung für einen Gastronomiebesuch am Mittag und am Abend unterwegs. Am Sonntag zieht sich diese Phase vom späten Vormittag bis in den mittleren Nachmittag hinein – eine Abendspitze fehlt an diesem Tag.

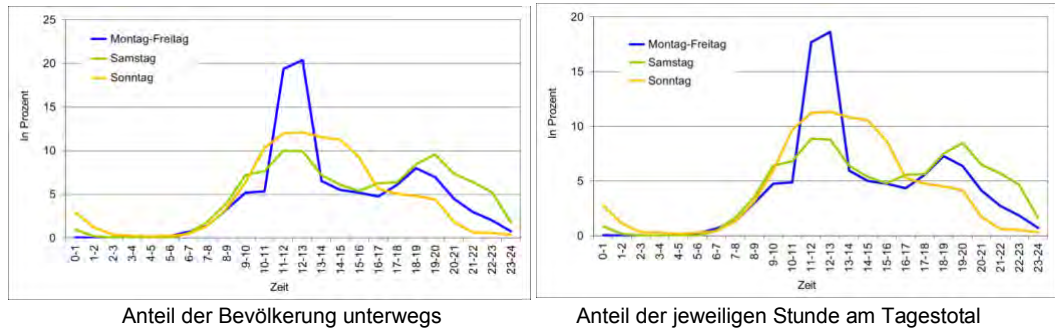


Abb. 62 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach „Gastronomiebesuch“ als Untergruppen des Wegzwecks „Freizeit“ und nach Wochentag (nur Personen mit einer Angabe zu dieser Freizeitaktivität, 2015)

4.2.4 Einfluss des Wetters und der Jahreszeiten auf die verschiedenen Wegzwecke

Einfluss des Wetters

Es werden hier nur die Anteile der Bevölkerung gezeigt, die zu dem jeweiligen Zweck unterwegs sind, bei verschiedenen Wetterbedingungen. Auf eine Wiedergabe der Stundenanteile am Tagestotal wird hier verzichtet.

Allgemein lässt sich sagen, dass der Wittereinfluss auf den Anteil der Bevölkerung, die für die jeweiligen Wegzwecke unterwegs ist, eher gering ist. Dies vor allem bei Arbeits- und Ausbildungswegen, was plausibel ist, denn diese müssen bei allen Wetterbedingungen zurückgelegt werden. Natürlich ist denkbar, dass ein Weg oder eine Etappe bei Regen oder Schnee auch mal durch eine Fahrt mit dem öV oder MIV ersetzt wird. Nicht ganz plausibel erscheinen die niedrigeren Werte auf Arbeits- und Ausbildungswegen bei leicht bewölktem Wetter über Mittag. Es ist unklar, was der Grund hierfür sein könnte.

Wie bereits oben erwähnt, ist das Wetter nur eine Tagesangabe und differenziert nicht nach einzelnen Stunden. Es ist also durchaus möglich, dass eine Differenz zwischen dem tatsächlichen Wetter und der Wetterangabe gibt. Ebenfalls keine Angaben werden zu den Temperaturen gemacht. Es gibt zwar je eine Kategorie „warm/heiss“ bzw. „kalt/eisig“, aber über ein Jahr gesehen, ist dies wenig ergiebig. Viel eher müsste man Angaben zu den relativen Temperaturen haben, also ob sie für die Jahreszeit (deutlich) zu kalt oder zu warm sind.

Der Wettereinfluss zeigt sich am ehesten bei den Einkaufs- und den Freizeitwegen. Am stärksten ist dabei die Wirkung von Schnee und Regen, was sich in tieferen Anteilen der Menschen unterwegs niederschlägt. Dies gilt vor allem für die Nachmittagsstunden, beim Freizeitverkehr teilweise auch schon am Vormittag. Hier streuen die Werte je nach Wetter deutlich stärker.

Insgesamt ist aber der Wettereinfluss nicht so gross wie allgemein angenommen wird. Trotzdem ist es sicher eine gute Idee, vor allem an Tagen ohne Niederschlag, also ohne Regen und Schnee, zu zählen. Unter diesen Bedingungen sind in Bezug auf den Einkauf vor allem die Stunden zwischen 10 und 11 Uhr und bei Freizeitwegen jene zwischen 15 und 17 Uhr eine gute Annäherung an die durchschnittlichen Stundenanteile über alle Wetterbedingungen.

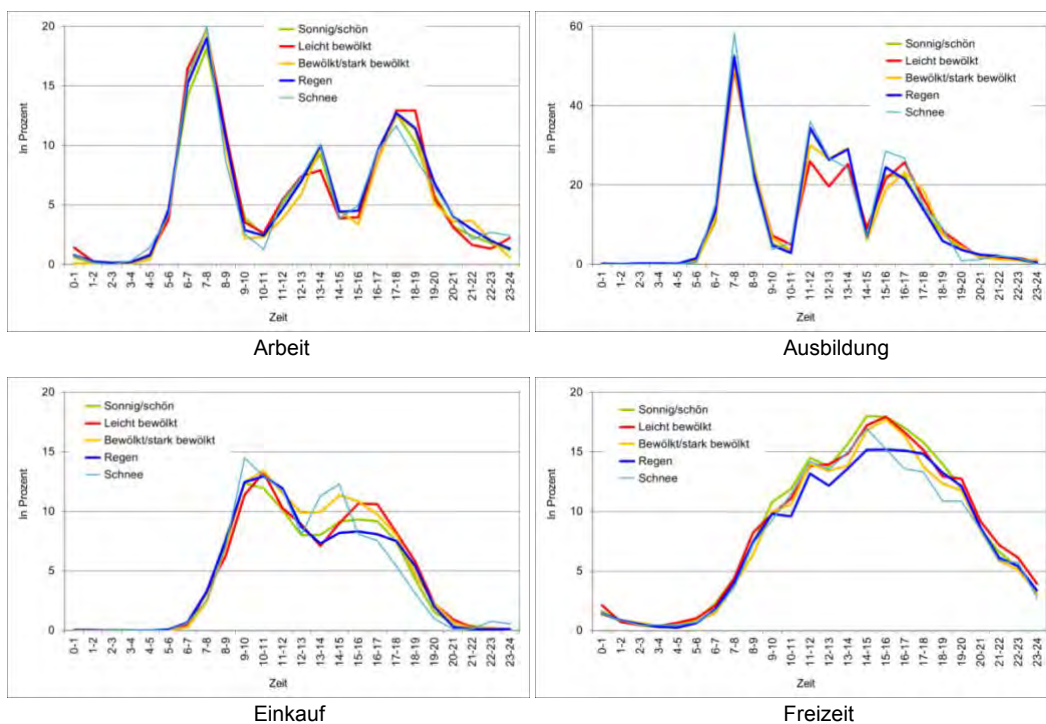


Abb. 63 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Wegzwecken und nach Wetter (gesamte Bevölkerung, 2015, jeweils Anteil der Bevölkerung unterwegs)

Einfluss der Jahreszeiten

Betrachtet man zum Schluss noch den Einfluss der Jahreszeiten, so zeigt sich für den Freizeitverkehr insgesamt ein relativ homogenes Tagesgangbild im Frühling und Herbst und bis am Nachmittag auch im Winter. Dann fällt zu dieser Jahreszeit das Aufkommen etwas steiler ab als in den anderen Jahreszeiten. Markanter unterscheidet sich der Sommer-Freizeitverkehr. Ab ca. 11 Uhr morgens liegen die Anteile deutlich unter den anderen Jahreszeiten. Die Spitze ist nicht mehr der Nachmittag zwischen 14 und 16 Uhr, sondern zwischen 17 und 19 Uhr. Die Menschen sind dann am Abend noch wesentlich länger Unterwegs als in den übrigen Saisons.

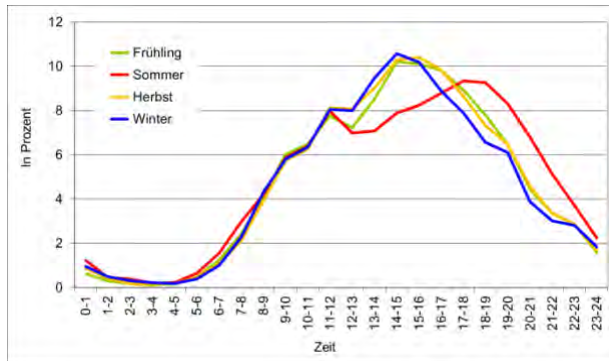


Abb. 64 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Wegzweck „Freizeit“ und Jahreszeit (gesamte Bevölkerung, 2015, jeweils Anteil der Bevölkerung unterwegs)

Dieses Phänomen der anders gearteten Sommer-Tagesganglinie zeigt sich insbesondere auch bei den nicht-sportlichen Aussenaktivitäten: Eine Abendspitze fehlt gänzlich und das Aufkommen über Mittag ist im Vergleich zu den anderen Jahreszeiten praktisch halbiert. Dafür ist das Aufkommen im Winter überdurchschnittlich, vor allem am Vormittag und über Mittag. Im Gegensatz dazu gibt es beim Gastronomiebesuch praktisch keine Unterschiede zwischen den Jahreszeiten.

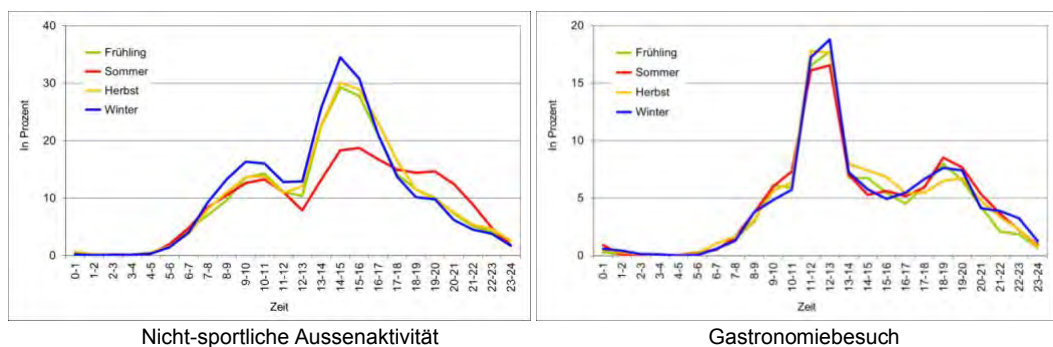


Abb. 65 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach „Nicht-sportliche Aussenaktivität“ und „Gastronomiebesuch“ als Untergruppen des Wegzwecks „Freizeit“ und nach Jahreszeit (nur Personen mit einer Angabe zu dieser Freizeitaktivität, 2015, jeweils Anteil der Bevölkerung unterwegs)

4.2.5 Überlagerung von Wegzwecken

Im Allgemeinen sind auf den Strassen, Wegen und Plätzen die Menschen zu verschiedenen Zwecken unterwegs. An einem beliebigen Wegabschnitt oder an einer Zählstelle vermischen und überlagern sich also die unterschiedlichen Zwecke. Im Folgenden wird im Hinblick auf eine mögliche Typisierung von Zählstellen in Kapitel 4.3 versucht, einige Charakteristika von vermischten Wegzwecken darzustellen.

Folgende Mischtypen dürften häufig vorkommen:

Arbeit und Einkauf

Der Verlauf an Werktagen zeigt eine ausgeprägte Morgen- und Abendspitze sowie einen leicht erhöhten Anteil über Mittag. Der vom Einkauf geprägte Samstag weist eine Spitze am Vormittag auf. Am Sonntag ist das Aufkommen nur noch gering, da deutlich seltener gearbeitet und eingekauft wird.

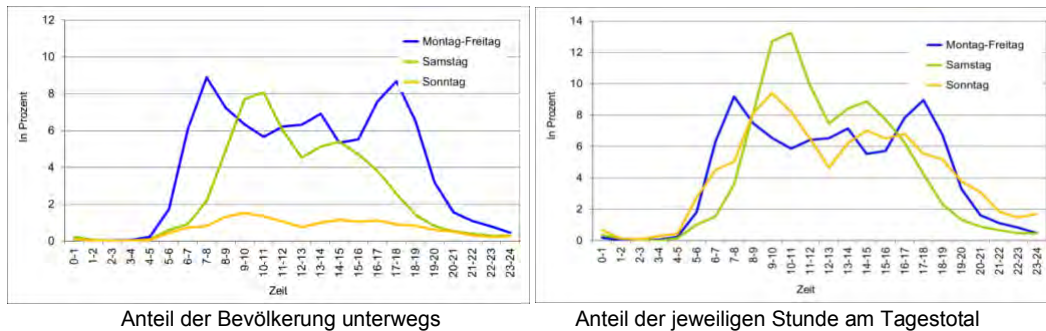


Abb. 66 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Kombination der Wegzwecke „Arbeit“ und „Einkauf“ und nach Wochentag (gesamte Bevölkerung, 2015)

Arbeit und Freizeit

Wenn Arbeit und Freizeit vermischt sind, ist das Aufkommen an allen Wochentagen anteilmässig relativ hoch, je nachdem ist der Sonntag der Spitzentag. Am Samstag wird das höchste Aufkommen am Nachmittag registriert. Unter der Woche ergibt sich das typische Muster des Pendlerverkehrs.

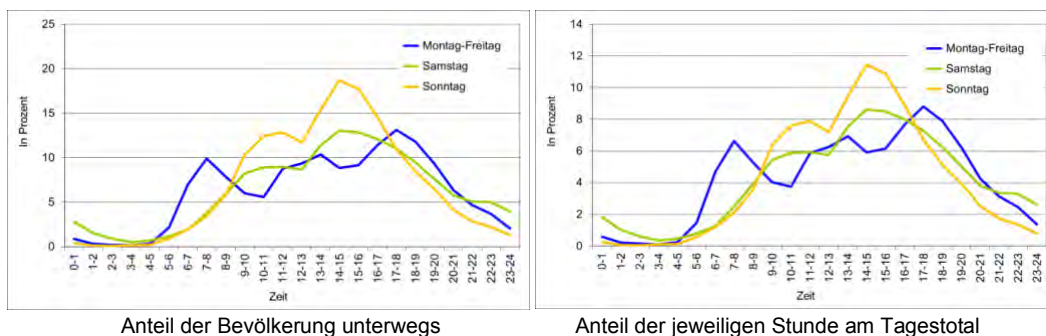


Abb. 67 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Kombination der Wegzwecke „Arbeit“ und „Freizeit“ und nach Wochentag (gesamte Bevölkerung, 2015)

Freizeit und Einkauf

Überlagern sich Freizeit und Einkauf, so sind Samstag und Sonntag praktisch gleichwertig mit hohen Anteilen, die Werktagen fallen niedriger aus und es fehlen die typischen Pendlerspitzen.

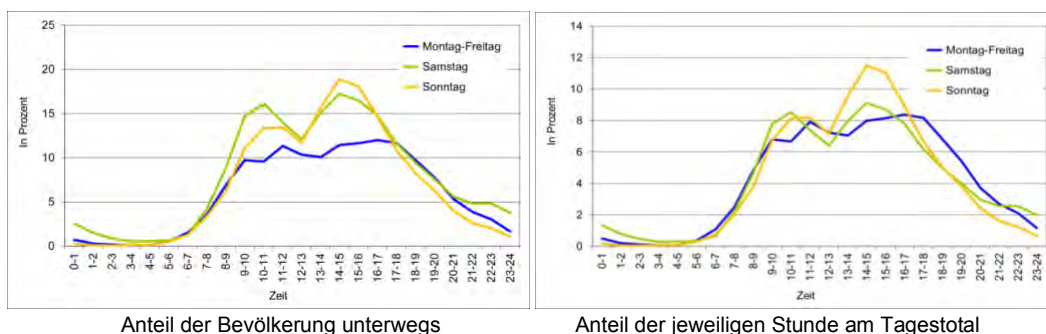


Abb. 68 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Kombination der Wegzwecke „Freizeit“ und „Einkauf“ und nach Wochentag (gesamte Bevölkerung, 2015)

Arbeit und Ausbildung

Die Kombination von Arbeit und Ausbildung ist durch den starken Pendlereinfluss an den Werktagen geprägt – mit einer hohen Morgenspitze sowie niedrigeren Mittags- und Abendspitzen, wobei sich am Mittag durch die Überlagerung der Schulwege und der Rückkehr vom Mittagessen an den Arbeitsplatz ein relativ breiter Buckel entsteht. Samstags und sonntags werden nur geringe Anteile registriert.

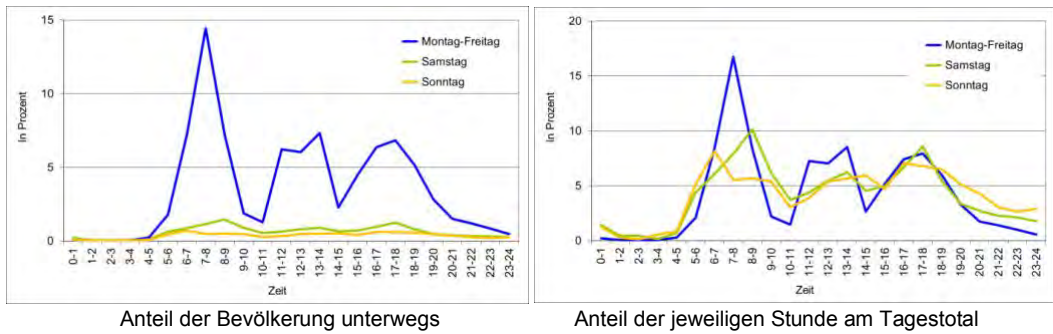


Abb. 69 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Kombination der Wegzwecke „Arbeit“ und „Ausbildung“ und nach Wochentag (gesamte Bevölkerung, 2015)

Arbeit, Einkauf und Freizeit

Die Kombination von Arbeit, Einkauf und Freizeit dürfte relativ häufig sein. Das Aufkommen ist an allen Tagen der Woche hoch. Im Vergleich zur Kombination von Arbeit und Freizeit allein, zeigen sich hier werktags über den Tag zunehmende Anteile. Die Abendspitze ist die alleinige Spitze, am Morgen und Mittag sind nur gering höhere Anteile zu verzeichnen.

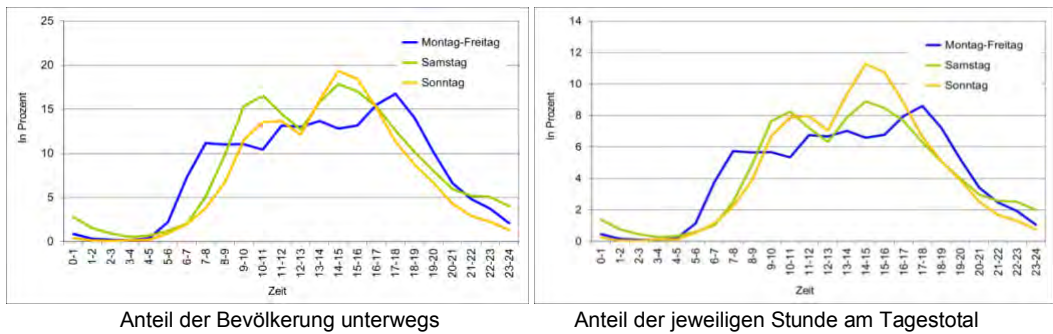


Abb. 70 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Kombination der Wegzwecke „Arbeit“, „Einkauf“, „Freizeit“ und nach Wochentag (gesamte Bevölkerung, 2015)

Arbeit, Ausbildung und Freizeit

Die Kombination Arbeit, Ausbildung und Freizeit gleicht jener von Arbeit und Einkauf, zeigt jedoch werktags eine ausgeprägtere Morgenspitze und ein breiteres Aufkommen über Mittag. Die Differenzen am Abend sind klein und entsprechend dürfte eine Unterscheidung der beiden Typen schwierig sein.

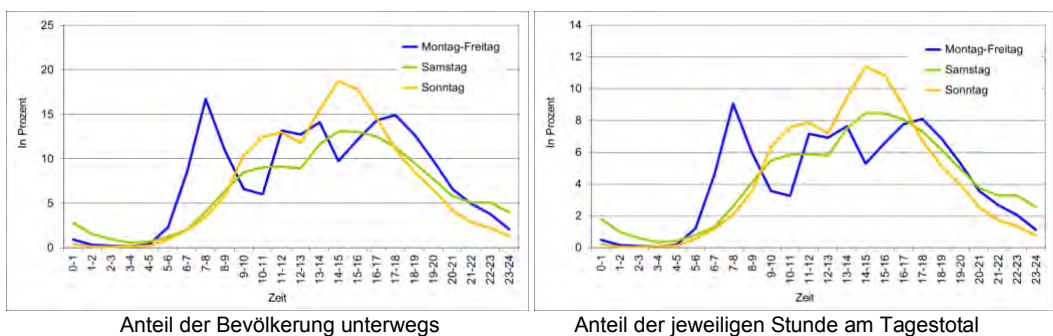


Abb. 71 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Kombination der Wegzwecke „Arbeit“, „Ausbildung“, „Freizeit“ und nach Wochentag (gesamte Bevölkerung, 2015)

Arbeit, Ausbildung und Einkauf

Wie die Kombination von Arbeit, Ausbildung und Freizeit ist jene mit dem Einkauf ähnlich jener von nur Arbeit und Einkauf. Auch hier zeigt sich der grösste Unterschied in der Morgenspitze, während das Aufkommen am Abend etwas weniger markant ist.

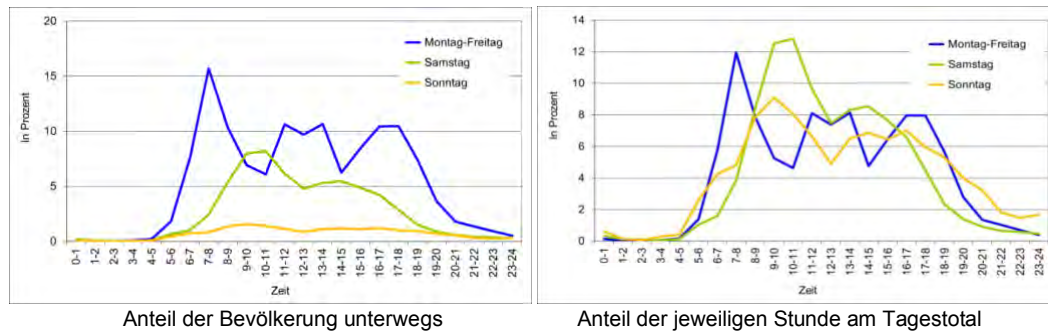


Abb. 72 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Kombination der Wegzwecke „Arbeit“, „Ausbildung“, „Einkauf“ und nach Wochentag (gesamte Bevölkerung, 2015)

Gesamt

Überlagern sich alle Wegzwecke, also Arbeit, Ausbildung, Einkauf und Freizeit, so ergibt das über die Wochentage ein insgesamt ähnliches Aufkommen, wobei sich das werktägliche Muster von jenem des Wochenendes unterscheidet. Samstag und Sonntag sind einander im Tagesgang jedoch relativ ähnlich.

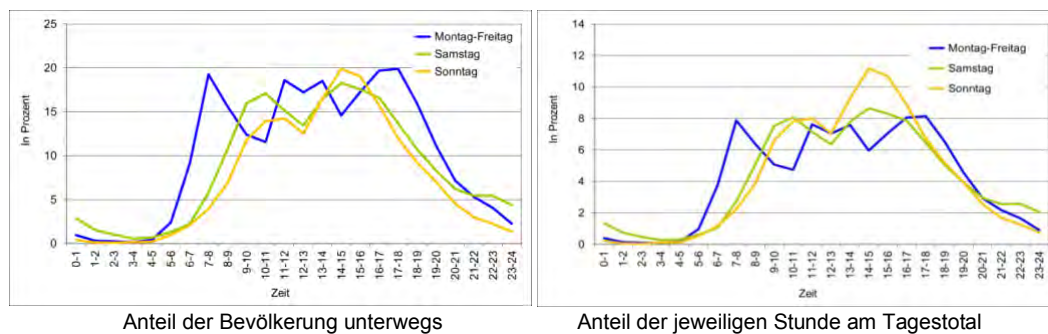


Abb. 73 Tagesganglinie des Fussverkehrs nach Kombination aller Wegzwecke nach Wochentag (gesamte Bevölkerung, 2015)

4.2.6 Wochen- und Jahresganglinie – insgesamt und nach Zwecken

Neben dem Tagesgang sind im Hinblick auf eine Typisierung auch die Wochen- und die Jahresganglinien relevant. Dies insbesondere in Bezug auf die einzelnen Zwecke bzw. Überlagerung von Zwecken. Hierzu werden wiederum die Daten des MZMV von 2015 ausgewertet.

Wochenganglinien

Der Wochengang kann unterschiedlich dargestellt werden. In Abb. 74 ist auf der linken Seite der Anteil der einzelnen Wochentage am Wochentotal aufgezeichnet. Der Freitag ist mit einem Anteil von 16% der Tag mit dem höchsten Aufkommen am Wochentotal, der Sonntag mit 12% der Tag mit dem niedrigsten Anteil. Dies gemessen über alle Wegzwecke zusammen. Auf der rechten Seite sind die Anteile der jeweiligen Wochentage am durchschnittlichen Aufkommen aller Tage über die Woche dargestellt. Der Verlauf ist in beiden Grafiken derselbe. In dieser Darstellung liegt der Freitag bei 112% des Durchschnitts aller Wochentage und der Sonntag bei 81%. In den folgenden Abbildungen und auch im Vergleich mit den Zählstellen in Kapitel 4.3 werden jeweils die Anteile am durchschnittlichen Aufkommen aller Wochentage dargestellt. Dies, weil damit eine feinere Darstellung und eine schnell erfassbare Aussage möglich ist. Ein ausgewählter Wochentag liegt so und so viele Prozente über oder unter dem Wochendurchschnitt. Auch lässt sich daraus sehr schnell ein DTV (Durchschnittlicher Tagesverkehr) und ein DWV (Durchschnittlicher Werktagsverkehr) berechnen, was für die Praxis nützlich ist.

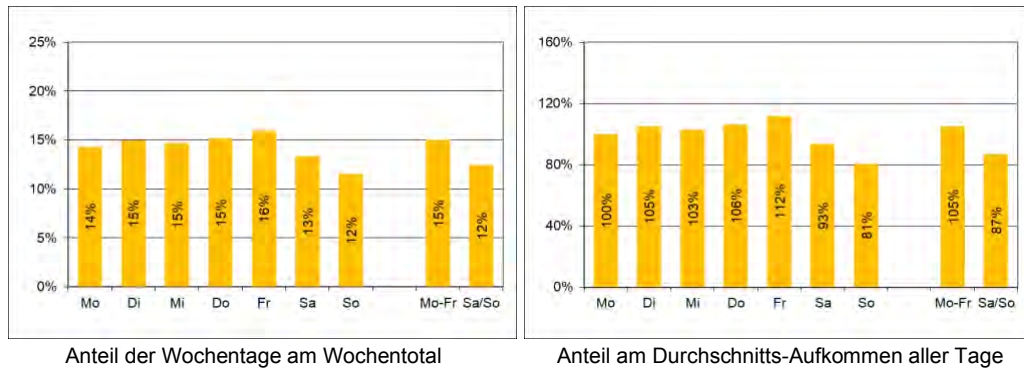


Abb. 74 Wochenganglinien des Fussverkehrs (alle Zwecke) nach Anteil der Wochentage am Wochentotal (links) bzw. am durchschnittlichen Aufkommen aller Tage pro Woche (rechts); (gesamte Bevölkerung, 2015)

Eine Aufschlüsselung nach Haupt-Wegzwecken zeigt die sehr unterschiedlichen Verläufe über die Woche.

- **Arbeitswege:** die Anteile der Arbeitswege nehmen von Montag bis Mittwoch leicht zu, gehen am Donnerstag und Freitag wieder leicht zurück und sind am Wochenende erwartungsgemäss signifikant niedriger. Von den Werktagen zeigt der Freitag die niedrigsten Anteile.
- **Ausbildungswege:** auch ihre Anteile sind am Wochenende deutlich niedriger als unter der Woche, wobei der Mittwoch dann das geringste Aufkommen aufweist, was mit dem schulfreien Nachmittag zusammenhängt.
- **Einkaufswege:** die Anteile des Einkaufens sind an den Werktagen sehr gleichmässig verteilt und schwanken zwischen Dienstag und Freitag kaum. Hingegen zeigt der Samstag ein überdurchschnittliches Aufkommen und der Sonntag aufgrund der meist geschlossenen Läden ein deutlich unterdurchschnittliches Aufkommen.
- **Freizeitwege:** die Anteile der Freizeitwege nehmen über die Woche kontinuierlich zu und erreichen am Sonntag mit 141% den höchsten Wert.

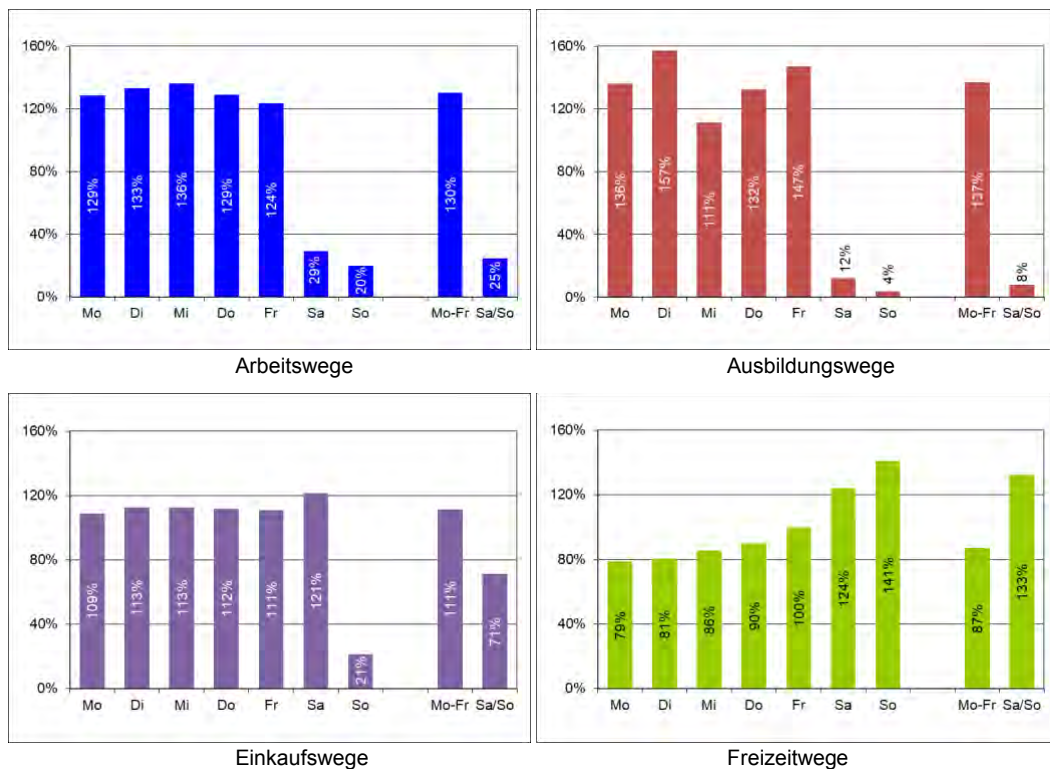


Abb. 75 Wochenganglinien des Fussverkehrs nach Wegzwecken (Anteil am durchschnittlichen Aufkommen aller Tage pro Woche): Arbeit (oben links), Ausbildung (oben rechts), Einkauf (unten links) und Freizeit (unten rechts) (gesamte Bevölkerung, 2015)

Die vier Hauptwegzwecke sind also an ihrer Wochenganglinie gut erkennbar. Allerdings ist es so – wie schon erwähnt –, dass sich Wegzwecke häufig überlagern und deshalb in der Praxis Mischformen dieser Wochenganglinien vorliegen. Im Folgenden werden die Mischtypen aus zwei Wegzwecken dargestellt. Bei mehr als zwei Wegzwecken ebnen sich die Unterschiede zwischen den Wochentagen stark ein und es lassen sich kaum mehr sinnvolle Aussagen machen.

Für die Darstellungen wurde angenommen, dass die jeweiligen Zwecke je etwa die Hälfte des Aufkommens ausmachen. In der Realität sind die Mischformen natürlich nochmals deutlich vielfältiger und mit jeweils anderen Anteilen zusammengesetzt. Die folgenden Darstellungen dienen deshalb einfach Anhaltspunkte (siehe Abb. 76).

- **Arbeit und Einkauf:** Die Samstagsanteile sind hier wegen des Einkaufs deutlich höher, der Sonntag bleibt niedrig.
- **Arbeit und Freizeit:** Das Aufkommen nimmt über die Woche leicht zu und ist aufgrund des Einflusses der Freizeit am Sonntag immer noch am höchsten, aber nicht mehr so überdurchschnittlich.
- **Freizeit und Einkauf:** Die Anteile nehmen auch hier über die Woche zu, der Spitzentag ist allerdings der Samstag.
- **Arbeit und Ausbildung:** die Kombination der beiden ähnlichen Wegzwecke führt zu einem relativ gleichmässigen Aufkommen an den Werktagen (Spitzentag Dienstag) und den deutlich tieferen Werten am Wochenende.

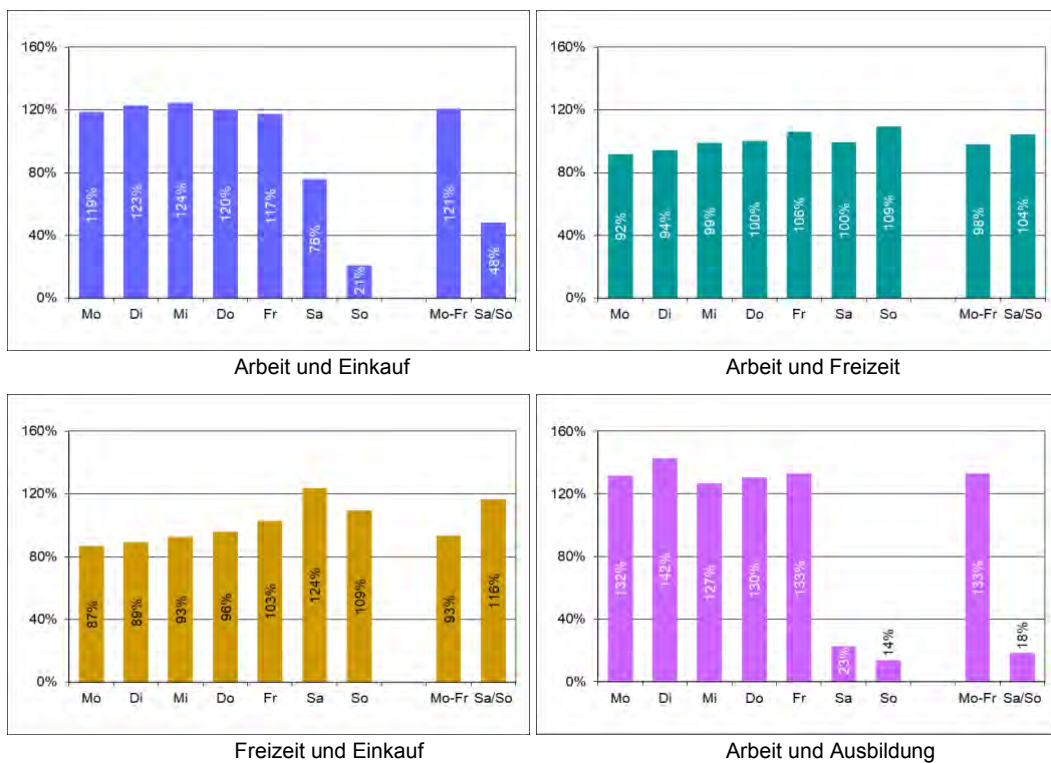


Abb. 76 Wochenganglinien des Fussverkehrs nach kombinierten Wegzwecken Arbeit und Einkauf (oben links), Arbeit und Freizeit (oben rechts), Freizeit und Einkauf (unten links) und Arbeit und Ausbildung (unten rechts) (gesamte Bevölkerung, 2015)

Bekanntlich besteht der Wegzweck Freizeit aus einer Vielzahl von verschiedenen Aktivitäten. Eine Analyse zeigt, dass der Wochengang zwischen diesen Aktivitäten durchaus Unterschiede ausweist. So finden nicht-sportliche Aussenaktivitäten wie Spaziergänge vor allem am Sonntag und teilweise am Samstag statt. Gastronomiebesuche konzentrieren sich stark auf die Zeit zwischen Donnerstag und Samstag mit einer Spitze am Freitag. An den anderen Tagen sind die Anteile deutlich tiefer, ergeben aber im Gesamt der Werk- und der Wochenend-Tage jeweils rund 100%. Der Besuch von Freizeitanlagen (Kultur, Vergnügungsparks) konzentriert sich ebenfalls

auf die zweite Weekenhälfte. Hier sticht vor allem der Samstag als Spitzentag hervor, gefolgt vom Sonntag und Freitag. Je nach Ort einer Zählung, weist also der Wochengang andere Charakteristika auf, wobei sich in der Praxis einzelne Untergruppen wie z. B. der Besuch von Gastronomie und von Freizeitanlagen überschneiden dürften.

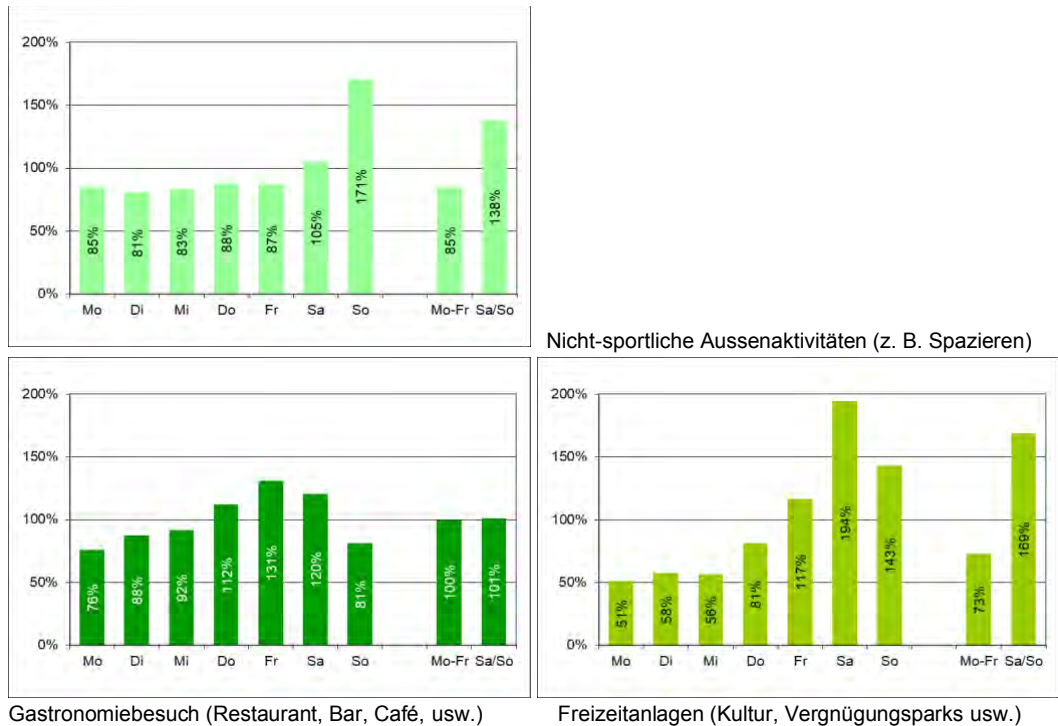


Abb. 77 Wochenganglinien des Fussverkehrs nach Untergruppen des Wegzwecks Freizeit (gesamte Bevölkerung mit einer Angabe zu den detaillierten Freizeitaktivitäten, 2015)

Jahresganglinien

Analog wie beim Wochengang erfolgt auch beim Jahresgang die Darstellung als Anteil des jeweiligen Monats am durchschnittlichen Aufkommen aller Monate. Das heisst, der Prozentwert des jeweiligen Monats gibt an, wie viel darüber oder darunter dieser Monat im Vergleich zu allen anderen Monaten liegt. Als Grundlage der Auswertung dient wiederum der MZMV von 2015.

Die Auswertung der Jahresganglinie über alle Zwecke der gesamten Bevölkerung zeigt, dass die Anteile zwischen den Monaten relativ ausgeglichen sind. Einzig die Monate Januar, Juli und Dezember weichen etwas stärker vom Mittelwert (=100%) ab. Im Januar beträgt das Aufkommen 116%, im Juli ist es mit 89% und im Dezember mit 87% dagegen unterdurchschnittlich. Die Gründe dafür sind unbekannt. Geringfügig über dem Mittel liegen auch die Monate März, Juni und August (mit je 103%) sowie der Oktober mit 108%. Kaum Abweichungen zum Durchschnitt sind in den Monaten April (99%), Mai (98%), September (100%) und November (101%) feststellbar.

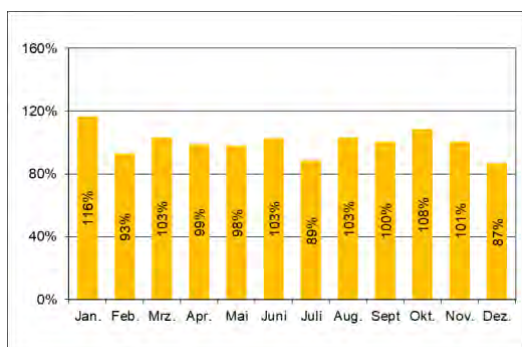


Abb. 78 Jahresganglinie des Fussverkehrs (alle Zwecke) nach Anteil des durchschnittlichen Aufkommens pro Monat (gesamte Bevölkerung, 2015)

Betrachtet man den Jahrgang nach Hauptzwecken zeigt sich, dass der Monat Januar bei allen Zwecken überdurchschnittlich und der Dezember unterdurchschnittlich ist. Darüber hinaus lassen sich folgende Unterschiede nach Zwecken feststellen:

- **Arbeitswege:** die Monate März und Juni sowie die Herbstmonate September und Oktober weisen eher überdurchschnittliche, die Ferienmonate Februar und Juli unterdurchschnittliche Anteile auf. Auch April und Mai sind eher unterdurchschnittlich.
- **Ausbildungswege:** der Jahrgang der Ausbildungswege reflektiert vor allem die Schulferien: Februar (Sportferien), April (Frühlingsferien) sowie Juli und August (Sommerferien). Erstaunlicherweise ist im Herbst kein so starker Rückgang sichtbar – der Oktober weist einen Anteil von 103% auf. Am höchsten sind die Anteile in den Monaten März und November.
- **Einkaufswege:** Abgesehen von den bereits erwähnten Monaten Januar und Dezember ist das Aufkommen im Einkaufsverkehr über das Jahr sehr ausgeglichen. Dass der Dezember trotz Weihnachtseinkauf so tief und der Januar trotz des viel beschworenen Lochs zu jener Jahreszeit so hoch liegen, erstaunt. Eine Erklärung dafür konnte nicht gefunden werden.
- **Freizeitwege:** Auch die Anteile der Freizeitwege sind übers Jahr hinweg gesehen, relativ ausgeglichen. Auch hier erstaunen die hohen Januaranteile und die eher tiefen Anteile im Sommer. Juli und August erreichen gerade mal 103% bzw. 111% des Durchschnitts über alle Monate. Zwar werden hier alle Freizeitwecke miteinander betrachtet und trotzdem hätte man erwartet, dass die Sommermonate höhere Anteile beim Freizeit-Fussverkehr aufweisen würden.

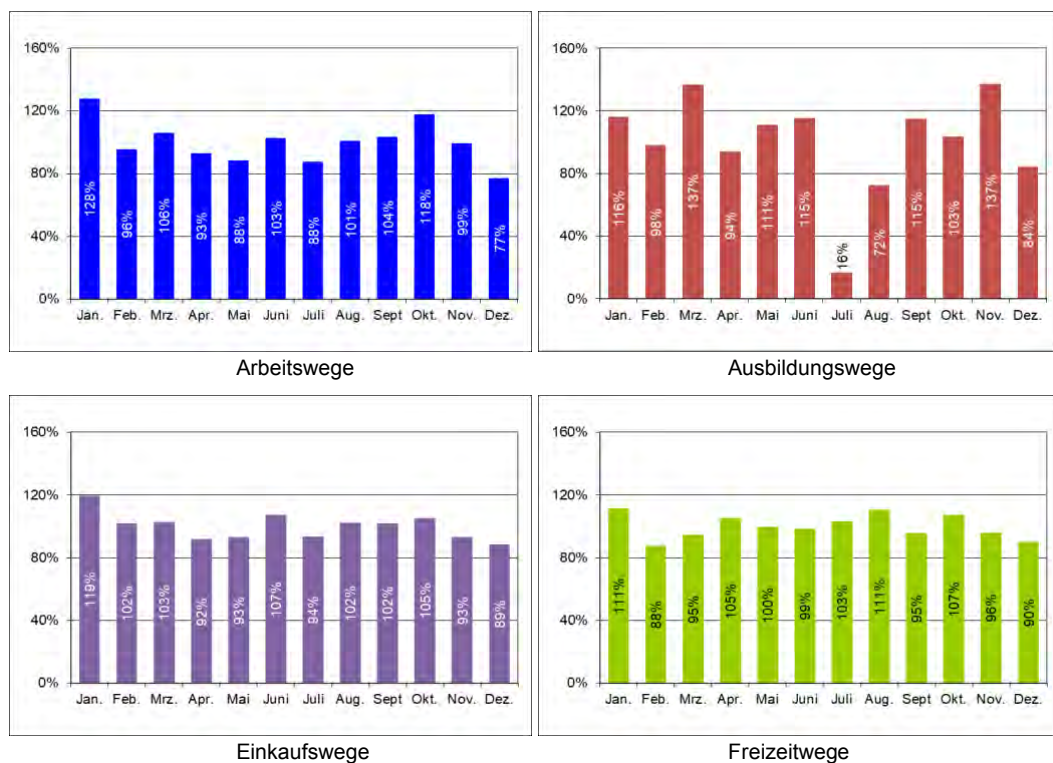


Abb. 79 Jahrganglinien des Fussverkehrs nach Wegzwecken (Anteil am durchschnittlichen monatlichen Aufkommen): Arbeit (oben links), Ausbildung (oben rechts), Einkaufen (unten links) und Freizeit (unten rechts) (gesamte Bevölkerung, 2015)

Auf eine weitere Aufschlüsselung des Jahrgangs nach Kombinationen von Zwecken wird verzichtet, da sich aufgrund des bereits recht ausgeglichenen Aufkommens bei den Hauptzwecken keine weitere Differenzierung ausweisen lässt.

4.2.7 Fazit dieses Kapitel

Aus den diskutierten Punkten können zusammenfassend für dieses Kapitel folgende Schlussfolgerungen im Hinblick auf die Zählstellenort und Hochrechnungsfaktoren gezogen werden:

- Die Tagesganglinien des Fussverkehrs unterscheiden sich deutlich von jenen anderer Verkehrsmittel. Eine separate Betrachtung des Fussverkehrs ist also nicht nur sinnvoll, sondern notwendig.
- Zwischen den Werktagen (Montag bis Freitag) gibt es kaum Unterschiede im Tagesverlauf. Einzig der schulfreie Mittwochnachmittag und der Freitagabend (Ausgang) können leicht von den anderen Tagen abweichen, was je nach Standort einer Zählstelle zu berücksichtigen ist. Über alle Zwecke betrachtet sind die Tage zwischen Dienstag und Donnerstag die durchschnittlichsten.
- Zwischen den Urbanisierungsgraden – Stadt, Agglomeration, Land – gibt es insgesamt kaum Unterschiede im Tagesgang. Ja nach Wegzweck ticken ländliche Gebiete leicht anders. Man kann aber die Ganglinien und Hochrechnungsfaktoren grundsätzlich für alle Gebiete verwenden, im ländlichen Raum ist eine gewisse Vorsicht angebracht.
- Zwischen den Sprachregionen gibt es zwar Unterschiede beim Anteil der Bevölkerung, der zur jeweiligen Tageszeit unterwegs ist, aber bei den Stundenanteilen am Tagestotal ist der Verlauf einzig im Tessin verschieden von jenem in der Deutschschweiz und der Romandie. Für das Tessin sind allenfalls angepasste Hochrechnungsfaktoren notwendig.
- Im Sommer weicht die Tagesganglinie deutlich von denjenigen anderer Jahreszeiten ab. Dies ist bei den Hochrechnungsfaktoren zu berücksichtigen. Allerdings sind die Anteile am Tagestotal der Stunden zwischen 10 und 11 Uhr sowie zwischen 16 und 18 Uhr – übers Jahr gesehen – relativ ähnlich.
- Wettermässig beeinflussen einzig Regen und Schnee den Anteil der Bevölkerung, der mobil ist in grösserem Ausmass. Die Wege zum Einkaufen und in der Freizeit sind am stärksten davon betroffen. Bei den übrigen Wetterlagen sind sich wiederum die Stundenanteile zwischen 10 und 11 Uhr sowie zwischen 16 und 18 Uhr am ähnlichsten.
- Die Tagesganglinie unterscheidet sich je nach Wegzweck und Altersgruppe deutlich. Auch innerhalb des gleichen Wegzwecks kann es Unterschiede geben. Ausbildungswege von Primarschulkindern folgen einem andern Tagesmuster als jene von GymnasiastInnen. Und in der Freizeit verläuft der Tagesgang bei nicht-sportlichen Aussenaktivitäten anders als bei Gastronomiebesuchen.
- Auch der Wochen- und teilweise der Jahresgang unterscheidet sich je nach Zweck deutlich voneinander. Hier sind je nach Zählstandort unterschiedliche Verläufe zu beachten.
- Im Normalfall finden sich auf den meisten Wegabschnitten aber Mischformen aus einzelnen Wegzwecken und von Menschen verschiedener Altersgruppe. Besondere Achtsamkeit ist vor allem auf monofunktionalen Wegen angebracht, also wenn z. B. in der Nähe eines Schulhauses, eines Bahnhofs, eines Altersheims oder auf einem Naherholungsweg gezählt wird.

4.3 Typenganglinien anhand von Zähldaten

4.3.1 Ziel und Vorgehen

Wie die Analyse der Mikrozensus-Daten gezeigt hat, ergeben sich vor allem je nach Wegzweck andere Tagesganglinien. Wenn man nicht von der Person her schaut, die unterwegs ist, sondern von einzelnen Wegabschnitten her, so dürften diese Wegzwecke der PassantInnen vor allem von der Art der Nutzung in der näheren oder weiteren Umgebung abhängen. Die Frage ist, ob man aus dem Verlauf einer Tagesganglinie auf die (Haupt-)Nutzungen schliessen bzw. ob man je nach Ort und seinen Nutzungen einen bestimmten Tagesgang abschätzen könnte. Das ist nicht ganz einfach, da sich die

Wegzwecke überlagern und die Kleinräumigkeit und Vielfalt des Fussverkehrs einer Typisierung eher entgegenstellen.

Ziel dieses Kapitels ist es, zu prüfen, ob sich aus den Daten, die an fest installierten automatischen Fussgängerzählstellen gewonnen worden sind, typische Ganglinien ableiten lassen.

Datenquellen

Die Rohdaten wurden von folgenden Kantonen und Städten zur Verfügung gestellt⁹ bzw. konnten teilweise von deren Online-Portalen als Open Data¹⁰ bezogen werden: Kanton Basel-Stadt, Städte Zürich, Biel und St. Gallen. In Tab. 32 sind die pro Stadt einbezogenen Dauer-Zählstellen aufgelistet. Bedingung war, dass die Daten für jeweils mindestens ein ganzes Jahr lückenlos vorliegen. Aus Aufwandgründen wurden nur die Jahre 2018 und 2019 berücksichtigt. Insgesamt wurden 32 Dauerzählstellen in die Analyse einbezogen (siehe Tab. 32)¹¹. Weil in der Stadt Zürich einzelne Zählstellen im Halbjahres-Rhythmus umgehängt werden und es an einzelnen Standorten grössere Datenlücken gibt, ist die Zahl der für diese Analyse verwendbaren Daten geringer als es die vorhandene Zahl von Erhebungsstellen in der Stadt nahelegen würde¹². In Biel und St. Gallen wurden mit einer Ausnahme in Biel alle bestehenden Dauerzählstellen einbezogen.

Tab. 32 In die Analyse einbezogene Dauer-Zählstellen

Basel-Stadt	Zürich	Biel	St. Gallen
Allschwilerstrasse *	Altstetterstrasse *	Bahnhofstrasse ***	Vadianstrasse **
Birskopfsteig **	Arboretum *	Bözingenstrasse ***	
Elisabethenanlage *	Langstrasse **	Dufourstrasse ***	
Elisabethenstrasse *	Limmatquai **	Seevorstadt ***	
Gerbergasse *	Militärbrücke *	Zentralstrasse (2 Zählstellen, 1 *** und 1 *)	
Güterstrasse **	Ohmstrasse *		
Hardstrasse **	Seefeldquai *		
Johanniterbrücke *	Weinbergfussweg *		
Klybeckstrasse **	Zehntenhausplatz *		
Mittlere Rheinbrücke **			
Mülhauserstrasse ***			
Neubadstrasse **			
Rebgasse *			
Stückisteg **			
Wettsteinbrücke *			
Wolfschlucht-Promenade			

* = Daten von 2018 ** = Daten von 2019 *** Daten aus beiden Jahren vorhanden

Darüber hinaus wurden Fussverkehrs-Zählzahlen aus folgenden Gemeinden für den qualitativen Vergleich berücksichtigt (in alphabetischer Reihenfolge): Flawil, Herznach, Luzern, Olten, Rheineck, Sarnen, Solothurn, St. Gallen, Winterthur, Zürich (siehe Tab. 33). Diese Daten, die grösstenteils im Rahmen des vorliegenden SVI-Projekts erhoben wurden oder uns von Begleitgruppenmitgliedern sowie von Aussenstehenden zur Verfügung gestellt wurden, liegen meist nur für einen relativ kurzen Zeitraum vor. Mit einer Ausnahme

⁹ Ein grosser Dank geht dafür an Kathrin Grotrian vom Kanton Basel-Stadt, an Gabriele Leonardi von der Stadt Biel und an Urs Büchler von der Stadt St. Gallen für ihre Unterstützung.

¹⁰ Link zum Open Data Portal der Stadt Zürich: „Daten der automatischen Fussgänger- und Velozählung“: https://data.stadt-zuerich.ch/dataset/ted_taz_verkehrszaehlungen_werte_fussgaenger_velo und zum Portal des Kantons Basel-Stadt "Verkehrszählzahlen Velos und Fussgänger": <https://data.bs.ch/explore/dataset/100013/table/?sort=datetimestamp>

¹¹ In den qualitativen Vergleich, aber nicht in die Auswertung einbezogen wurden die beiden Naherholungszählstellen Kloster-Fahrweg in Zürich und Elsässer-Rheinweg in Basel. Sie weisen beide spezielle Merkmale auf, die beim Einbezug in die Auswertung zu grösseren Verzerrungen geführt hätten.

¹² Die Zählstelle „Seefeldquai“ ist keine Dauerzählstelle der Stadt Zürich, es wurde dort aber während des ganzen Jahres 2018 gezählt, weshalb diese Werte ebenfalls einbezogen werden konnten.

wurde an allen Zählstellen für mindestens eine Woche über jeweils 24 Stunden gezählt. Der Einbezug dieser Zählstellen sollte die Vielfalt möglicher Ganglinien repräsentieren.

Tab. 33 In die Analyse einbezogene Kurzzeit-Zählstellen

Ort	Zählstelle
Flawil	Bahnhofstrasse, Botsberger Riet
Herznach	Hauptstrasse
Luzern	Löwenplatz, Schwanenplatz, Seebrücke
Olten	Alte Aare Brücke
Rheineck	Hauptstrasse
Sarnen	Aaweg, Dorfkapelle
Solothurn	Kreuzackerbrücke
St. Gallen	Dreilindenweg (Zugang Dreiweieren), Gröbliweg, Kantonsschule Burggraben, Poststrasse
Winterthur	Bahnhofzugänge inkl. SBB-Daten, Bahnhofplatz Nord, Busbahnhof, Stadthausstr., Untertor
Zürich	Limmatplatz

Datenaufbereitung

Nach dem Bezug der Rohdaten wurden diese in einer ersten Runde auf Vollständigkeit und – soweit möglich – auf Konsistenz geprüft. Bei Fehlen nur einzelner Werte, wurden diese hochgerechnet oder als „fehlend“ gesetzt. Bei grösseren Lücken z. B. wenn ganze Richtungen über mehrere Wochen fehlten, wurde das jeweilige Jahr an dieser Zählstelle nicht berücksichtigt. Zum Teil wurden die Daten bereits von den Städten kalibriert, zum Teil wurden Kalibrierungsfaktoren mitgeliefert und die Daten auf deren Basis hochgerechnet und zum Teil liegen nur die reinen Rohdaten vor. Auf die Ganglinien hat dies nur einen geringen Einfluss, beim Vergleich der absoluten Werte ist allerdings Vorsicht geboten.

Beim Datenimport musste auch auf die Details geachtet werden, z. B. auf die Zeitumstellungen im Frühling und Herbst, da diese in den Rohdaten nicht einheitlich berücksichtigt wird. Zudem war die Suche nach Lücken aufwändig, da fehlende Stunden oder Tage z.T. nicht separat ausgewiesen werden. Die Daten wurden deshalb zur Prüfung zuerst in Excel aufbereitet und dann in SPSS analysiert. Wie sich erst später während der Analyse (v. a. von Mittelwerten) herausstellen sollte, gab es an einzelnen Zählstellen wiederholt Stunden mit dem Wert „0“, obwohl plausiblerweise der Wert deutlich höher hätte ausfallen sollen. Diese Werte bzw. die jeweiligen Tage mussten dann als „fehlend“ umcodiert werden. Da einzelne Zählstellen nur als Viertelstundenwerte und nur richtungsgetreunt vorlagen, wurden diese auf Stundenwerte und beide Richtungen aggregiert.

In einem zweiten Schritt wurden die Feiertage, die nicht auf einen Sonntag fielen, zu einem Sonntag umcodiert, um Verzerrungen zu vermeiden. So wurde beispielsweise die Auffahrt von einem Donnerstag zu einem Sonntag umcodiert. Zudem wurden für jede Stadt die jeweiligen Feiertage bzw. arbeitsfreien Tage wie z. B. Berchtoldstag, 1.Mai, Allerheiligen, Sechseläuten oder Knabenschüssen umcodiert. Speziell vermerkt wurden zudem wichtige lokale Anlässe und Grossveranstaltungen wie die Fasnacht in Basel, die Streetparade in Zürich sowie die Braderie in Biel. Diese speziellen Tage wurden in der Datenauswertung für die jeweilige Stadt generell ausgeschlossen, auch wenn möglicherweise nur einzelne Zählstellen davon betroffen waren. Nicht zuletzt wurden im Hinblick auf die Auswertungen von Hochrechnungsfaktoren die jeweiligen örtlichen Schulferien codiert.

Datenauswertung und -darstellung

Für die Analyse und Charakterisierung der Ganglinien wurden für jede Zählstelle folgende Grundlagen aufbereitet und graphisch dargestellt:

- Tagesganglinie für alle Tage der Woche sowie als Durchschnitt Montag bis Freitag.
- Tagesganglinie in Prozent der Stunden am jeweiligen Tagesaufkommen.
- Tagesganglinie nach meteorologischer Jahreszeit (d. h. Frühlingsbeginn ist der 1. März).
- Wochenganglinie für alle Tage der Woche sowie als Durchschnitt Montag bis Freitag, das Wochenende (Sa/So) sowie Gesamt.
- Jahreganglinie nach Monaten.
- Jahreganglinie nach Wochen. Diese letzte Auswertung wurde nur zu Kontrollzwecken vorgenommen, um allfällige Ausreisser identifizieren zu können. Die Angaben wurden nicht in die Analyse einbezogen.

Dadurch ergibt sich für jede Zählstelle ein umfassendes Bild des Aufkommens und des Ganglinien-Musters. Wie oben erwähnt, wurden Tage mit lokalen Grossveranstaltungen generell ausgeschlossen. Die verschiedenen Auswertungen werden in Abb. 80 am Beispiel der Gerbergasse in Basel dargestellt:

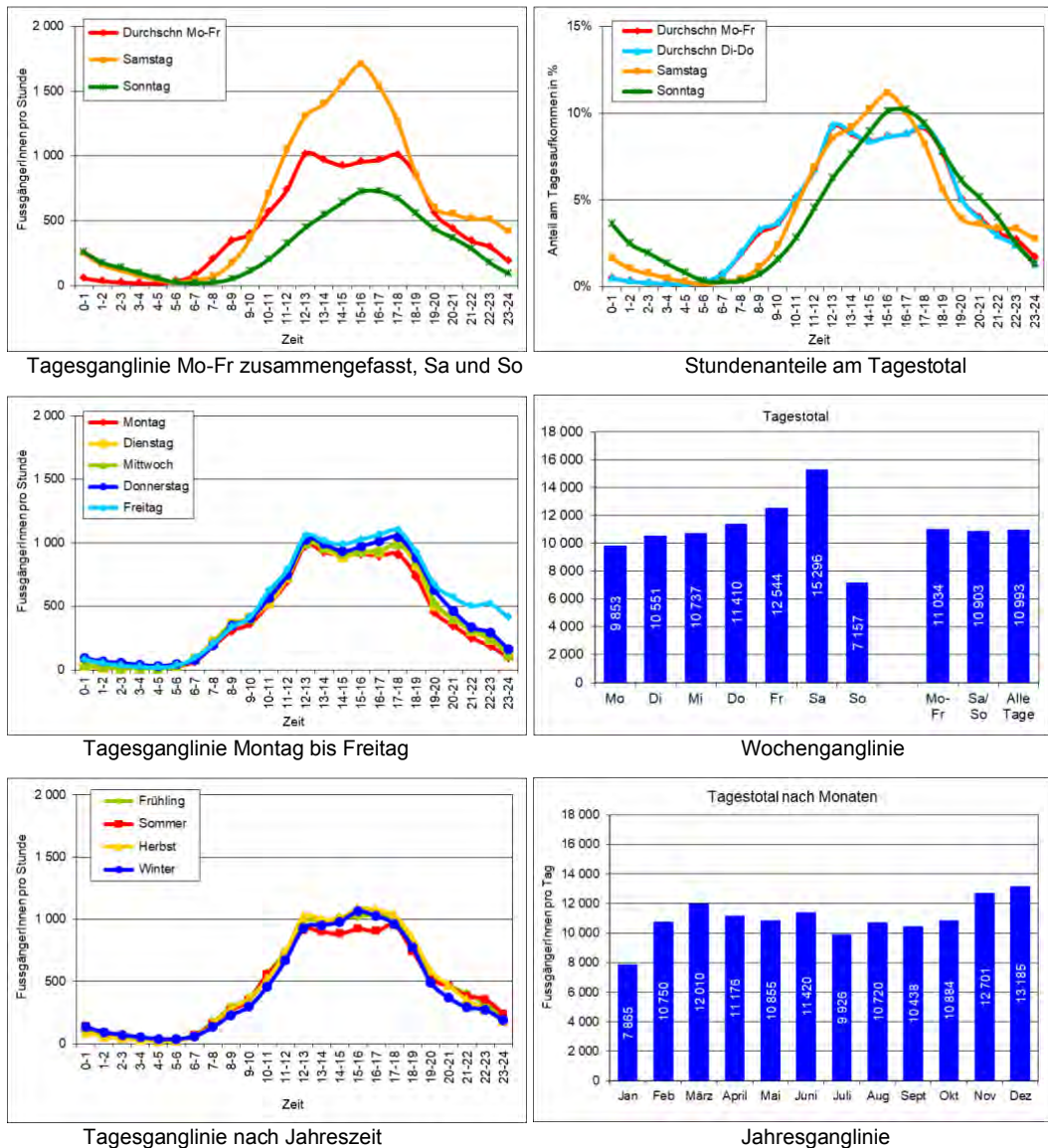


Abb. 80 Grafische Aufbereitung der vorgenommenen Auswertungen am Beispiel der automatischen Zählstelle „Gerbergasse“ in Basel

4.3.2 Versuch einer Typisierung der Zählstellen

Jeder Weg weist aufgrund seiner Lage im Netz unterschiedliche Nutzungsstrukturen auf. Das heisst, die Menschen, die sich auf dem jeweiligen Wegabschnitt bewegen, tun dies mit verschiedenen Zwecken. Fast jeder Weg weist deshalb eine Mischung von Zwecken auf, die die Menschen verfolgen. In der nachfolgenden Analyse geht es darum, zu versuchen, die jeweiligen Hauptzwecke herauszudestillieren und eine Typologie herauszuarbeiten. Dies geschah in den folgenden vier Schritten

- In einem ersten Schritt wurden alle Zählstellen aufgrund der oben beschriebenen Kennzahlen und Grafiken – Tages-, Wochen- und Jahresganglinien sowie des saisonalen Tagesgangs – analysiert und optisch auf Ähnlichkeiten hin untersucht. Dabei wurden auch die Daten und Muster des MZMV als Vergleich beigezogen.
- Parallel dazu wurden in einem zweiten Schritt alle Zählstellen vor Ort besucht, die Umgebungsnutzung notiert und die Zusammensetzung und Bewegungsmuster der NutzerInnen beobachtet.
- In einem dritten Schritt wurde eine Cluster-Analyse in SPSS durchgeführt. Diese hat aber keine schlüssigen Ergebnisse geliefert. Möglicherweise hätte man hier mit komplexeren statistischen Methoden noch etwas mehr herausholen können.
- In einem vierten Schritt schliesslich wurden aus den vorliegenden Informationen aus Dauerzählstellen und temporären Zählstellen sechs Typen gebildet (siehe Abb. 81). Es handelt sich dabei natürlich um Idealtypen, die in der Realität nie in reiner Form vorkommen (vielleicht mit Ausnahme des Typus 1 – siehe unten). Trotz dieser Vorbehalte scheint die Typologie eine gewisse Plausibilität aufzuweisen.

Typ 1: Freizeit – Naherholung

Spazieren, Joggen, Ausflüge usw.

Typ 2: Einkaufsachse Innenstadt (von grösseren Städten)

Haupt-Wegzwecke: Einkauf sowie etwas Freizeit (Ausgang, Gastronomie).

Typ 3: Pendlerverkehr: Ausbildung und Arbeit

Zugang zu Schulen, Arbeitsgebieten und öV.

Typ 4: Orts- und Quartierzentren mit öV-Bedeutung

Haupt-Wegzwecke: Arbeit/Ausbildung, Einkauf und etwas Freizeit.

Typ 5: Quartierachsen mit lokaler Versorgung

Haupt-Wegzwecke: Arbeit/Ausbildung, Einkauf und etwas Freizeit.

Typ 6 Zugänge zu Ausgehmeilen in grösseren (Innen-)Städten

Haupt-Wegzwecke: Freizeit (Gastronomie, Unterhaltung usw.)
Arbeit/Ausbildung sowie Einkauf.

Abb. 81 Aus der Analyse der Zählstellen gewonnene Typologie

Die Bezeichnungen der Typen orientieren sich zum Teil an den Wegzwecken und zum Teil an den Örtlichkeiten. Bei jedem Typ sind jedoch immer beide Aspekte in der Beschreibung genannt, da bestimmte Zwecke bzw. Mischungen von Zwecken häufig an spezifischen Orten vorkommen.

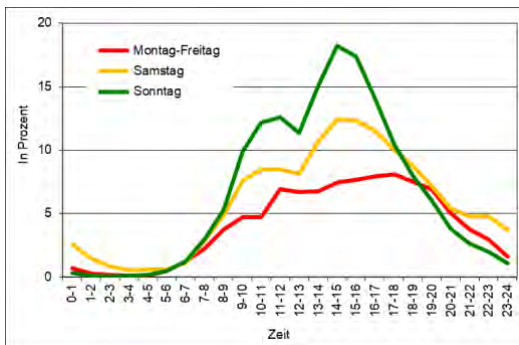
Im Folgenden werden die Typen näher beschrieben und der Tages- Wochen- und Jahresgang anhand der Mikrozensus-Daten und einer beispielhaften Dauerzählstelle beschrieben. Zudem wird auf weitere, ähnliche Zählstellen verwiesen und es werden für einzelne Typen vertiefende Zusatzanalysen vorgenommen.

**Typ 1: Freizeit – Naherholung
Spazieren, Joggen, Ausflüge usw.**

Dieser Typ ist aufgrund seiner Lage und Monofunktionalität relativ schnell erkennbar. Die entsprechenden Zählstellen gleichen sich in ihren Mustern stark. Je nach Ort bzw. Zählstelle kann es in den Morgenstunden noch einen kleinen Einfluss durch Pendlerverkehr geben, was sich in einer leichten Erhöhung der Frequenzen bzw. der Anteile zeigt. Um die Mittagszeit sind auf Erholungswegen häufig auch Joggende unterwegs, was zu einer Spitze um diese Zeit führt. Die ist neben dem hier dargestellten Birskopfsteg zum Beispiel auch ausgeprägt am Kloster-Fahrweg in Zürich erkennbar. (siehe Abb. 86 bei den Zusatzauswertungen zum Typ 1 unten).

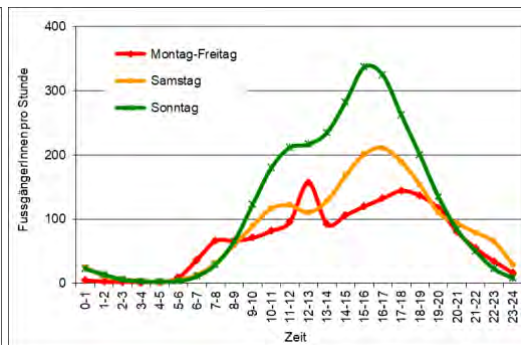
Tagesganglinie

Typ gemäss Mikrozensus
„Mobilität und Verkehr“ 2015

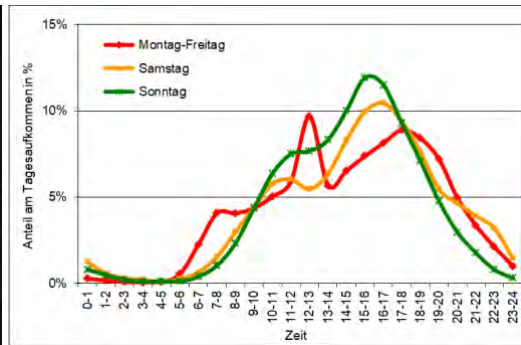


Anteil der Bevölkerung unterwegs

Typ gemäss Beispielzählstelle:
Birskopfsteg Basel 2019



Absolutes Aufkommen pro Stunde



Birskopfsteg: Foto der Zählstelle (links) und Anteil der jeweiligen Stunde am Tagestotal (rechts)

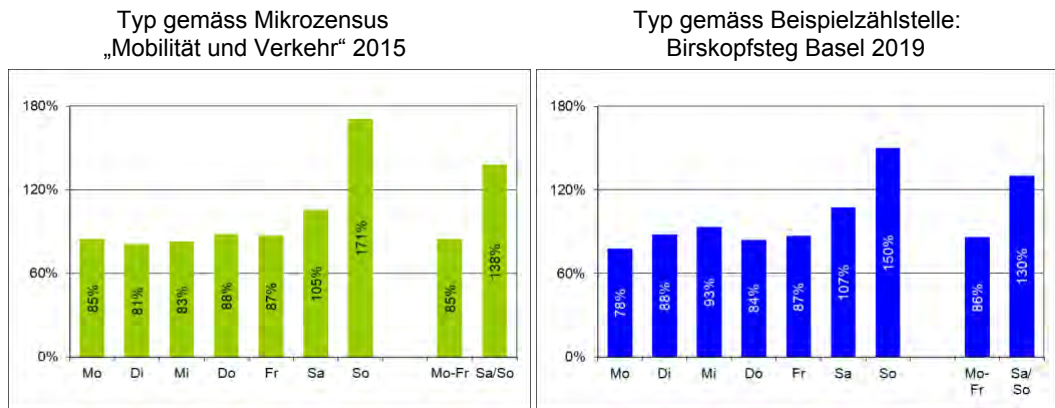
Abb. 82 Tagesganglinie Typ 1: Freizeit – Naherholung (Spazieren, Joggen, Ausflüge) am Beispiel des MZMV und der Zählstelle Birskopfsteg Basel 2019

Einbezogene Dauerzählstellen: Basel-Stadt: Birskopfsteg; Biel: Seevorstadt; Zürich: Arboretum und Seefeldquai

Nicht einbezogene Kurzzeit-Zählstellen: Flawil: Botsberger Riet; St. Gallen: Dreilindenweg

Die Dauerzählstelle am Kloster-Fahrweg in Zürich konnte leider nicht in die Analyse aufgenommen werden, da er durch seine spezielle Ganglinie aufgrund der Joggenden das Resultat für eine typische Naherholungs-Situation zu sehr verfälscht hätte. Siehe auch Darstellung unten „Zusatzauswertungen zum Typ 1“.

Wochenganglinie

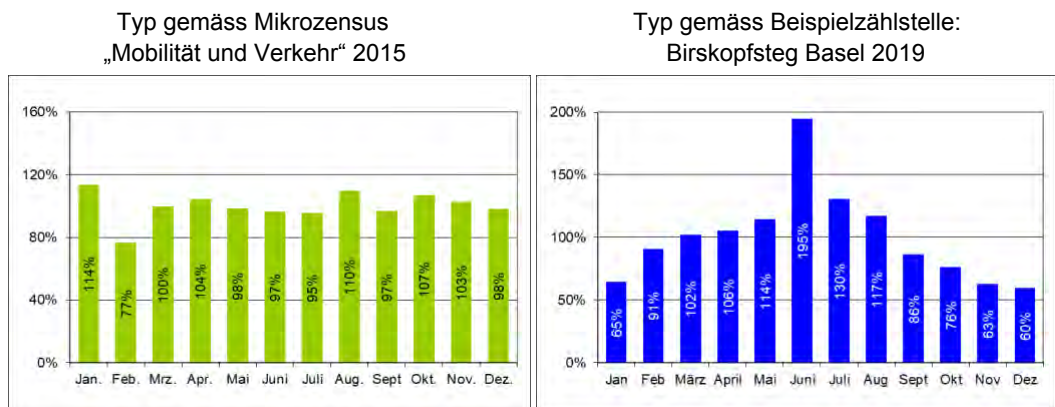


Anteil der einzelnen Wochentage am Durchschnitts-Aufkommen aller Tage pro Woche

Abb. 83 Wochenganglinie Typ 1: Freizeit – Naherholung (Spazieren, Joggen, Ausflüge) am Beispiel des MZMV und der Zählstelle Birsikopfsteig Basel 2019

Die Wochenganglinien des MZMV und der Beispielzählstelle Birsikopfsteig in Basel zeigen einen relativ ähnlichen Verlauf. Der Sonntag ist eindeutig der Spitzentag, gefolgt vom Samstag. Die Werkstage (Mo-Fr) sind relativ ausgeglichen, am Birsikopfsteig der Mittwoch ist leicht überdurchschnittlich, im MZMV sind es der Donnerstag und Freitag. Bei der Darstellung der Mikrozensus-Daten handelt es sich nur um die „nicht-sportlichen Aussenaktivitäten“ wie z. B. Spazieren und nicht alle Freizeitaktivitäten. Dies scheint für diesen Typ relevanter und angemessener.

Jahresganglinie



Anteil der Monate am durchschnittlichen Aufkommen aller Monate

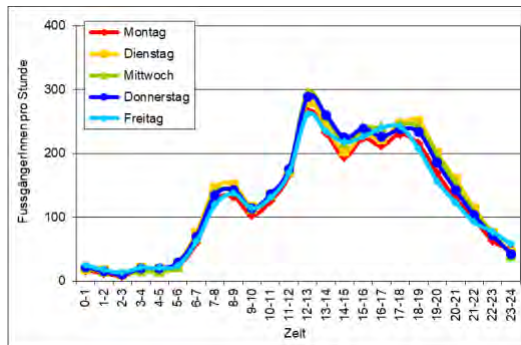
Abb. 84 Jahresganglinie Typ 1: Freizeit – Naherholung (Spazieren, Joggen, Ausflüge) am Beispiel des MZMV und der Zählstelle Birsikopfsteig Basel 2019

Beim Jahresgang ergeben sich zwischen MZMV und der Beispielzählstelle Birsikopfsteig deutliche Unterschiede. Während an der Beispielzählstelle der Monat Juni den absoluten Spitzenmonat bildet und die Anteile ab Januar bis dahin ständig zunehmen und danach wieder schrittweise abnehmen, ist das Bild beim MZMV viel ausgeglichener. Hier sind vor allem die Monate Januar und August etwas überdurchschnittlich, während der Februar stark abfällt. Beim MZMV wurden wiederum nur die Daten der „nicht-sportlichen Aussenaktivitäten“ verwendet. Das Bild verändert sich jedoch nicht, wenn alle Freizeitaktivitäten einbezogen werden.

Dass im MZMV kein saisonaler Effekt sichtbar wird, ist erstaunlich und nicht ganz plausibel. Bei den Zählstellen ist der Einfluss der Jahreszeiten deutlich erkennbar, siehe hierzu auch die Beispielzählstellen aus der Stadt Zürich (siehe unten).

Zusatzauswertungen zum Typ 1

Zur Illustration werden untenstehend noch zwei weitere Beispiele von Tagesganglinien des Haupt-Wegzwecks Freizeit – Naherholung wiedergegeben. Es handelt sich zum



einen um die Tagesganglinie von Montag bis Freitag im Arboretum der Stadt Zürich, bei der gut ersichtlich wird, dass am Morgen auch noch etwas Pendlerverkehr unterwegs ist. In der Mittagsspitze werden neben jenen Personen, die sich im Park am See ausruhen und etwas Essen auch einige Joggende registriert.

Abb. 85 Typ 1: Tagesganglinie Montag bis Freitag am Beispiel der Zählstelle Arboretum in Zürich 2018

Diese Nutzung durch Joggende wird noch deutlicher am zweiten Beispiel, dem Kloster-Fahrweg entlang der Limmat in Zürich. In Abb. 86 wird die Tagesganglinie von Montag bis Freitag nach Saison dargestellt. Deutlich sichtbar wird hier in allen Jahreszeiten die hohe Mittagsnutzung durch Joggende. Im Sommer ist das Aufkommen zu dieser Tageszeit etwas niedriger als in den anderen Jahreszeiten. Dafür ist es am Vormittag und länger in den Abend hinein deutlich höher. Da sind aber neben Joggenden auch zahlreiche Spazierende dabei.

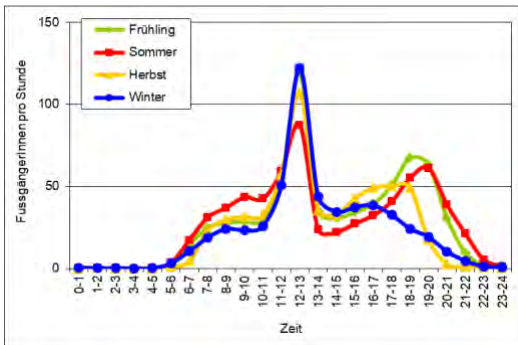


Abb. 86 Typ 1: Tagesganglinie Montag bis Freitag nach Jahreszeiten am Beispiel der Zählstelle Kloster-Fahrweg Zürich 2018

Die Jahreganglinien auf Naherholungswegen werden einerseits vom Wetter und andererseits von orts- und situationsspezifischen Aspekten beeinflusst. Im Allgemeinen zeigen die Zählstellen des Typs 1 in den Sommermonaten das höchste Aufkommen. Aber auch ein schöner Monat in einer anderen Jahreszeit kann zu einem überdurchschnittlichen Aufkommen führen. So wie dies z. B. im April 2018 der Fall war. Meteo Schweiz schreibt im Klimabulletin Frühling 2018 (Meteo Schweiz 2018 [28]): „Auf den kühlen März folgte der zweitwärmste April seit Messbeginn 1864. Im landesweiten Mittel übertraf der April die Norm um 3.9 Grad. (...) Und die Wärme ging weiter. Der Frühling endete mit dem fünftwärmsten Mai seit Messbeginn 1864.“ Dieser Wetterwechsel zwischen März und April sowie die Fortsetzung im Frühling lässt sich sehr schön am Aufkommen an den beiden naherholungsorientierten Zählstellen „Seefeldquai“ und „Kloster-Fahrweg“ der Stadt Zürich ablesen.

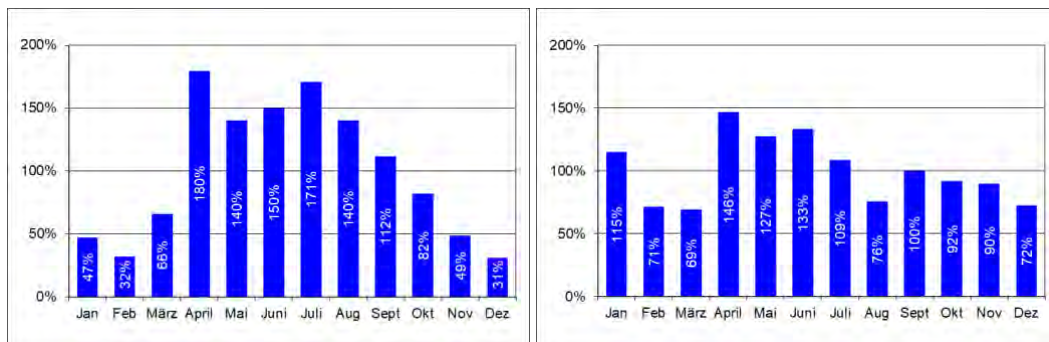


Abb. 87 Typ 1: Jahresganglinie 2018 an den Zählstellen „Seefeldquai“ und „Kloster-Fahrweg“ in Zürich

Typ 2: Einkaufsachse Innenstadt (von grösseren Städten)
Haupt-Wegzwecke: Einkauf und etwas Freizeit (Ausgang, Gastronomie)

Dieser Typus ist vor allem in Kernbereichen von grösseren Städten zu finden, häufig ist es eine Haupteinkaufsachse oder liegt angrenzend zu einer. Neben dem Einkauf ist meist auch Freizeitverkehr (Gastronomie usw.) vertreten, was ein gewisses Aufkommen am Abend sowie am Sonntag generiert. In den Innenstädten ist die Samstagsspitze des Einkaufs eher am Nachmittag und nicht am Vormittag, wie es die allgemeine Mikrozensus-Kurve nahelegt¹³. Eine MZ-Spezialauswertung der beiden Innenstädte von Basel und Zürich zeigt diesen etwas anderen Verlauf. Er basiert allerdings auf einer geringen Stichprobe (siehe Abb. 91).

Bei „reinen“ Einkaufsstrassen ist zudem der Tagesgang am Sonntag sehr flach wie die Auswertung des MZMV oder z. B. die Zählstelle an der Vadianstrasse in St. Gallen (siehe Abb. 93) zeigen. Pendlerverkehr ist an solchen Achsen zwar auch vorhanden, aber hat keinen zentralen Einfluss.

Tagesganglinie

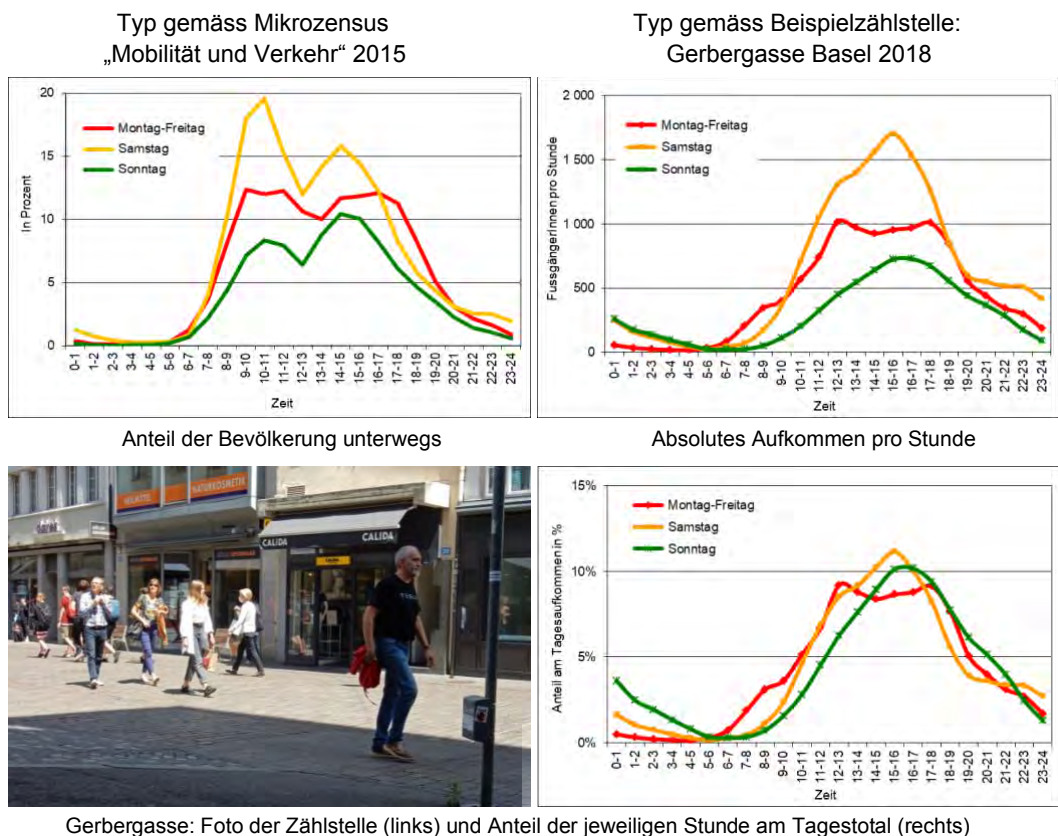


Abb. 88 Tagesganglinie Typ 2: Einkaufsachse Innenstadt (Haupt-Wegzwecke: Einkauf und etwas Freizeit – Ausgang, Gastronomie) am Beispiel des MZMV und der Beispielzählstelle Gerbergasse Basel 2018

Einbezogene Dauerzählstellen: Basel-Stadt: Gerbergasse und Mittlere Rheinbrücke; St. Gallen: Vadianstrasse; Zürich: Limmatquai

Nicht einbezogene Kurzzeit-Zählstellen: Winterthur: Untertor, Stadthausstrasse; Luzern: Löwenplatz, Schwanenplatz, Seebrücke

¹³ Bei der Mikrozensus-Auswertung wurden die Einkaufswege vollständig und die Freizeitwege zur Hälfte berücksichtigt. Freizeit umfasst dabei alle Aktivitäten, also Sport, Spaziergänge, Gastronomiebesuch, Kulturveranstaltungen, Besuche bei Familie und Freunden usw. Es wäre schwierig gewesen, hier eine Abgrenzung vorzunehmen. Der Freizeittyp „Gastronomie“ und „Ausgang“ dürfte in der Innenstadt aber im Vordergrund stehen.

Wochenganglinie

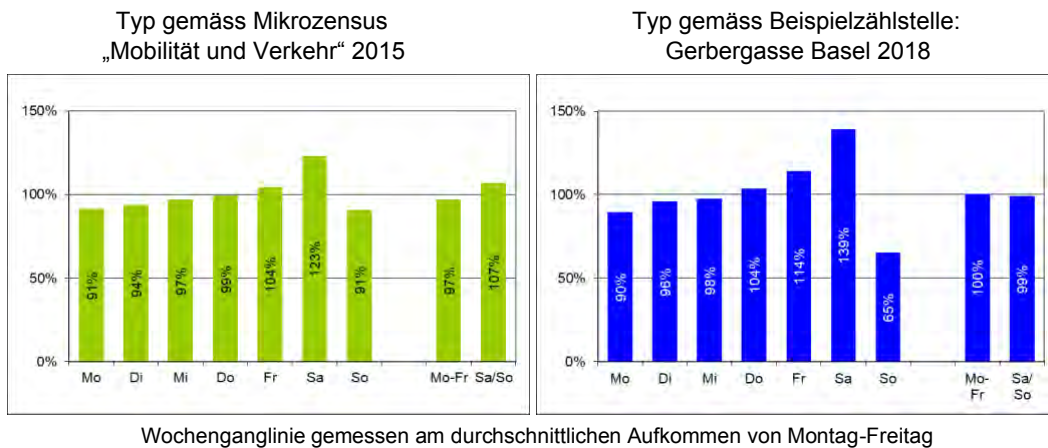


Abb. 89 Wochenganglinie Typ 2: Einkaufsachse Innenstadt (Haupt-Wegzwecke: Einkauf und etwas Freizeit – Ausgang, Gastronomie) am Beispiel des MZMV und der Beispielzählstelle Gerbergasse Basel 2018

Die Wochenganglinien des MZMV und der Beispielzählstelle Gerbergasse in Basel gleichen sich recht gut. Im Wochenverlauf nimmt der Anteil des Aufkommens gemessen am Durchschnitt aller Tage zu. Der Samstag ist der Spizentag, der Sonntag deutlich niedriger. Nimmt man auch im MZMV nur die „reinen“ Einkaufswege (ohne Freizeitanteile), so ist der Sonntag ebenfalls deutlich niedriger als die 91% (siehe Abb. 92).

Jahresganglinie

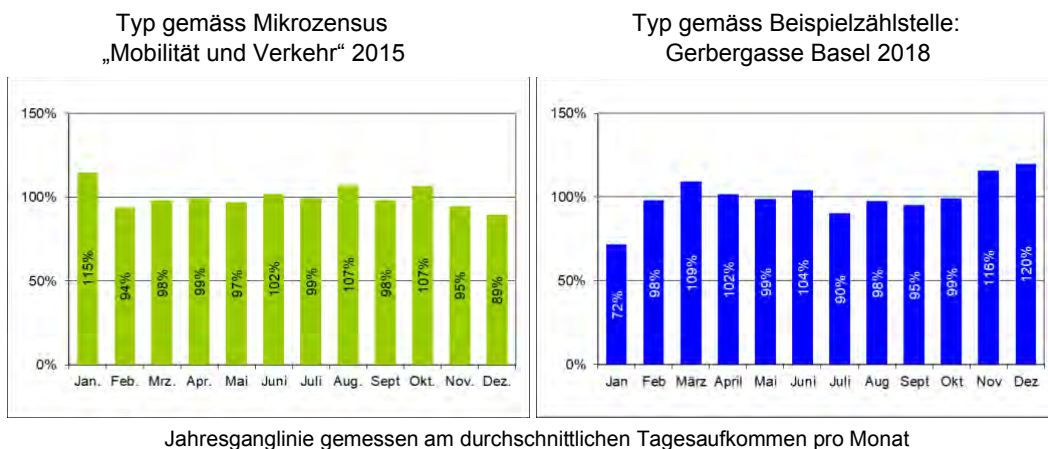


Abb. 90 Jahresganglinie Typ 2: Einkaufsachse Innenstadt (Haupt-Wegzwecke: Einkauf und etwas Freizeit – Ausgang, Gastronomie) am Beispiel des MZMV und der Beispielzählstelle Gerbergasse Basel 2018

Beim Jahresgang ergibt sich zwischen MZMV und der Beispielzählstelle Gerbergasse ein deutlicher Unterschied, ja gar eine gegenläufige Tendenz. Während im MZMV der Monat Januar überdurchschnittlich und die Monate November und Dezember unterdurchschnittlich sind, ist das relative Aufkommen an der Zählstelle selber genau umgekehrt. Der Januar weist ein stark unterdurchschnittliches Aufkommen auf, die Monate November und Dezember dagegen ein überdurchschnittliches. Dies ist auch plausibel, generiert doch der Weihnachtseinkauf hohe Frequenzen. Der Juli ist aufgrund der Ferien dagegen unterdurchschnittlich. Weshalb der MZMV im Jahresgang ein deutlich anderes Bild zeigt, ist unklar. Selbst wenn man nur die Innenstädte von Basel und Zürich nimmt, ergibt sich kein plausibleres Bild (siehe Abb. 92).

Spezialauswertungen zum Typ 2

Wie oben beschrieben, unterscheidet sich der Einkaufsverkehr am Samstag in den Innenstädten deutlich vom allgemeinen Aufkommen. Abb. 91 zeigt dieses in den Innenstädten von Basel und Zürich (Postleitzahlen 4051 und 8001). Berücksichtigt wurden alle zurückgelegten Fusswege, nicht nur jene der dortigen Bevölkerung. Mit dabei sind also auch die BesucherInnen aus anderen Stadtteilen und Orten von ausserhalb der Stadt, allerdings ohne die TouristInnen (sie werden im MZMV nicht befragt).

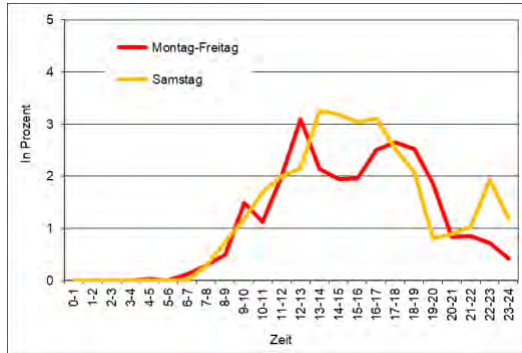


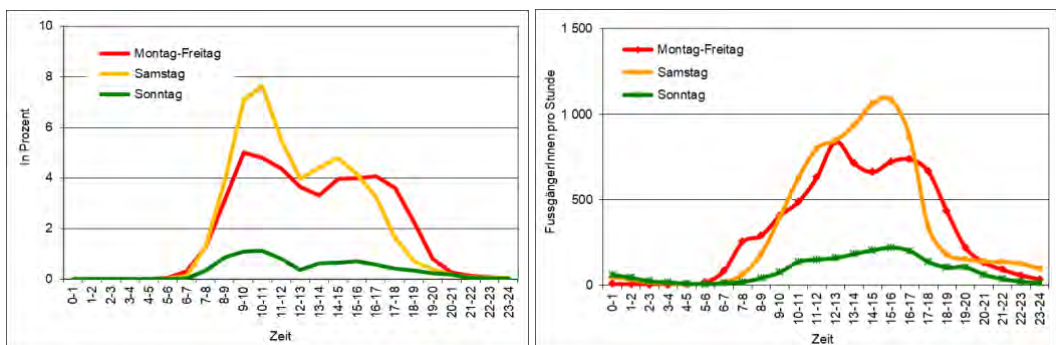
Abb. 91 Typ 2: Tagesganglinie der Haupt-Wegzwecke Einkauf (vorwiegend) und etwas Freizeit gemäss MZMV: Innenstädte von Basel und Zürich (Postleitzahlen 4051 und 8001), Anteil der Bevölkerung, die für die genannten Zwecke zu Fuss in diesen beiden Gebieten unterwegs ist. Der Sonntag wird aufgrund der geringen Stichprobe nicht dargestellt.

Die analoge Auswertung des Wochen- und Jahrgangs der beiden Innenstädte von Basel und Zürich zeigt dagegen kein schlüssiges Bild. Im Wochengang nehmen die Anteile zwar ebenfalls zu, erstaunlich sind allerdings der hohe Wert für den Donnerstag und der tiefe Wert für den Freitag. Der Sonntag liegt in der Grössenordnung der Zählstelle Gerbergasse. Beim Jahrgang ergibt sich ein uneinheitliches Bild, das schwierig zu interpretieren ist.



Abb. 92 Typ 2: Wochenganglinie (links) und Jahrganglinie (rechts) der Haupt-Wegzwecke Einkauf (vorwiegend) und etwas Freizeit gemäss MZMV: Innenstädte von Basel und Zürich (Postleitzahlen 4051 und 8001).

Betrachtet man nur das „reine“ Einkaufen, also ohne bzw. nur sehr geringen Freizeitanteilen, so zeigen sowohl der MZMV wie z. B. die Zählstelle Vadianstrasse in St. Gallen, dass es am Sonntag kaum ein Aufkommen gibt.



Anteil der Bevölkerung unterwegs

Absolutes Aufkommen pro Stunde

Abb. 93 Typ 2: „Reine“ Einkaufswege gemäss MZMV (links); fast „reine“ Einkaufsstrasse: Vadianstrasse St. Gallen gemäss Zählgerät vor Ort (rechts)

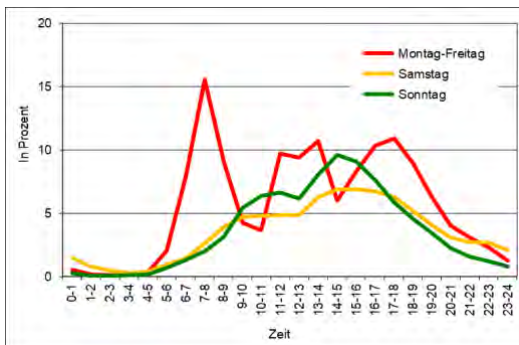
Typ 3: Pendlerverkehr: Ausbildung und Arbeit Zugang zu Schulen, Arbeitsgebieten und/oder öV

Arbeit und Ausbildung sind in diesem Typus vorherrschend, klar erkennbar an der deutlichen und „steilen“ Morgenspitze und dem dreipfligen Verlauf. Auf den Wegen scheint sich auch noch etwas Freizeitverkehr abzuspielen, dessen Ausmass variieren kann. Der Einkaufsverkehr ist eher gering und spielt nur vereinzelt am Samstag eine gewisse Rolle. Für die Auswertung der Mikrozensus-Daten wurden die Arbeits- und Ausbildungswege ganz und die Freizeitwege zur Hälfte berücksichtigt. Dies gilt auch für den Wochen- und Jahresgang unten.

Dieser Typus findet sich am ehesten bei Zugängen zu Schulen oder Arbeitsgebieten bzw. bei wichtigen öV-Haltestellen bzw. Bahnhöfen, wobei in den letztgenannten Fällen die Mittagsspitze sehr viel kleiner ausfällt (siehe dazu Zusatzauswertungen unten). Die Tagesgänge des MZMV und der Beispielzählstelle an der Wolfschlucht-Promenade in Basel verlaufen sehr ähnlich. Einziger wesentlicher Unterschied ist die ein- statt der zweipfligen Mittagsspitze an der Zählstelle.

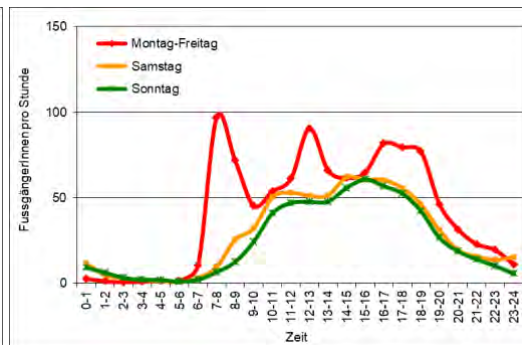
Tagesganglinie

Typ gemäss Mikrozensus
„Mobilität und Verkehr“ 2015

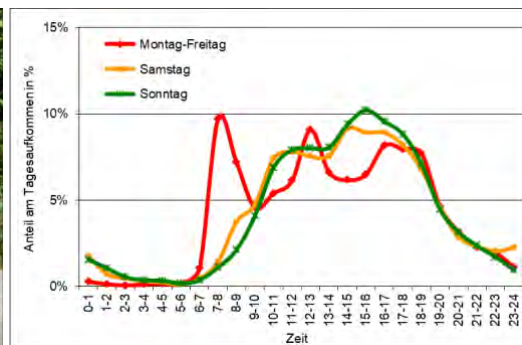


Anteil der Bevölkerung unterwegs

Typ gemäss Beispielzählstelle:
Wolfschlucht-Promenade Basel 2018



Absolutes Aufkommen pro Stunde



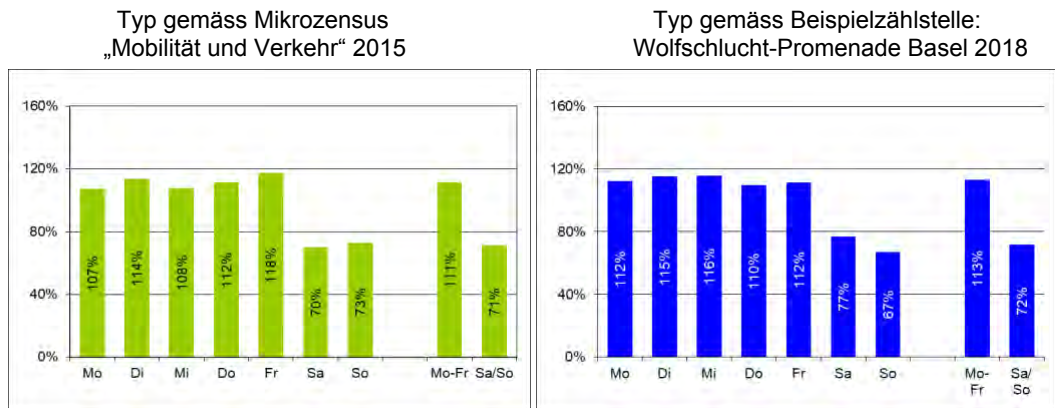
Wolfschlucht-Promenade: Foto der Zählstelle (links) und Anteil der jeweiligen Stunde am Tagestotal (rechts)

Abb. 94 Tagesganglinie Typ 3: Pendlerverkehr: Ausbildung und Arbeit (Zugang zu Schulen, Arbeitsgebieten und/oder öV) am Beispiel des MZMV und der Zählstelle Wolfschlucht-Promenade Basel 2018

Einbezogene Dauerzählstellen: Basel-Stadt: Wolfschlucht-Promenade, Neubadstrasse, Elisabethenstrasse, Elisabethenanlage; Zürich: Altstetterstrasse, Weinbergfussweg und Militärbrücke.

Nicht einbezogene Kurzzeit-Zählstellen: St. Gallen: Gröbliweg; Sarnen: Dorfkapelle; Herznach AG: Hauptstrasse; Kantonsschule Burggraben; Winterthur: SBB-Zugänge, Busbahnhof; Brugg: Ein-/Aussteigende.

Wochenganglinie

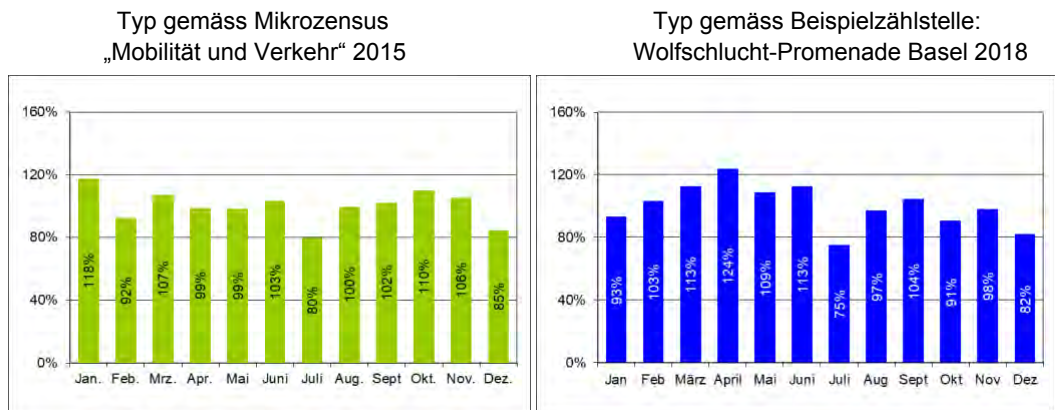


Anteil der einzelnen Wochentage am Durchschnitts-Aufkommen aller Tage pro Woche

Abb. 95 Wochenganglinie Typ 3: Pendlerverkehr: Ausbildung und Arbeit (Zugang zu Schulen, Arbeitsgebieten und/oder öV) am Beispiel des MZMV und der Zählstelle Wolfschlucht-Promenade Basel 2018

Die Wochenganglinien des MZMV und der Beispielzählstelle Wolfschlucht-Promenade in Basel zeigen einen sehr ähnlichen Verlauf. Die Samstage und Sonntage liegen deutlich unter dem Schnitt der Werkstage (Mo-Fr). Diese wiederum sind relativ ausgeglichen.

Jahresganglinie



Anteil der Monate am durchschnittlichen Aufkommen aller Monate

Abb. 96 Jahresganglinie Typ 3: Pendlerverkehr: Ausbildung und Arbeit (Zugang zu Schulen, Arbeitsgebieten und/oder öV) am Beispiel des MZMV und der Zählstelle Wolfschlucht-Promenade Basel 2018

Der Jahresgang unterscheidet sich wie schon bei den Typen 1 und 2 zwischen den Mikrozensus- und den Zählstellen-Daten. Gemeinsam ist ihnen, dass der Ferienmonat Juli sowie der Jahresendmonat Dezember deutlich tiefer liegen als die anderen Monate. Ansonsten sind Aussagen zu den unterschiedlichen Verläufen schwierig.

Zusatzauswertungen zum Typ 3

Es lohnt sich, den Pendlerverkehr, also insbesondere die Wegzwecke Ausbildung und Arbeit noch etwas genauer anzuschauen. Dies wird zum einen anhand von Zählstellen gemacht, die in der Nähe von Schulhäusern verschiedener Stufen liegen und zum anderen an Zählstellen in oder in der Nähe von Bahnhöfen bzw. Haltestellen. Dabei wird auch untersucht, ob Daten des öffentlichen Verkehrs (z. B. SBB, Verkehrsbetriebe) dienlich sein könnten, um Aussagen zum Fussverkehr in Haltestellennähe machen zu können.

Ausbildung: Zählstellen nahe Schulen – Primar- bzw. Kantons- und Hochschulen

Der Tagesgang in der Nähe von Primarschulhäusern ist – wie oben bereits erwähnt – charakterisiert durch einen steilen Anstieg am Morgen, eine Mittagsspitze, die je nachdem ein- oder zweigipflig ist und einer weiteren, allerdings niedrigeren und flacheren Spitze am Nachmittag. Der Mittwoch ist aufgrund des schulfreien Nachmittags meist etwas anders, im Jahrgang sind die Ferien deutlich ersichtlich.

Die beiden Beispiele aus Herznach im Kanton Aargau und von Sarnen zeigen diese Muster sehr klar. In Herznach wurde im Januar 2021 an zwei Tagen (Di und Do) zwischen 6 und 20 Uhr an zwei Fussgängerstreifen über die Hauptstrasse gezählt, in Sarnen bei der Dorfkapelle zwischen dem 5. Januar und 12. April 2015¹⁴.

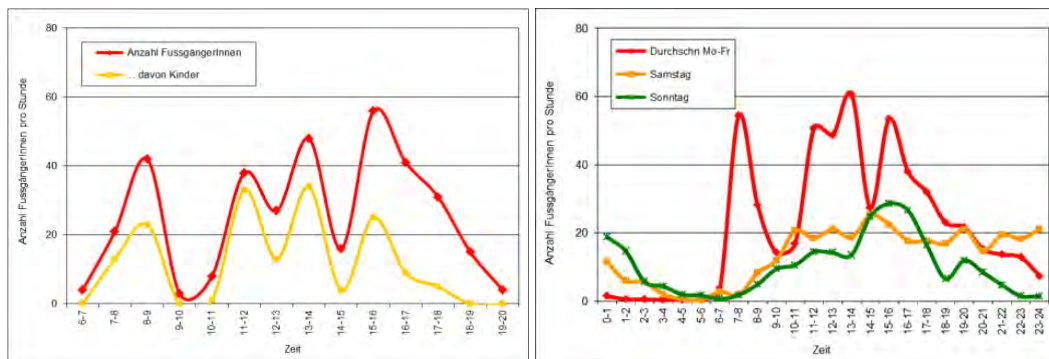


Abb. 97 Typ 3: Tagesganglinie des Hauptzwecks Ausbildung am Beispiel von Herznach AG, 2021 (links) und Sarnen NW, 2015 (rechts) (Datenquellen: siehe Fussnote)

Der Tagesgang auf Stufe Kantonsschule – hier am Beispiel der Schule Burggraben in der Stadt St. Gallen dargestellt – ist jenem der Primarschule auf den ersten Blick nicht unähnlich. Es findet sich eine deutlich Morgen- und Mittagsspitze. Die flachere Nachmittagsspitze dehnt sich allerdings bis in den frühen Abend hinein aus.

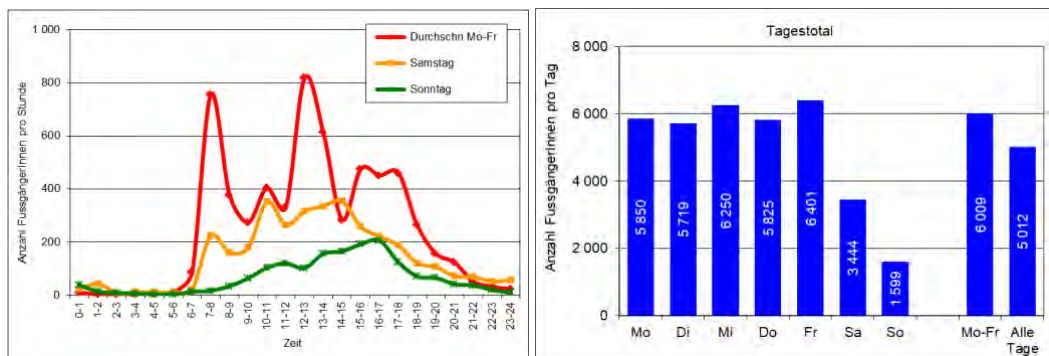


Abb. 98 Typ 3: Tages- und Wochenganglinie des Hauptzwecks Ausbildung am Beispiel der Kantonsschule Burggraben in St. Gallen (Erhebung vom 24. Januar bis 17. Februar 2020; Darstellung ohne Ferienzeit) (Datenquelle: Urs Büchler, Stadt St. Gallen)

¹⁴ Wir danken herzlich Thomas Isenring von Ballmer+Partner, Aarau, für die Daten aus Herznach AG und Ivo Näpflin von der Gemeinde Sarnen für die Daten aus dem Nidwaldner Hauptort.

Die Mittagsspitze ist zudem nicht dem Nachhauseweg geschuldet, sondern dem Weg in die Altstadt, um sich dort einen Imbiss zu besorgen. Im Sommer kommen da allenfalls noch die Wege in den angrenzenden Park dazu. Im Wochengang fällt im Gegensatz zur Volksschule der Mittwoch nicht mehr ab. Dafür sinkt das Tages-Aufkommen in der Ferienzeit an einem reinen Zugang zur Schule wie in diesem Beispiel auf noch ein Drittel ab¹⁵.



Zugang Seite Haltestelle Theater

Zugang Seite Burggraben (Richtung Altstadt)

Abb. 99 Die Zugänge zur Kantonsschule Burggraben in St. Gallen während der Zählung im Januar/Februar 2020; Fotos: Urs Büchler, Stadt St. Gallen)

Auf der Stufe Hochschule sieht das Bild dann anders aus. Hier gleicht das Aufkommen mehr dem „normalen“ Arbeitspendlerverkehr mit einer ausgeprägten Morgen- und Abendspitze. Zum Beispiel an der Zählstelle Weinberg-Fussweg, der das Gebiet der ETH/Universität mit dem Hauptbahnhof Zürich verbindet. Das tiefere Aufkommen jeweils am Morgen dürfte darauf zurückzuführen sein, dass ein Teil der Studierenden und Angestellten am Morgen für den Weg bergwärts das Tram oder die Polybahn nimmt, am Abend jedoch zu Fuss zum Bahnhof geht. Der Typ Hochschule ist vor allem am Jahresgang ablesbar. Die Semesterferien Januar/Februar sowie Juli bis Mitte September zeigen ein tieferes Aufkommen, die Semestermonate hingegen: März-Juni und Mitte September bis Anfang Dezember ein höheres.

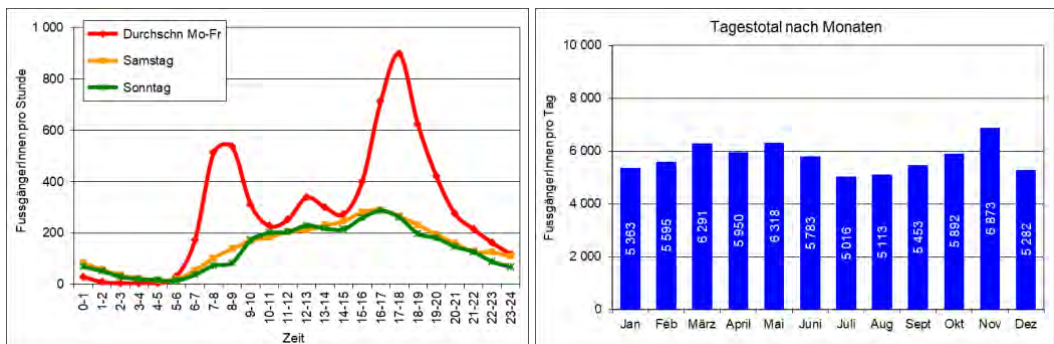


Abb. 100 Typ 3: Tages- und Wochenganglinie des Hauptzwecks Ausbildung am Beispiel der Hochschulen ETH und Universität Zürich (Erhebung ganzes Jahr 2018)

Zählstellen in der Nähe von Bahnhöfen/Haltestellen des öV

Besonders ausgeprägt ist der Typ 3 des Hauptzwecks Pendeln (Arbeit und Ausbildung) natürlich – wie bereits oben erwähnt – an Bahnhöfen und zum Teil an Haltestellen des öffentlichen Nahverkehrs. Dies zeigt sich zum Beispiel beim Tagesgang an den Bahnhöfen Winterthur und Brugg. In Winterthur wurden neben den Passagieren auch die Personen gezählt, die den Bahnhof zu Fuss unterqueren, in Brugg sind es die ein- und aussteigenden Passagiere gemäss den Daten der SBB.

¹⁵ Wir danken Urs Büchler vom Tiefbauamt der St. Gallen herzlich für die Durchführung der Zählungen.

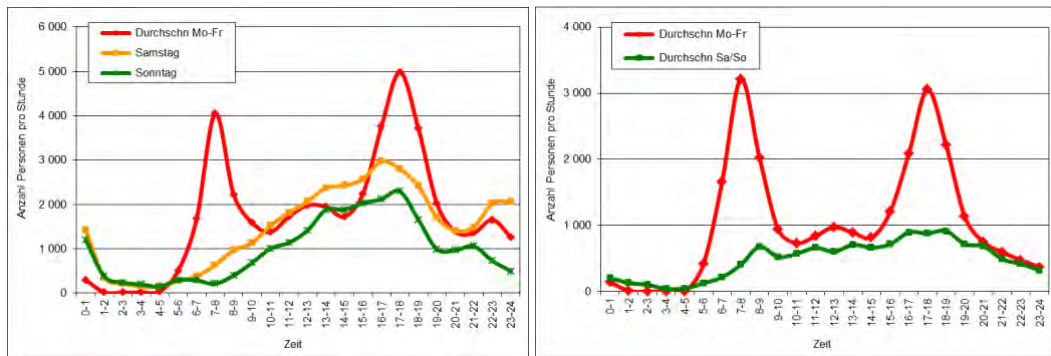


Abb. 101 Typ 3: Tagesganglinien des Hauptzwecks Arbeit/Ausbildung am Beispiel der Bahnhöfe Winterthur (links) und Brugg (rechts), Erhebungszeit in Winterthur: 10.-17. Dez. 2019; Brugg: Durchschnitt ganzes Jahr (Datenquellen: Winterthur eigene Erhebungen, Brugg: Daten SBB)

Typ 4: Orts- und Quartierzentren mit öV-Bedeutung Haupt-Wegzwecke: Arbeit/Ausbildung und Einkauf plus etwas Freizeit

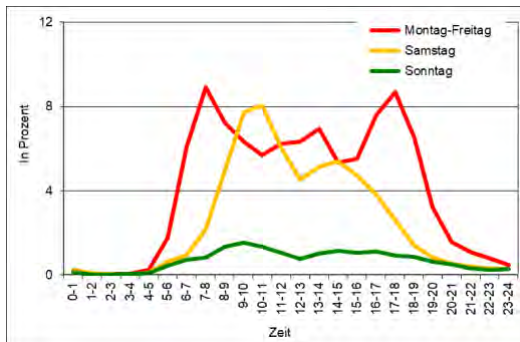
Typisch für den Verlauf in Orts- und Quartierzentren sind eine deutliche Spitze des Aufkommens am Abend und über Mittag, das niedrige Fussverkehrs-Aufkommen über den Tag an den Sonntagen sowie der ausgedehnte Samstag, der sich über grössere Teile des Vormittags und Nachmittags erstreckt. Dies vor allem in grösseren Städten. Im MZMV ist der Anteil am Samstagnachmittag geringer.

In praktisch allen Beispielen dieses Typus ist die Morgenspitze deutlich weniger ausgeprägt als im MZMV, dafür ist die Mittagsspitze eher grösser. Wenn es in der Umgebung viele Arbeitnehmende hat, die am Mittag zum Essen gehen, ist die Spitze zu dieser Zeit sogar fast so hoch wie am Abend.

Der Typus ist häufig in Orts- und Quartierzentren zu finden, in denen eine Mischung von Einkaufs- und Pendlerverkehr vorherrscht und damit meist einen multifunktionalen Treffpunkt bildet. Dies zeigt z. B. die Zählstelle an der Rebgasse in unmittelbarer Nähe des Claraplatzes auf der Kleinbasler Seite, wo Einkaufen (Aldi, Lidl, Denner, Migros usw.) mit Dienstleistungen wie Post und Restaurants/Cafés einhergehen und der Platz zudem ein öV-Knotenpunkt ist.

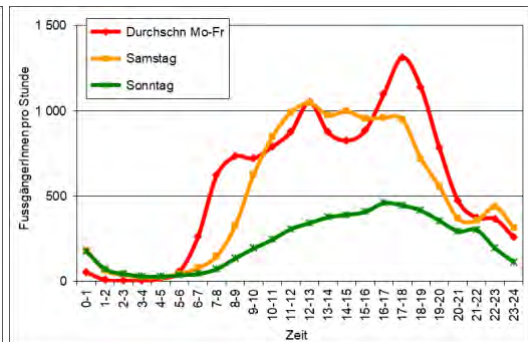
Tagesganglinie

Typ gemäss Mikrozensus
„Mobilität und Verkehr“ 2015

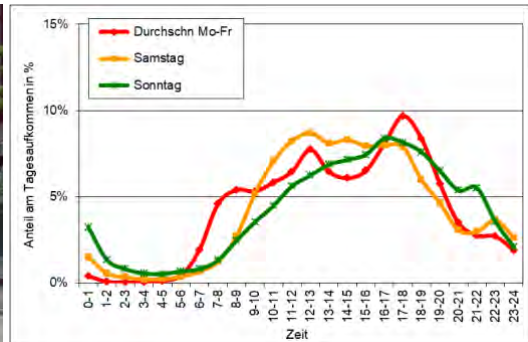


Anteil der Bevölkerung unterwegs

Typ gemäss Beispielzählstelle:
Ohmstrasse Zürich 2018



Absolutes Aufkommen pro Stunde



Ohmstrasse: Foto der Zählstelle (links) und Anteil der jeweiligen Stunde am Tagestotal (rechts)

Abb. 102 Tagesganglinie Typ 4: Quartierzentren mit öV-Bedeutung (Haupt-Wegzwecke: Arbeit/Ausbildung und Einkauf plus etwas Freizeit) am Beispiel des MZMV und der Zählstelle Ohmstrasse Zürich 2018

Einbezogene Dauerzählstellen: Basel: Rebgasse, Stückisteg, Güterstrasse; Biel: Bahnhof- und Zentralstrasse (zwei Zählstellen); Zürich: Ohmstrasse und Zehntenhausplatz

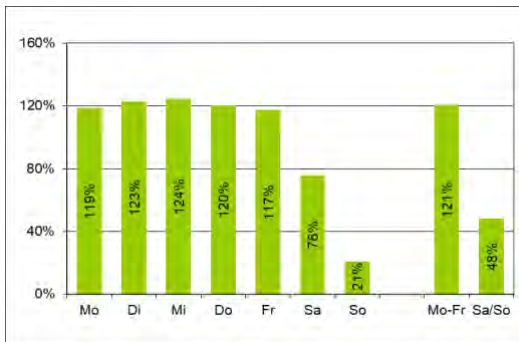
Nicht einbezogene Kurzzeit-Zählstellen: St. Gallen: Gutenbergstrasse; Flawil: Bahnhofstrasse; Olten: Alte Brücke; Solothurn: Kreuzackerbrücke; Zürich: Limmatplatz

Die drei Zählstellen in Biel sind aufgrund ihrer Ganglinien ebenfalls diesem Typus zuzuordnen, obwohl man aufgrund ihres Standorts und der Umgebungsnutzung vielleicht eher auf den Typ 2 Einkauf in Innenstädten tippen würde. Vermutlich tritt der Typ 2 aber nur auf Grossstädte (im Schweizer Format) zu und gleicht in kleineren Städten eher einem Orts- bzw. Quartierzentrum.

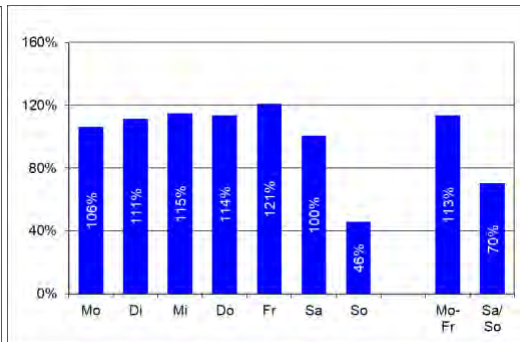
Ein analoges Muster des Tagesverlaufs ergibt sich auch bei Zählstellen, die selber kein Orts- oder Quartierzentrum bilden, aber ein solches mit einem wichtigen öV-Punkt verbinden. Dies ist z. B. bei der Alten Brücke in Olten oder an der Kreuzackerbrücke in Solothurn der Fall, die beide wichtige Verbindungen zwischen Alt- bzw. Innenstadt und dem Bahnhof sind.

Wochenganglinie

Typ gemäss Mikrozensus
„Mobilität und Verkehr“ 2015



Typ gemäss Beispielzählstelle:
Ohmstrasse Zürich



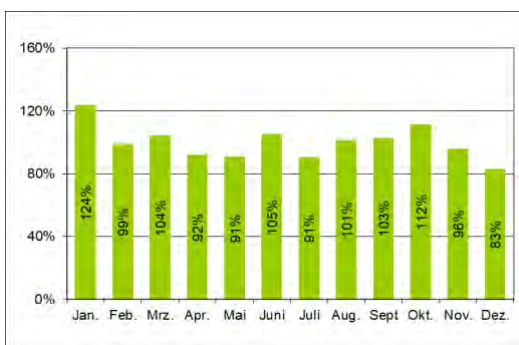
Anteil der einzelnen Wochentage am Durchschnitts-Aufkommen aller Tage pro Woche

Abb. 103 Typ 4: Wochenganglinie Typ 4: Quartierzentren mit öV-Bedeutung (Haupt-Wegzwecke: Arbeit/Ausbildung und Einkauf plus etwas Freizeit) am Beispiel des MZMV und der Zählstelle Ohmstrasse Zürich 2018

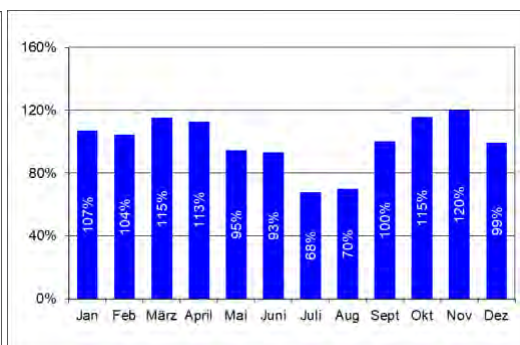
Die Wochenganglinien des MZMV und der Beispielzählstelle gleichen sich mit Ausnahme des Samstags recht gut. An der Zählstelle hat der Einkaufsverkehr einen etwas grösseren Einfluss als bei der Mischung der Zwecke Arbeit und Einkaufen im MZMV. In beiden Datensätzen zeigt sich das geringe Aufkommen am Sonntag.

Jahresganglinie

Typ gemäss Mikrozensus
„Mobilität und Verkehr“ 2015



Typ gemäss Beispielzählstelle:
Ohmstrasse Zürich



Anteil der Monate am durchschnittlichen Aufkommen aller Monate

Abb. 104 Typ 4: Jahresganglinie Typ 4: Quartierzentren mit öV-Bedeutung (Haupt-Wegzwecke: Arbeit/Ausbildung und Einkauf plus etwas Freizeit) am Beispiel des MZMV und der Zählstelle Ohmstrasse Zürich 2018

Der Jahresgang ist im MZMV wesentlich ausgeglichener als an der Zählstelle. Es ist unklar, worauf dies genau zurückzuführen ist. Vor allem der Sommer ist an der Zählstelle deutlich niedriger als im MZMV.

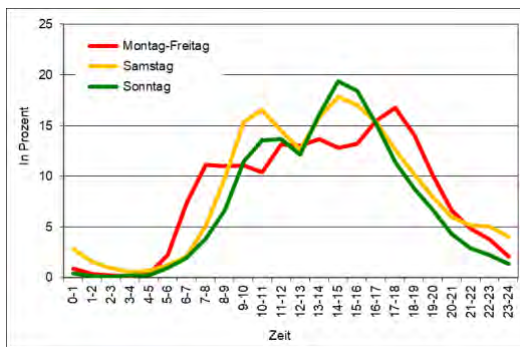
Typ 5: Quartierachsen mit lokaler Versorgung
Haupt-Wegzwecke: Arbeit/Ausbildung, Einkauf und etwas Freizeit

Dieser Typus ist besonders in innerstädtischen Quartieren und dort entlang von grösseren Strassen anzutreffen mit einer vorherrschenden (dichten) Wohnnutzung und diversen Kleingewerbe-Betrieben (Coiffeursalons, Bäckerei, Schuhmacherei und weitere Quartierläden sowie Quartierrestaurants), die in erster Linie der lokalen Versorgung dienen. Die Zählstellen an der Mülhauser-, Allschwiler-, Hard- und Klybeckstrasse in Basel sowie der Dufour- und Bözingenstrasse in Biel charakterisieren diesen Typus sehr gut. Entsprechend wird der Rhythmus dieser Zählstellen mit lokalem Pendler-, Einkaufs- und etwas Freizeitverkehr sichtbar. Letzteres z. B. als Zugang zu einem Quartierpark wie dem Allschwilerpark an der gleichnamigen Strasse.

Im Gegensatz zum Typ 4 hat dieser Typ einen ausgeprägteren dreigipfligen Tagesverlauf und insbesondere eine sichtbare Morgenspitze. Die Anteile am Sonntag sind aufgrund der lokalen Freizeitnutzung ebenfalls etwas höher als beim Typ 4.

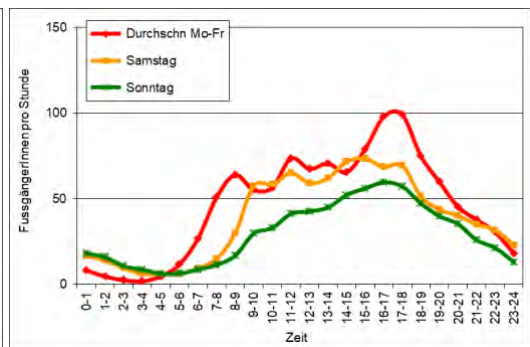
Tagesganglinie

Typ gemäss Mikrozensus
 „Mobilität und Verkehr“ 2015

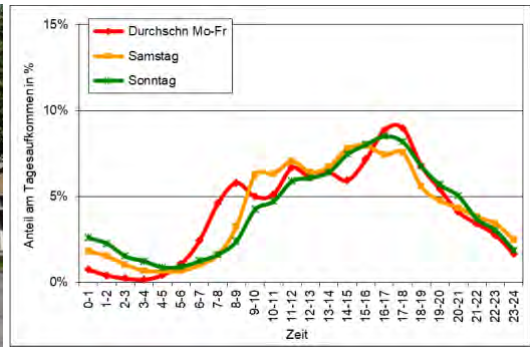


Anteil der Bevölkerung unterwegs

Typ gemäss Beispielzählstelle:
 Dufourstrasse 2019



Absolutes Aufkommen pro Stunde



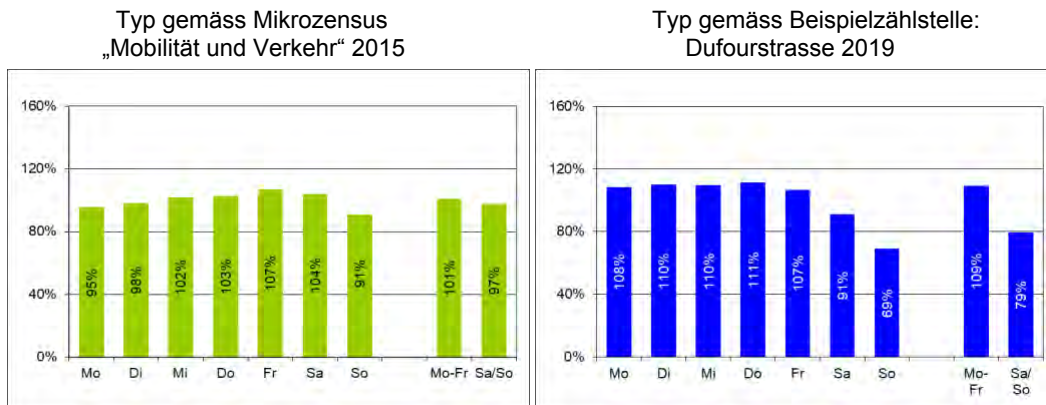
Dufourstrasse: Foto der Zählstelle (links) und Anteil der jeweiligen Stunde am Tagestotal (rechts)

Abb. 105 Tagesganglinie Typ 5: Quartierachsen mit lokaler Versorgung (Haupt-Wegzwecke: Arbeit/Ausbildung, Einkauf und etwas Freizeit) am Beispiel des MZMV und der Zählstelle Dufourstrasse in Biel 2019

Einbezogene Dauerzählstellen: Basel: Allschwiler-, Hard-, Klybeck- und Mülhauser strasse; Biel: Bözingenstrasse und Dufourstrasse

Nicht einbezogene Kurzzeit-Zählstellen: Rheineck: Hauptstrasse; Sarnen: Klosterallee

Wochenganglinie

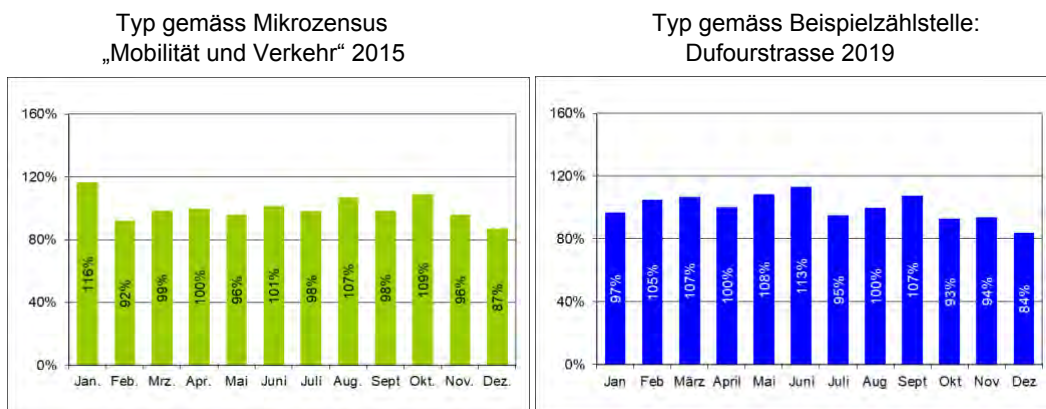


Anteil der einzelnen Wochentage am Durchschnitts-Aufkommen aller Tage pro Woche

Abb. 106 Wochenganglinie Typ 5: Quartierachsen mit lokaler Versorgung (Haupt-Wegzwecke: Arbeit/Ausbildung, Einkauf und etwas Freizeit) am Beispiel des MZMV und der Zählstelle Dufourstrasse in Biel 2019

Während die Wochenganglinie des MZMV über die Werkstage hinweg kontinuierlich leicht ansteigt, bleiben die Anteile über diese Tage an der Beispielzählstelle Dufourstrasse in Biel praktisch stabil. Die Anteile am Samstag und vor allem am Sonntag sind im MZMV etwas höher als an der Quartierachse in Biel, was vor allem auf den höheren Anteil des Freizeitverkehrs in der Mikrozensusberechnung zurückzuführen sein dürfte.

Jahresganglinie



Anteil der Monate am durchschnittlichen Aufkommen aller Monate

Abb. 107 Jahresganglinie Typ 5: Quartierachsen mit lokaler Versorgung (Haupt-Wegzwecke: Arbeit/Ausbildung, Einkauf und etwas Freizeit) am Beispiel des MZMV und der Zählstelle Dufourstrasse in Biel 2019

Der Jahresgang ist sowohl im MZMV wie an der Beispielszählstelle relativ ausgeglichen, v. a. wenn man in Betracht zieht, dass die Datenbasis von nur einem Jahr an der absolut gesehen nicht sehr hoch frequentierten Zählstelle schmal ist.

Typ 6 Zugänge zu Ausgehmeilen in grösseren (Innen-)Städten
Haupt-Wegzwecke: Freizeit (Gastronomie, Unterhaltung usw.)
Arbeit/Ausbildung und Einkauf

Typ 6 ist eher ein Spezialfall für grössere Städte und wird charakterisiert durch zwei Hauptzwecke: Tagsüber steht der Pendlerverkehr im Vordergrund, abends und vor allem am Freitag und Samstag ist es die Freizeit und das Nachtleben mit Gastronomie und Unterhaltung. Die Zählstellen, die in die Analyse einbezogen wurden, stehen meist nicht mitten im Ausgehviertel, sondern an den Zugängen dazu bzw. zur Innenstadt, z. B. bei Brücken oder Unterführungen. Ausgewertet wurden folgende Dauerzählstellen: Wettstein- und Johanniterbrücke in Basel sowie die Langstrasse in Zürich. Die Stichprobe ist also sehr klein. Einen ähnlichen Verlauf wie die genannten Zählstellen zeigt auch die Poststrasse in St. Gallen¹⁶. Hierfür liegen allerdings nur Daten einer temporären Zählung von drei Wochen vor.

Aufgrund der dreigipfligen Tagesganglinie wird die Funktion als Pendlerroute an Werktagen schnell ersichtlich. Vor allem am Freitag- und Samstagabend reflektieren die Zählstellen das Nachtleben der angrenzenden Gebiete. Am Sonntag wird z. B. das höchste Aufkommen des Tages kurz nach Mitternacht gezählt. Neben dem Pendler- und Freizeitverkehr gibt es v. a. samstags auch etwas Einkaufsverkehr.

Da sinnvolle Vergleichsmöglichkeiten dieses Typs mit dem MZMV fehlen, wird untenstehend neben der Tagesganglinie der Langstrasse auch jene der Poststrasse in St. Gallen dargestellt.

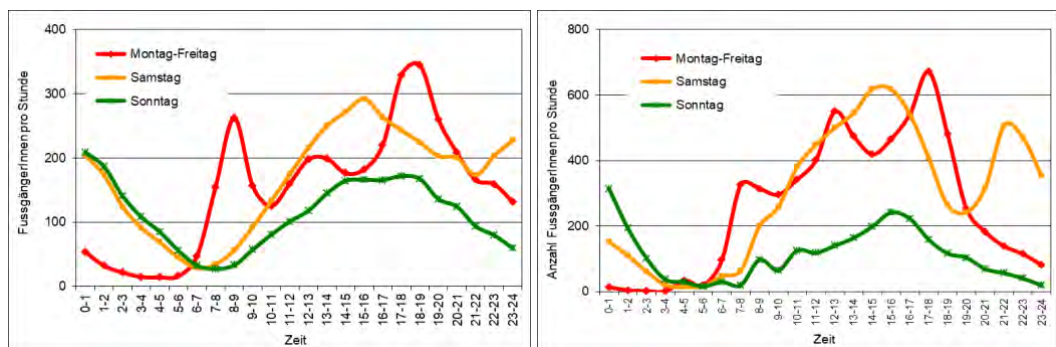


Abb. 108 Zugänge zu Ausgehmeilen Typ 6: Langstrasse Zürich 2019 (links) und Poststrasse St. Gallen (30. Okt. bis 21. Nov. 2019) (Datenquelle: Langstrasse: Stadt Zürich; Poststrasse: Urs Büchler, Stadt St. Gallen)

Die Zählstelle Langstrasse liegt am Rande dieses Ausgehviertels. Manuelle Zählungen mitten drin zeigen ein bis zu 10mal höheres Aufkommen in den Spitzenstunden am Abend (Dubuis 2013 [14]). Der Unterschied hat auch mit einer Verlagerung des Ausgangsgeschehens in Richtung des Kreis 4 in den vergangenen Jahren zu tun.



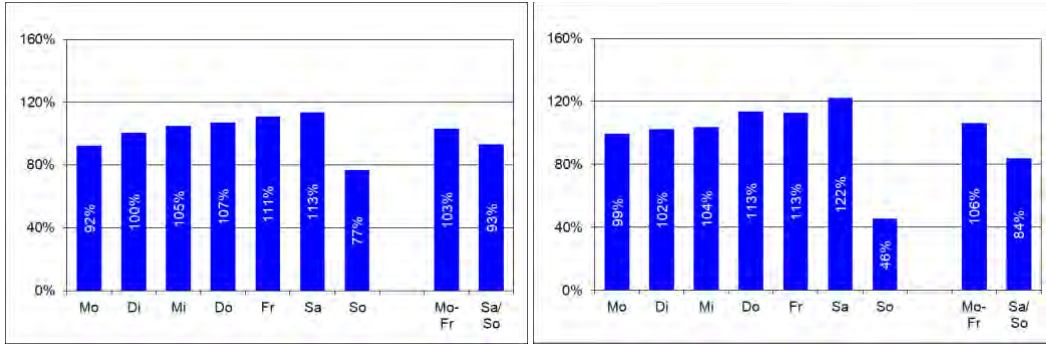
Abb. 109 Zählstelle Langstrasse Zürich

Einbezogene Dauerzählstellen: Basel: Wettstein- und Johanniterbrücke; Zürich: Langstrasse

Nicht einbezogene Kurzzeit-Zählstellen: St. Gallen: Poststrasse

¹⁶ Wir danken Urs Büchler vom Tiefbauamt der St. Gallen herzlich für die Daten der Poststrasse-Zählung.

Wochenganglinie



Anteil der einzelnen Wochentage am Durchschnitts-Aufkommen aller Tage pro Woche

Abb. 110 Zugänge zu Ausgehmeilen Typ 6: Langstrasse Zürich 2019 (links) und Poststrasse St. Gallen (30. Okt. bis 21. Nov. 2019) (Datenquelle: Langstrasse: Stadt Zürich; Poststrasse: Urs Büchler, Stadt St. Gallen)

Die Wochenganglinie zeigt eine deutliche Zunahme im Wochenverlauf mit dem höchsten Aufkommen am Samstag. Der Sonntag liegt deutlich niedriger. Ein Teil des Sonntagsaufkommens dürfte auf die Nachtstunden zurückzuführen sein.

Jahresganglinie (und saisonale Ganglinie)

Für die Poststrasse liegen keine Jahresdaten vor, deshalb wird nur der Jahresgang der Langstrasse dargestellt. Die Werte zeigen ein überdurchschnittliches Aufkommen in den Sommer- und Herbstmonaten. Im Winter und Frühling sind die Monatswerte dagegen unterdurchschnittlich. Wie das saisonale Aufkommen in absoluten Zahlen zeigt (siehe Abb. 112), sind in der warmen Jahreszeit v. a. werktags und am Samstagabend spät die Spitzen höher.



Wie das saisonale Aufkommen in absoluten Zahlen zeigt (siehe Abb. 112), sind in der warmen Jahreszeit v. a. werktags und am Samstagabend spät die Spitzen höher.

Abb. 111 Zugänge zu Ausgehmeilen Typ 6: Langstrasse Zürich 2019 (Anteil der Monate am durchschnittlichen Aufkommen aller Monate)

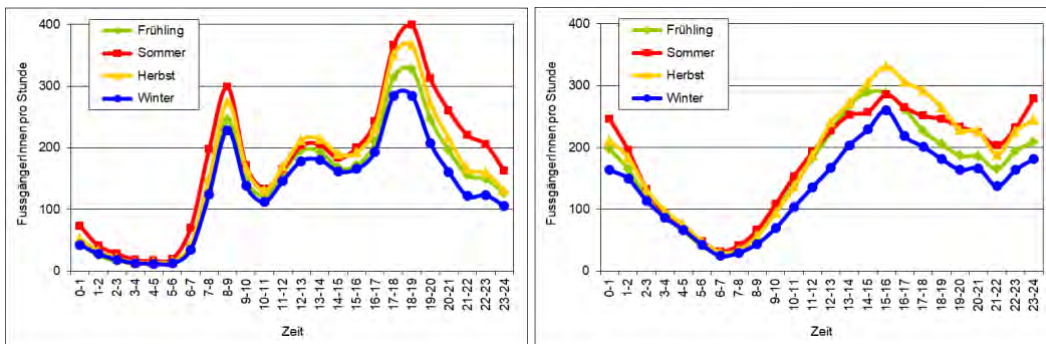


Abb. 112 Typ 6: Zugänge zu Ausgehmeilen: Langstrasse Zürich 2019: Absolutes Aufkommen über die Jahreszeiten an Werktagen (links) und an Samstagen (rechts)

Spezialfall ländlicher Raum

Eine offene Frage stellt sich noch bezüglich des ländlichen Raumes. Hier weisen einzelne Indizien aus kleineren Gemeinden darauf hin, dass es im Tagesgang eine Mittagspause zwischen 12 und 13 Uhr gibt, was teilweise darauf zurückzuführen sein könnte, dass einzelne Geschäfte über Mittag geschlossen sind und auf dem Land an Werktagen noch eine etwas längere Mittagspause gemacht wird. Die untenstehenden Beispiele aus Flawil, Rheineck und Sarnen sollen dies illustrieren. Einen ähnlichen, aber geringeren Effekt konnte auch in Biel an der Zentralstrasse festgestellt werden. Das Phänomen scheint verschiedene Typen zu betreffen und ist insofern kein Spezialfall eines bestimmten Typs. Zugleich zeigt sich an einzelnen Stellen ein erhöhtes Aufkommen am Vormittag, was man in grösseren Städten so ebenfalls kaum sieht.

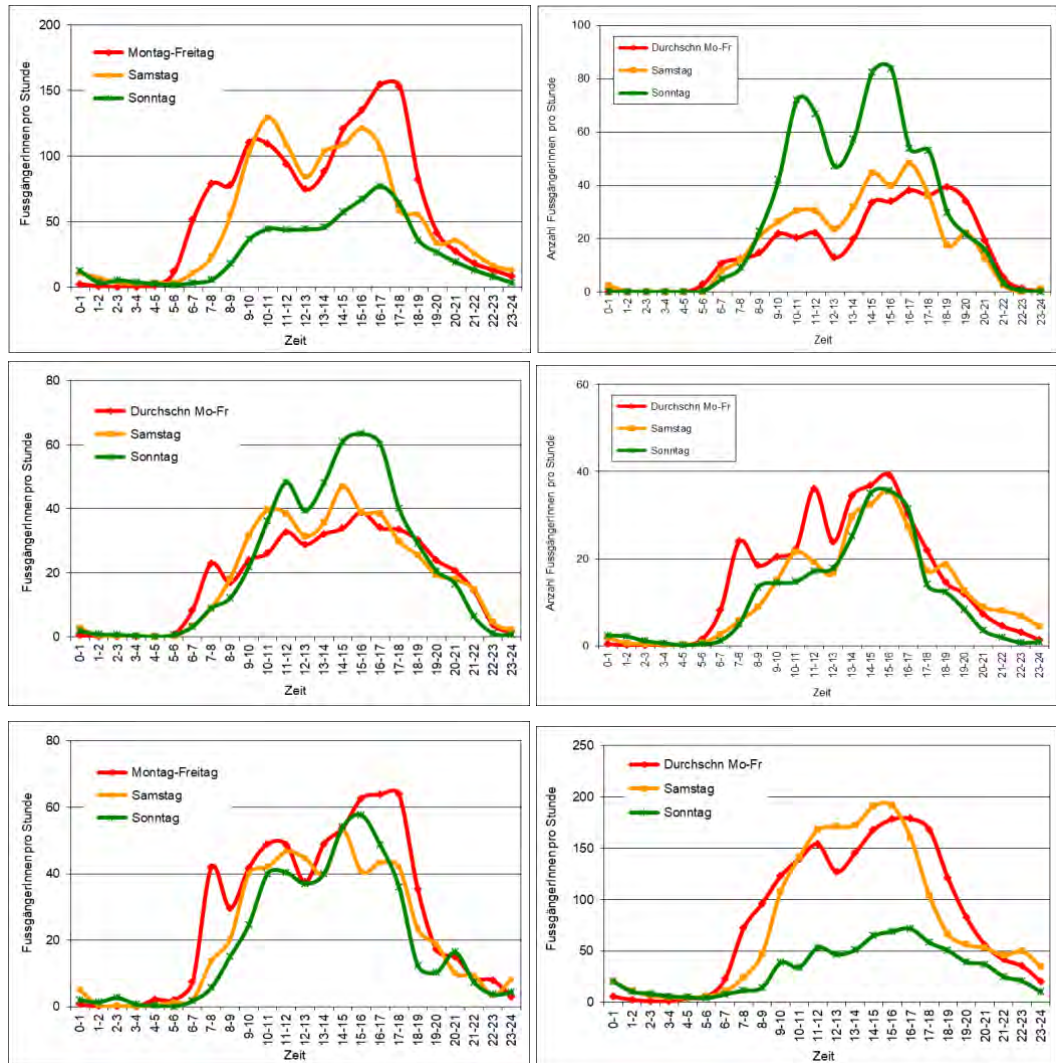


Abb. 113 Typ 4: Spezialfall: Tagesganglinien im ländlichen Raum: Flawil (oben): Bahnhofstrasse 2019 (links) und Botsberger Riet 2020 (rechts); Sarnen (Mitte): Aaweg 2016 (links) und Klosterallee 2016 (rechts); Rheineck Hauptstrasse 2020 (unten links), Biel Zentralstrasse (unten rechts) (Datenquellen: Gemeinde Sarnen: Ivo Näpflin, Stadt Biel: Gabriele Leonardi; Flawil und Rheineck: eigene Erhebungen)

Die Mikrozensus-Daten haben keine schlüssigen Hinweise darauf gegeben, dass die Ganglinie in ländlichen Räumen eine andere ist als in den Städten. Aufgrund der geringen Anzahl von automatischen Zählungen auf dem Land, lässt sich dies auch nicht mit anderen Daten verifizieren. Es ist an dieser Stelle einfach ein Hinweis auf einen möglichen Spezialfall, der in Betracht zu ziehen ist. Ganz allgemein wäre es wünschenswert, dass mehr Zählungen in kleineren Gemeinden und auch periurbanen sowie ländlichen Räumen durchgeführt würden.

4.4 Hochrechnungsfaktoren

4.4.1 Ausgangslage und Ziel

Hochrechnungsfaktoren werden vor allem dann benötigt, wenn aus (manuellen) Kurzzeitzählungen auf das Aufkommen am Tag bzw. in der Woche oder dem Jahr geschlossen werden soll. Die entsprechenden Kennwerte sind häufig der DTV (Durchschnittlicher Tagesverkehr) und DWV (Durchschnittlicher Werktagverkehr).

Wie das folgende Kapitel zeigt, bestehen bereits einige Erkenntnisse zu möglichen Hochrechnungsmethoden und Multiplikationsfaktoren. Die bisherigen Arbeiten mussten sich meist darauf beschränken, die Hochrechnungsfaktoren aufgrund einzelner Erhebungstage, die zudem häufig auf die Zeit zwischen 7 und 20 Uhr limitiert war, herzuleiten. Mit der Verbreitung von automatischen Zählungen ergibt sich nun die Möglichkeit, eine wesentlich grössere Datenmenge als Grundlage für die Berechnung von Hochrechnungsfaktoren zu nehmen. Die Daten liegen über den ganzen Tag und übers ganze Jahr vor. Damit sollte sich die Robustheit der Aussagen verstärken lassen. Allerdings hängen auch die vorliegenden Resultate stark von den Zählstellen-Standorten ab, die in die Berechnung eingeflossen sind. Es handelt sich dabei vor allem um Standorte in grösseren Städten und hierbei meist um solche nahe der Innenstadt.

4.4.2 Derzeitiger Kenntnisstand

Im MIV gehören Normganglinien schon seit langem als Hilfsmittel zur methodischen Grundausrüstung für die Berechnung des durchschnittlichen täglichen Verkehrs DTV und des durchschnittlichen Werktagverkehrs DWV (siehe dazu z. B. Berg W. und Stöcklin M. 1985 [5]; Berg W. und Troxler K. 2000 [6]; Bernard M. und Axhausen K.W. 2009 [7] und die dazugehörige Norm VSS 40 005 [1]). Diese Arbeiten können sich auf eine sehr breite Datenbasis stützen: bei Berg W. und Stöcklin M. (1985 [5]) waren es 160 automatische Verkehrszähler des Bundesamtes für Strassenbau, bei Bernard M. und Axhausen K.W. (2009 [7]) rund 250 Zählstellen.

Auch beim Fussverkehr gibt es bereits eine lange Tradition von Ganglinienbeschreibungen und Hochrechnungsfaktoren, die sich allerdings bisher immer auf eine schmale Datenbasis stützen mussten. Meist waren es einzelne Tage des Fussverkehrs in Innenstädten von 7 bis 19 Uhr, die herangezogen werden konnten.

Zu den Pionieren im Bereich Fussverkehr gehört zum Beispiel Claus Heidemann (Heidemann 1966 [22]), der mit seiner Arbeit über die „Gesetzmässigkeiten des städtischen Fussverkehrs“ breit rezipiert worden ist. Er hat an über 50 Querschnitten in hauptsächlich deutschen Haupteinkaufsstrassen jeweils von 7 bis 19 Uhr gezählt. Daraus hat er drei so genannte Pegeltypen abgeleitet: „Pegeltyp 1: Geschäftsstrasse einer Mittelstadt“, „Pegeltyp 2: Grossstädtische Strasse mit vorwiegend Einkaufsverkehr“ und „Pegeltyp 3: Citybereich mit dominierendem Berufsverkehr“. Mit dieser Typologie konnte das durchschnittliche Tagesverkehrsaufkommen mit (nur) einer zweistündigen Zählung zuverlässig berechnet werden. Aufgrund der grundlegenden gesellschaftlichen Veränderungen seit den sechziger Jahren des letzten Jahrhunderts, z. B. bei den Einkaufs- und Arbeitszeiten, aber auch beim Freizeit- und Mobilitätsverhalten, haben können diese Pegel und Hochrechnungen heute nicht mehr verwendet werden.

Mit Rolf Monheim (Monheim 1999 [30]) hat ein weiterer Pionier zahlreiche Erhebungen in Innenstädten (v. a. Einkaufsstrassen) vorgenommen und daraus typische Tagesverläufe abgeleitet. Er macht in „Methodische Gesichtspunkte der Zählung und Befragung von Innenstadtbesuchern“ auf die zahlreichen Fallstricke aufmerksam, die mit Zählungen und Hochrechnungen verbunden sein können. Er weist insbesondere auf die Problematik der Zufallseinflüsse bei kurzzeitigen Zählungen hin und geht der Frage nach, inwieweit Resultate von einer bzw. mehreren Zählstellen verallgemeinert werden können (Monheim 1999, S.94 [30]). Er stellt trotz seiner Skepsis fest: „Auch wenn nach statistischen Prüfverfahren mit grossen Konfidenzbereichen gerechnet werden muss, zeigt die Praxis meist eine erstaunliche Robustheit der Ergebnisse und es sollte vor allem darauf

geachtet werden, systematische Verzerrungsrisiken zu vermeiden.“ (Monheim 1999, S.121 [30]). Wir haben in unserem Projekt diesbezüglich ähnliche Erfahrungen gemacht.

Für die Schweiz hat Ulrich Seewer (Seewer 1992 [41]) auf Basis einer gross angelegten Studie und Zählung des Geographischen Instituts in der Altstadt von Bern erstmals umfassende Hochrechnungsfaktoren aufgestellt. Dabei wurde an einem Donnerstag (25.4.1991) von morgens 5 Uhr bis um 2 Uhr am nächsten Tag an über einem Dutzend Standorten in Zehnminuten-Intervallen gezählt¹⁷. An einem Standort wurde durchgehend gezählt und an den übrigen in zwanzig bzw. sieben Stichproben-Intervallen. Methodisch kam Seewer aufgrund detaillierter Analysen zum Schluss, dass eine Hochrechnung mittels linearer Interpolation auf Basis von 7 Messungen über den Tag (um 7, 9, 12, 14, 17, 19 und 22 Uhr) eine sehr gute Annäherung an den realen Tagesverlauf und das Tagesaufkommen möglich ist. Die Hochrechnung aufgrund von 20 Messungen hat demgegenüber nur leicht bessere Ergebnisse erzielt, andere Verfahren der Interpolation waren weniger gut. Seewer erachtet eine Fehlertoleranz von rund 20% als akzeptabel. Dabei betont er, dass bei Gruppen unter 100 Personen regelmässig grössere Abweichungen auftreten würden und in solchen Fällen von einer Interpretation abzuraten sei (Seewer 1992, S. 67 [41]). Zudem weist er darauf hin, dass man selbst in der gleichen Gasse nicht automatisch von einer Homogenität zwischen den Zählstellen ausgehen könne und die Ergebnisse deshalb nicht per se von einer auf eine andere Zählstelle übertragen werden könnten (Seewer 1992, S. 57ff [41]). Er ist sich in diesem Punkt also einig mit Monheim. Ein Versuch, im Rahmen des vorliegenden Projekts mit der linearen Interpolation auf Basis weniger Erhebungstunden zu arbeiten, hat gemischte Resultate erbracht. Die Werte einzelner Tage und Zählstellen hat gut mit der Typenganglinie übereingestimmt, in anderen Fällen jedoch nicht. Es scheint uns aufgrund der grossen Streubreite des Fussverkehrsverhaltens zurzeit nicht möglich, auf zuverlässige Art aus wenigen Stunden einen Tagesgang korrekt abzubilden.

Im Jahr 2005 wurden im SVI-Projekt „Erhebung des Fuss- und Veloverkehrs“ (Zweibrücken et al. 2005 [52]) Hochrechnungsfaktoren auf Basis von 26 Ganglinien in den Gemeinden Chur, Zürich, Mendrisio, Riehen, Rotkreuz und Uster berechnet. Die Werte umfassten die Stunden zwischen 7 und 19 Uhr. Als beste Stunde erwies sich jene von 16-17 Uhr mit einem relativen Fehler von 19% auf dem 68% Sicherheitsniveau. Die Untersuchung zeigte, dass mit 2-Stundenerhebungen die Fehlerquoten gesenkt werden konnten. Die besten Doppelstunden waren zum einen die Kombination der Zeiten von 10-11 Uhr und 16-17 Uhr mit einem Fehler von 12%, gefolgt von den Stunden von 16-18 Uhr mit einem Fehler von 19%. Eingang in die Berechnungen haben nur Stunden mit mindestens 100 Personen gefunden. Die Autoren empfehlen, mindestens 200 Personen pro Stunde als Grundlage zu nehmen oder mindestens 2 Stunden zu zählen (Zweibrücken et al. 2005, S. 40ff [52]).

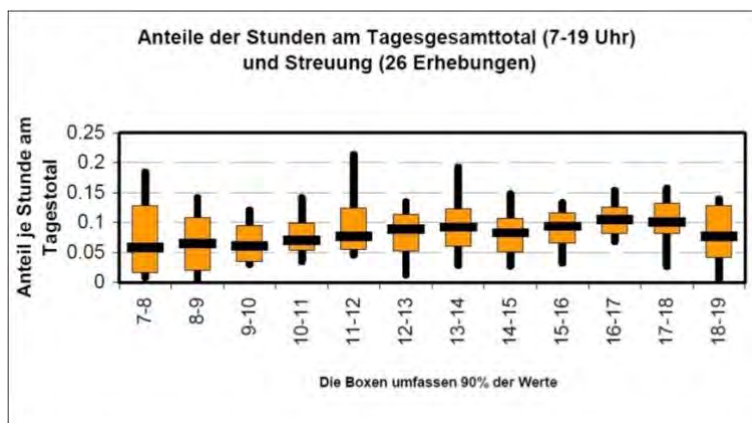


Abb. 114 Anteile der Stunden an den Tagesfrequenzen (7-19 Uhr) und Streuung der Werte (Basis: 26 Erhebungen), Quelle: Zweibrücken et al. 2005, S. 40 [52]

¹⁷ Darüber hinaus wurden zahlreiche weitere Erhebungen durchgeführt, u.a. Befragungen und Beobachtungen und die Zählungen z. B. nach Alter und Geschlecht sowie nach Gruppen(-grösse) differenziert.

Neben den Hochrechnungen auf den Tag wurden auch solche von 15- bzw. 30 Minuten-Werten auf die volle Stunde untersucht. Dabei ergab sich, dass die beiden mittleren Viertelstunden zwischen den Minuten 0.15 und .30 sowie zwischen .30 und .45 die besseren Werte ergeben als die erste und letzte Viertelstunde, wobei die Fehlerquote mit 25%-32% trotzdem relativ hoch ist. Mit Halbstundenzählungen können die Fehler deutlich verringert werden. Allerdings darf nicht in den Hochfrequenzstunden am Morgen, über Mittag und am Abend gezählt werden, da dann die Abweichungen sehr gross sind (Zweibrücken et al. 2005, S. 37ff. [52]).

Matthias Rossmerkel (Rossmerkel 2017 [32]) hat in einer fundierten Studienarbeit die Ganglinien des Fussverkehrs anhand von 22 Querschnitten in deutschen Städten für die Zeit von jeweils 6 bis 20 Uhr analysiert. Die Daten stammen einerseits aus Videoaufnahmen der Stunden von 6-10 Uhr und 15-19 Uhr eines anderen Forschungsprojekts und eigenen manuellen Erhebungen des Autors für die Zwischenstunden. Die Zählstellen wurden nach unterschiedlichen siedlungsstrukturellen Merkmalen ausgewählt, so dass sie verschiedene Umfeldnutzungen repräsentieren. Es wurden ebenfalls nur Zählstellen mit über 100 Personen pro Stunde berücksichtigt. Die Ergebnisse zeigen verschiedene Ähnlichkeiten zu jenen von Zweibrücken et al. (2005). Die beste Einzelstunde ist jene von 16-17 Uhr mit einem maximalen Fehler von 15% (auf dem 68% Sicherheitsniveau). Zugleich weist diese Stunde mit 10.1% den höchsten Anteil am Tagesverkehr auf (Rossmerkel 2017, S. 63ff [32]). Bei den zwei-Stunden-Zählungen schneidet die Zeit von 14-16 Uhr mit einem maximalen Fehler von 13% am besten ab. Die zweitbeste Doppelstunde ist dann jene zwischen 16 und 18 Uhr (max. Fehler 14%). Rossmerkel meint, dass „die Ursache für die besondere Eignung der nachmittäglichen Stunden als Hochrechnungsbasis in der zu dieser Zeit auftretenden Überlagerung unterschiedlicher Wegzwecke liegt, da dies die an unterschiedlichen Querschnitten differierende Bedeutung verschiedener Wegezwecke ausgleicht.“ (Rossmerkel 2017, S. 73 [32]). Generell kann festgehalten werden, dass die besten Hochrechnungsstunden in Deutschland eher etwas früher sind als in der Schweiz.

Mit der vorliegenden Studie ist es nun erstmals möglich, die bisherigen Beschränkungen auf die Tagesstunden sowie auf einzelne Tage und Zählstellen zu überwinden und dank der breiten Datenbasis von Dauerzählstellen, die 365 Tage im Jahr je 24 Stunden zählen, belastbare Typenganglinien und Hochrechnungsfaktoren zu berechnen.

4.4.3 Vorgehen

Auf Basis der aufbereiteten Daten der Dauerzählstellen, wie sie in Kapitel 4.3 geschildert worden sind, wurden in zwei Schritten folgende Analysen durchgeführt.

Schritt 1 In einem ersten Schritt wurden einzelne Zählstellen, Jahre und Städte zu Prüfzwecken analysiert. Zudem wurden verschiedene Filter und Effekte geprüft, z. B. von Schulferien und grossen Veranstaltungen, der Wochentage und Monate.

Schritt 2 In einem zweiten Schritt wurden die Daten nach den in Kapitel 4.3 erarbeiteten Typen sowie insgesamt ausgewertet, und zwar nach Einzel-, Doppel- und Dreifachstunden pro Tag, nach Wochentag und Monat¹⁸. Daraus resultierten Tages-, Wochen- und Jahresganglinien.

Erläuterung der Auswertungsparameter

Aufgrund der Prüfung im ersten Schritt wurde entschieden, die Analyse auf Basis der folgenden Setzungen vorzunehmen:

Tageszeit Ausgewertet wurden immer die gesamten 24 Stunden des Tages, dargestellt werden allerdings nur die Zeiten von 6 bis 20 Uhr, weil die für eine Hochrechnung relevanten Stunden praktisch immer in

¹⁸ Insgesamt wurden 201'912 Stunden bzw. 8'413 Tagesgänge in die Auswertung einbezogen.

dieser Zeit liegen und die relativen Fehler (siehe unten) deutlich niedriger sind als in den Nachtstunden. Der Einbezug auch der frühen Morgenstunde ist v. a. wichtig bei öV-affinen Zählstellen; die Abendstunden bis 20 Uhr machen häufig noch einen relativ grossen Anteil des Tagesaufkommens aus.

Wochentage	Die Auswertungen wurden für alle Wochentage einzeln vorgenommen, die Werktage (Montag-Freitag) zudem noch als Total von Montag-Freitag. Der Sonntag ist praktisch nur bei Typ 1 Freizeit-Naherholung relevant.
Monate	Es wurden alle Monate in die Analyse einbezogen, die Schulferien jedoch ausgeklammert (siehe nächsten Punkt).
Schulferien/ Veranstaltungen	Schulferien haben z.T. einen markanten Effekt auf das durchschnittliche Aufkommen. Dies gilt insbesondere für die Sommer- und Weihnachtsferien, aber auch für Sport- und zum Teil Frühlings- und Herbstferien. Ebenfalls grosse Effekte haben einzelne lokale Feiertage und Grossveranstaltungen wie z. B. die Fasnacht in Basel, Sechseläuten und Streetparade in Zürich oder die Braderie in Biel. Die betreffenden Ferienwochen und Veranstaltungstage wurden für jede Stadt einzeln herausgefiltert.
Wetter	Das Wetter wurde in der Analyse nicht berücksichtigt. Zum einen, da die Wetterwerte meist pro Tag und für eine ganze Stadt vorliegen und so der Einfluss auf das stündliche Aufkommen und den einzelnen Standort sehr schwierig abzuschätzen sind. Zum anderen hat sich gezeigt, dass vor allem Regen und Schnee im Freizeitverkehr einen (negativen) Einfluss auf das Aufkommen haben. Beim Typ 1 Freizeit-Naherholung wird deshalb kurz aufgezeigt, welcher tendenzielle Einfluss das Wetter auf den Fehlerbereich der Erhebungen hat.
Mindestfrequenzen	In den früheren Studien (Zweibrücken et al. 2005 [52]; Rossmerkel 2017 [32]) wurden nur Zählstellen mit einer Mindestfrequenz von durchschnittlich 100 Personen pro Stunde einbezogen. In der vorliegenden Analyse betrug die tiefste Frequenz (6-20 Uhr) an einer Zählstelle rund 50 Personen. Alle anderen lagen darüber.

Erläuterungen der berechneten Kennwerte

Folgende Kennwerte wurden für die einzelnen Typen berechnet und dargestellt:

Anteil am Tages- Verkehr	Grundlage der Analyse ist der Anteil des Aufkommens jeder Stunde am Tagesverkehr.
Tagesgang	Aus den Anteilen der einzelnen Stunden ergibt sich der Tagesgang. Er zeigt meist einen glockenförmigen Verlauf, auch wenn es je nach Typ und Wochentag Nuancen gibt und die Verteilung z. B. nicht immer symmetrisch, sondern leicht rechts- oder linksschief oder mehrgipflig sein kann. Vereinfachend wird im Folgenden aber von einer glockenförmigen Häufigkeitsverteilung ausgegangen, die auch als Normalverteilung bezeichnet wird (siehe Abb. 115).
Wochen- und Jahresgang	Analog zum Tagesverkehr wird bei der Bestimmung des Wochen- und des Jahresgangs vorgegangen. In einem ersten Schritt werden die Anteile der einzelnen Wochentage am Wochentotal bzw. der Monate am Jahrestotal bestimmt. Anschliessend folgt die Darstellung, um wieviel ein Wochentag oder Monat über bzw. unter dem Durchschnitt aller Wochentage bzw. Monate liegt. Daraus leitet sich unmittelbar der Hochrechnungsfaktor (siehe unten) ab, der zur Justierung des jeweiligen Zähltags notwendig ist.

Mittelwert und Standardabweichung Aus allen Werten der jeweiligen Stunde wird ein Mittelwert übers Jahr berechnet. Da im Folgenden jeweils Typen aus mehreren Zählstellen gebildet werden, ergibt sich für jede Stunde ein Mittelwert aus den Zählstellen pro Typ.

Man kann sich vorstellen, dass diese Werte zwischen den Zählstellen aber auch übers Jahr hinweg mehr oder weniger stark variieren. Als Mass dafür, wie gross diese Streuung ist, wird die Standardabweichung berechnet.

Relativer Fehler Der relative Fehler ist der Quotient aus der Standardabweichung geteilt durch den Anteil einer Stunde am Tagestotal. Dabei gilt, dass 68% aller Werte jeweils im Bereich von plus oder minus einer Standardabweichung vom Mittelwert liegen. Das heisst, mit einer Wahrscheinlichkeit von 68% liegt ein gemessener Wert der einbezogenen Zählstellen im Bereich von plus oder minus einer Standardabweichung um den Mittelwert. Analog befinden sich 95% aller Werte im Bereich von plus oder minus 2 Standardabweichungen (siehe Abb. 115).

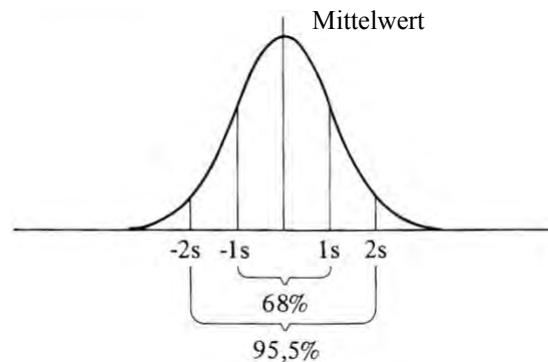


Abb. 115 Normalverteilung mit dem Mittelwert und den jeweiligen Standardabweichungen und den abgedeckten Bereichen von 68% bzw. 95% (Quelle: ergänzte Darstellung aus Bortz 1979, S. 55 [11])

In der Auswertung werden deshalb jeweils diese beiden relativen Fehler von 68% und von 95% angegeben. Das heisst, alle beobachteten Werte an den einbezogenen Zählstellen liegen für die jeweilige Stunde in diesem Fehlerbereich. Wenn der Anteil am Tagesverkehr für die Stunde von 17 bis 18 Uhr z. B. 8.9% beträgt und die Standardabweichung 1.28%, so beträgt der relative Fehler 14.4% (68%-Niveau) bzw. 28.8% (95%-Niveau).

Bernard und Axhausen verzichten in ihren Analysen zu den Ganglinien des MIV auf die Wiedergabe des 95%-Schwankungsintervalls, da sie argumentieren, dass „diese Werte häufig von besonderen Ereignissen, Unfällen oder kurzfristigen Umleitungen gekennzeichnet sind, die durch die Gangliniennorm nicht abgebildet werden sollen.“ (Bernard und Axhausen, 2008). Sie beschränken sich deshalb auf die Schwankungsintervalle zwischen 50% und 75%. Auch in Bezug auf den Fussverkehr darf man deshalb davon ausgehen, dass ein Wert auf dem 68%-Niveau schon eine gute Referenz für die Praxis bildet. Trotzdem wird in diesem Bericht auch jeweils das 95%-Fehler-Niveau angegeben. Für die Interpretation wird jedoch auf das 68%-Niveau Bezug genommen.

„Beste“ Stunde(n) Für eine gute Hochrechnungsbasis ist die Stunde bzw. sind jene Stunden mit dem geringsten relativen Fehler gesucht. Das heisst, das optimale Verhältnis zwischen dem möglichst hohen Tagesaufkommen und zugleich der geringsten

Standardabweichung. Die „besten Stunden“ werden entsprechend für eine Zählung empfohlen.

Hochrechnungsfaktoren Die Hochrechnungsfaktoren sind die Multiplikatorwerte, um a) von einer Kurzzeitzählung auf den Tagesverkehr am Erhebungstag zu schliessen; b) um diesen Erhebungs-Tageswert hinsichtlich des Wochen- bzw. Werktags zu korrigieren und c) um diesen Wert wiederum für den jeweiligen Erhebungsmonat zu justieren. Bei a) wird das gezählte Aufkommen mit dem Kehrwert des Anteils am Tagestotal multipliziert, bei der Korrektur für den Wochentag und den Monat (b und c) ist es der umgekehrt proportionale Anteil am Mittelwert aller Wochen-/Werktage bzw. aller Monate.

Reichweite und Grenzen der Aussagen

Die Basis dieser Berechnungen sind die vorhandenen Zählstellen. Deren Standorte z. B. in welchem Quartier sie stehen, aber auch in welchem unmittelbaren Umfeld sie zählen, beeinflussen die (Typen-)Ganglinien und damit auch die Hochrechnungsfaktoren.

Alle Dauerzählstellen, die in die Analyse einbezogen worden sind, stehen zum Beispiel in (grösseren) Städten und dort wiederum v. a. im Zentrum. Demgegenüber sind nur wenige Daten aus den Aussenquartieren der Städte und gar keine permanenten Daten aus Agglomerationsgemeinden bzw. ländlichen Gebieten verfügbar. Die Vergleiche mit verschiedenen temporären Zählungen in Agglomerationsgemeinden sowie in ländlichen Gebieten, die im Rahmen dieser Forschung durchgeführt worden sind, zeigen zwar nur geringe Differenzen, aber letztlich ist die Datenbasis zu schmal, um die Erkenntnisse aus den Städten auf andere Räume zu übertragen. Die Resultate können also nur für grössere Städte und hier am ehesten für zentrumsnahe Gebiete Gültigkeit beanspruchen.

In die Analyse sind keine Zählstellendaten aus der Romandie und dem Tessin eingeflossen. Dies mangels verfügbarer Daten. Aufgrund des MZMV (siehe Kapitel 4.2.2) kann man mit guten Treuen davon ausgehen, dass die folgenden Aussagen zu den Hochrechnungsfaktoren auch auf die französischsprachige Schweiz zutreffen, in Bezug auf die italienischsprachige Schweiz aber Vorsicht geboten ist.

Die Auswertungen erfolgen nicht seiten- und nicht richtungsgetreunt. Normalerweise besteht im urbanen Raum auf jeder Strassenseite ein Trottoir, auf denen der Fussverkehr in beiden Richtungen zirkuliert. Die Analyse ist im Gegensatz zum MIV beim Fussverkehr deutlich komplexer und die Zahl der Dauerzählstellen nach wie vor sehr beschränkt und die Genauigkeit der Zählgeräte bei der Richtungserfassung nicht sehr hoch, so dass auf eine zusätzliche Analyse nach Richtungen verzichtet werden musste. Im konkreten Fall einer Zählung ist vor Ort zu klären, ob es allenfalls je nach Seite und Richtung unterschiedliche Bewegungen über den Tag gibt. Dies wäre dann z. B. bezüglich Dimensionierung und Planung zu berücksichtigen.

4.4.4 Hochrechnungsfaktoren nach Zählstellen-Typ

Im Folgenden werden die Resultate der Analysen für jeden Zählstellentyp einzeln dargestellt. Und zwar jeweils für die Werktage (Montag bis Freitag) und den Samstag. Für den Typ 3 (Ausbildung und Arbeit) wird auf die Wiedergabe des Samstags verzichtet; beim Typ 1 (Freizeit – Naherholung) wird hingegen auch der Sonntag dargestellt.

Der Aufbau innerhalb jedes Typs folgt dem Vorgehen in der Praxis, nämlich, dass in einem ersten Schritt die Kurzzeitzählung auf den Tagesverkehr hochgerechnet wird, dann dieser Wert bezüglich des Wochentags und in einem dritten Schritt bezüglich des Monats korrigiert wird. Am Schluss des jeweiligen Typs gibt es eine Empfehlung für die besten Zählzeiten und -tage sowie eine Darstellung der Tages-, Wochen- und Jahresganglinien.

Die Analyse in den einzelnen Typen erfolgt auf Basis von Einzel-, Doppel- und Dreifachstunden, wobei jeweils die Anteile am Tagestotal und die Standardabweichung in

Prozent, der Hochrechnungsfaktor sowie die relativen Fehler auf dem 68%- bzw. dem 95%-Niveau dargestellt werden. Die für eine Hochrechnung auf den Tag geeignetsten Stunden, also jene mit dem geringsten relativen Fehler, sind jeweils dunkelgrün, jene mit dem zweitgeringsten Fehler hellgrün hervorgehoben.

Zur Erinnerung: in die Berechnungen sind alle Tage mit Ausnahme der Schulferien und von Tagen mit grossen Veranstaltungen eingegangen. Ausgewertet wurden alle Stunden des Tages. Der besseren Lesbarkeit und Übersicht halber werden hier aber nur die Werte zwischen 6 und 20 Uhr dargestellt. Die Anteile der einzelnen Stunden beziehen sich aber immer auf die ganzen 24 Stunden.

Nach der Schilderung der einzelnen Typen gibt es eine Zusammenstellung der zusammengefassten Anteile am Tagesverkehr und der Spitzenstunden. Zudem wird dargestellt, wie mittels linearer Interpolation eine Tagesganglinie aufgrund von nur 5 Stundenzählungen berechnet werden kann.

Abgeschlossen wird dieser Teil mit einer Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse und Resultate aus diesem Kapitel und mit Hinweisen für die Praxis inkl. eines Vorgehensbeispiels.

Typ 1: Freizeit – Naherholung

In die Analyse dieses Zählstellentyps wurden folgende vier Dauerzählstellen einbezogen (in Klammern jeweils das Jahr): Birskopfsteig in der Stadt Basel (2019), Arboretum (2019) und Seefeldquai (2018) in Zürich sowie die Seevorstadt in Biel (2019). Nicht berücksichtigt werden konnten der Elsässerrheinweg in Basel, da er eine zu geringe Frequenz und eine unplausible Ganglinie aufwies sowie der Kloster-Fahrweg in Zürich, da dieser aufgrund des überaus hohen Anteils an Joggenden sehr untypisch ist und das Bild dieses Typs stark verzerrt hätte. Mit insgesamt nur vier Referenzzählstellen ist die Basis für die Aussagen jedoch sehr gering. Es wäre wünschenswert, in Zukunft weitere Zählstellen dieses Typs in die Berechnungen aufnehmen zu können.

Kurzzeitählung auf Tagesverkehr hochrechnen

Die besten Einzel- und Doppelstunden (d. h. Stunden mit dem kleinsten relativen Fehler) treten werktags zwischen 16-18 Uhr, samstags zwischen 13-15 Uhr (Doppelstunden: 12-14 Uhr) sowie sonntags von 13-15 Uhr auf. Der relative Fehler in den entsprechenden Stunden beträgt auf dem 68%-Niveau jeweils zwischen 25% und 29%. Beim Einbezug von 95% aller Zählstellenwerte ist die Fehlermarge definitionsgemäss doppelt so gross.

Der relative Fehler ist über den ganzen Samstagnachmittag hinweg, also für die Zeit zwischen 12-18 Uhr gering und ausgeglichen. Er schwankt in den Einzelstunden zwischen 29% und 33%, in den Doppelstunden zwischen 26% und 29% und in den Dreifachstunden zwischen 23% und 26%. Auch am Sonntagnachmittag ist der relative Fehler zwischen den Stunden von 13-17 Uhr eher gering¹⁹.

Die grossen Fehlerbereiche zeigen, dass die Streuung rund um den Mittelwert beim Typ 1 mit dem Hauptzweck Freizeit/Naherholung gross ist, vor allem auch im Vergleich zu den anderen Typen. Dies dürfte mit der Vielzahl an möglichen Nutzungsformen bei der Naherholung zu tun haben – Hund ausführen, Spazieren, Joggen usw. –, die an jeder Zählstelle und zu verschiedenen Zeiten unterschiedlich auftreten (siehe unten auch Wettereinfluss).

¹⁹ Am Schluss des Kapitels wird anhand eines Beispiels dargestellt, wie für die Hochrechnung genau vorzugehen ist.

Tab. 34 Typ 1 Freizeit – Naherholung: Montag-Freitag und Samstag: Einzelstunden

	Montag-Freitag						Samstag				
	Anteil am Tagestotal in %	Standard-abweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor		Anteil am Tagestotal in %	Standard-abweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor
6-7 Uhr	2.4	1.0	43%	86%	42.4	6-7 Uhr	0.8	0.6	78%	156%	120.6
7-8 Uhr	5.2	2.2	43%	86%	19.3	7-8 Uhr	1.7	1.3	74%	147%	57.6
8-9 Uhr	5.5	2.1	38%	77%	18.2	8-9 Uhr	3.2	1.5	47%	94%	31.7
9-10 Uhr	4.4	1.6	36%	72%	22.8	9-10 Uhr	4.6	1.9	41%	82%	21.6
10-11 Uhr	4.9	1.8	36%	72%	20.3	10-11 Uhr	5.9	2.6	45%	89%	17.1
11-12 Uhr	5.8	1.9	32%	65%	17.1	11-12 Uhr	6.7	2.3	35%	69%	14.9
12-13 Uhr	9.4	3.1	33%	67%	10.7	12-13 Uhr	7.0	2.1	31%	61%	14.3
13-14 Uhr	7.3	2.3	31%	63%	13.7	13-14 Uhr	7.9	2.3	29%	57%	12.6
14-15 Uhr	7.3	2.4	33%	66%	13.7	14-15 Uhr	10.0	3.0	30%	60%	10.0
15-16 Uhr	8.2	3.0	36%	72%	12.2	15-16 Uhr	11.5	3.7	32%	65%	8.7
16-17 Uhr	8.1	2.4	29%	58%	12.3	16-17 Uhr	11.1	3.4	30%	61%	9.0
17-18 Uhr	8.5	2.3	27%	53%	11.7	17-18 Uhr	9.0	3.0	33%	66%	11.2
18-19 Uhr	7.3	2.2	31%	61%	13.6	18-19 Uhr	6.3	3.1	50%	99%	15.9
19-20 Uhr	5.6	2.5	45%	91%	17.9	19-20 Uhr	4.1	2.6	65%	130%	24.6

Tab. 35 Typ 1 Freizeit – Naherholung: Montag-Freitag und Samstag: Doppelstunden

	Montag-Freitag						Samstag				
	Anteil am Tagestotal in %	Standard-abweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor		Anteil am Tagestotal in %	Standard-abweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor
6-8 Uhr	7.5	2.9	39%	78%	13.3	6-8 Uhr	2.6	1.7	67%	134%	39.0
7-9 Uhr	10.7	4.0	37%	74%	9.4	7-9 Uhr	4.9	2.5	51%	102%	20.5
8-10 Uhr	9.9	3.2	32%	64%	10.1	8-10 Uhr	7.8	3.1	40%	80%	12.9
9-11 Uhr	9.3	2.9	32%	63%	10.7	9-11 Uhr	10.5	4.2	40%	80%	9.5
10-12 Uhr	10.8	3.1	28%	57%	9.3	10-12 Uhr	12.6	4.6	36%	73%	8.0
11-13 Uhr	15.2	4.3	28%	57%	6.6	11-13 Uhr	13.7	3.9	28%	57%	7.3
12-14 Uhr	16.7	4.6	27%	55%	6.0	12-14 Uhr	14.9	3.8	26%	51%	6.7
13-15 Uhr	14.6	4.0	27%	55%	6.9	13-15 Uhr	17.9	4.7	26%	52%	5.6
14-16 Uhr	15.5	4.7	30%	61%	6.5	14-16 Uhr	21.5	6.2	29%	58%	4.7
15-17 Uhr	16.3	4.7	29%	58%	6.1	15-17 Uhr	22.6	6.4	28%	57%	4.4
16-18 Uhr	16.6	3.8	23%	46%	6.0	16-18 Uhr	20.1	5.2	26%	52%	5.0
17-19 Uhr	15.8	3.9	24%	49%	6.3	17-19 Uhr	15.3	5.5	36%	72%	6.6
18-20 Uhr	12.9	4.3	33%	67%	7.7	18-20 Uhr	10.4	5.4	52%	104%	9.7

Tab. 36 Typ 1 Freizeit – Naherholung: Montag-Freitag und Samstag Dreifachstunden

	Montag-Freitag						Samstag				
	Anteil am Tagestotal in %	Standard-abweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor		Anteil am Tagestotal in %	Standard-abweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor
6-9 Uhr	13.0	4.7	36%	71%	7.7	6-9 Uhr	5.7	2.9	51%	102%	17.5
7-10 Uhr	15.1	4.9	33%	65%	6.6	7-10 Uhr	9.5	4.0	42%	83%	10.5
8-11 Uhr	14.8	4.3	29%	58%	6.8	8-11 Uhr	13.6	5.3	39%	77%	7.3
9-12 Uhr	15.1	4.1	27%	54%	6.6	9-12 Uhr	17.2	6.1	36%	71%	5.8
10-13 Uhr	20.1	5.0	25%	50%	5.0	10-13 Uhr	19.6	5.9	30%	60%	5.1
11-14 Uhr	22.5	5.6	25%	49%	4.4	11-14 Uhr	21.6	5.3	25%	49%	4.6
12-15 Uhr	24.0	5.8	24%	48%	4.2	12-15 Uhr	24.9	5.8	23%	47%	4.0
13-16 Uhr	22.8	5.9	26%	52%	4.4	13-16 Uhr	29.4	7.4	25%	50%	3.4
14-17 Uhr	23.6	6.3	27%	53%	4.2	14-17 Uhr	32.6	8.4	26%	52%	3.1
15-18 Uhr	24.8	5.7	23%	46%	4.0	15-18 Uhr	31.6	7.4	23%	47%	3.2
16-19 Uhr	24.0	5.0	21%	42%	4.2	16-19 Uhr	26.4	6.9	26%	52%	3.8
17-20 Uhr	21.4	5.6	26%	52%	4.7	17-20 Uhr	19.3	7.5	39%	78%	5.2

Tab. 37 Typ 1 Freizeit – Naherholung: Sonntag Einzel-, Doppel-, Dreifachstunden

	Einzelstunden					Doppel- / Dreifachstunden					
	Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor	Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor	
6-7 Uhr	0.6	0.6	105%	210%	173.1	10-12 Uhr	14.2	5.2	37%	73%	7.1
7-8 Uhr	1.2	1.2	97%	194%	82.0	11-13 Uhr	15.9	4.9	31%	62%	6.3
8-9 Uhr	2.4	1.4	59%	119%	41.3	12-14 Uhr	17.2	4.1	24%	48%	5.8
9-10 Uhr	4.3	2.5	57%	114%	23.0	13-15 Uhr	20.2	4.8	24%	47%	5.0
10-11 Uhr	6.4	2.8	43%	86%	15.5	14-16 Uhr	23.6	6.4	27%	54%	4.2
11-12 Uhr	7.7	2.9	37%	74%	12.9	15-17 Uhr	24.3	6.8	28%	56%	4.1
12-13 Uhr	8.2	2.6	31%	63%	12.2	16-18 Uhr	20.6	5.6	27%	55%	4.9
13-14 Uhr	9.0	2.2	25%	49%	11.1						
14-15 Uhr	11.1	3.1	28%	56%	9.0	10-13 Uhr	22.4	6.9	31%	62%	4.5
15-16 Uhr	12.5	4.0	32%	64%	8.0	11-14 Uhr	25.0	6.2	25%	49%	4.0
16-17 Uhr	11.8	3.6	30%	61%	8.4	12-15 Uhr	28.3	6.2	22%	44%	3.5
17-18 Uhr	8.7	2.9	33%	67%	11.5	13-16 Uhr	32.6	7.6	23%	46%	3.1
18-19 Uhr	5.6	3.0	54%	108%	17.8	14-17 Uhr	35.4	8.9	25%	50%	2.8
19-20 Uhr	3.4	2.2	64%	129%	29.0	15-18 Uhr	33.0	8.3	25%	50%	3.0

Am Sonntag ist der relative Fehler etwas niedriger als an den übrigen Tagen, ebenso für die Doppel- im Vergleich zu den Einzelstunden. Bei den Dreifachstunden kommt meist noch eine zusätzliche Stunde vor oder nach den oben genannten Kernzeiten dazu, was den relativen Fehler nochmals verbessert. Er liegt zwischen 21% an Werktagen und 23% an Samstagen.

An den Werktagen machen die Stunden zwischen 6 und 20 Uhr übers ganze Jahr gesehen knapp 90% des Tagesaufkommens aus, an den Sonntagen sind es 93%.

Wie bereits früher erwähnt, hat bei der Naherholung auch das Wetter einen gewissen Einfluss auf das Aufkommen. Entsprechend ist zu erwarten, dass die Streuung und damit der relative Fehler auch deswegen zunehmen. Eine Korrelationsanalyse an drei hier einbezogenen Zählstellen in Zürich und Basel²⁰ von Tagesaufkommen und der Niederschlagsmenge, Sonnenscheindauer, mittleren Tagestemperatur und der Schneehöhe zeigt die erwarteten Zusammenhänge: Während die Sonnenscheindauer pro Tag und die mittlere Tagestemperatur einen deutlich positiven Effekt auf das Aufkommen auf Naherholungswegen haben, wirken sich Niederschlag und Schneehöhe negativ aus, allerdings in deutlich geringerem Ausmass. Da Schnee in den beiden Städten sehr selten ist, dürfte er letztlich nicht ins Gewicht fallen, was sich auch in der etwas niedrigen Signifikanz des Resultats zeigt. Alle anderen Korrelationen sind nach Pearson hochsignifikant ($p \leq 0.001$).

Tab. 38 Korrelation zwischen dem Tagesaufkommen auf Wegen der Naherholung und Wetter-Kennwerten

	Niederschlagsmenge pro Tag	Sonnenscheindauer pro Tag	Mittlere Tagestemperatur	Gesamtneehöhe pro Tag
Korrelation nach Pearson	-.118	.501	.441	-.095**
Signifikanz (2-seitig)	0.001 ***	0.000 ***	0.000 ***	0.008 **
N = Anzahl Tage	768	768	768	768

*** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,001 (2-seitig) signifikant.

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Der Einfluss des Wetters auf den relativen Fehler ist jedoch nicht sehr gross. In der untenstehenden Tab. 39 werden die Ergebnisse verschiedener Berechnungen aufgeführt.

In der ersten Zeile ist zu Vergleichszwecken der relative Fehler (68%-Niveau) für alle Tage (ohne Schulferien und Veranstaltungen) dargestellt. In der zweiten Zeile wurden nur Tage aufgenommen mit 1mm oder weniger Niederschlag, in der dritten Zeile Tage mit

²⁰ Die Zählstelle Biel konnte nicht einbezogen werden, da hierzu keine frei zugänglichen Wetterdaten aus der Stadt vorlagen.

einer mittleren Tagestemperatur von mindestens 10 Grad und in der untersten Zeile nur die Tage von 1. März bis 31. Oktober, also die Zeit von Frühling bis Herbst.

Die Analyse zeigt, dass sich der relative Fehler bei niederschlagsarmen und warmen Tagen leicht verbessert – um ca. 2%-5% auf dem 68%-Niveau. Sie zeigt zudem, dass sich die relevanten Stunden kaum verändern. Sie sind allenfalls (wie am Samstag) teilweise um eine Stunde verschoben, was plausibel ist. So ist z. B. bei warmen Temperaturen und zwischen März und Oktober auch die Stunde zwischen 18 und 19 Uhr gut geeignet für eine Hochrechnung. Insgesamt fallen diese Unterschiede aber kaum so stark ins Gewicht, um die Hochrechnungsfaktoren zu ändern. Dies insbesondere im Licht der bereits grossen Streuung bei diesem Typ.

Tab. 39 Zeiten mit den niedrigsten relativen Fehlern (68%-Niveau) nach Wettereinflüssen auf Freizeitwegen (Naherholung)

	Mo-Fr	Samstag	Sonntag
Alle Tage (ohne Schulferien und Veranstalt.)	27% 17-18 Uhr	29% 13-14 Uhr	25% 13-14 Uhr
Tage mit 1mm Niederschlag oder weniger	24% 17-18 Uhr	24% 13-14 Uhr	22% 12-13 Uhr
Tage mit Tagestemp. von mind. +10 Grad	25% 17-18 Uhr	24% 14-15 Uhr	22% 13-14 Uhr
Tage von 1. März bis 31. Oktober	25% 17-18 Uhr	25% 14-15 Uhr	22% 13-14 Uhr

Berücksichtigung des Wochentages

Der beste Erhebungstag bei der Naherholung ist der Donnerstag (siehe Tab. 40). Der relative Fehler beträgt hier 28%. Aber auch alle anderen Tage mit Ausnahme des Sonntags sind für eine Hochrechnung auf die Woche geeignet. Der relative Fehler schwankt hier zwischen 32% und 35%. Will man allerdings den Spitzentag erfassen, so muss am Sonntag gezählt werden.

In der untenstehenden Tabelle sind auch die Hochrechnungsfaktoren für jeden Wochen- bzw. Werktag angegeben. Damit wird der Erhebungstag in Bezug auf den Wochen- bzw. Werktag korrigiert. Wie hierzu vorzugehen ist, wird anhand eines Beispiels ganz am Schluss des Kapitels aufgezeigt.

Tab. 40 Typ 1 Naherholung: Anteile der Wochentage am Wochentotal

	Anteil am Wochentotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Anteile am Durchschn. aller Tage	Anteile am Durchschn. Mo-Fr	Hochrechn.-faktor Wochentag	Hochrechn.-faktor Werktag
Montag	12.0	3.8	32%	63%	85%	94%	1.15	1.06
Dienstag	13.0	4.4	34%	67%	91%	101%	1.09	0.99
Mittwoch	13.6	4.4	32%	64%	96%	106%	1.04	0.94
Donnerstag	12.6	3.6	28%	57%	88%	98%	1.12	1.02
Freitag	13.0	4.5	35%	70%	91%	101%	1.09	0.99
Samstag	15.9	5.3	33%	67%	112%	124%	0.88	0.76
Sonntag	20.0	7.9	39%	79%	140%	155%	0.60	0.45
MW alle Tage	14.2	5.6	39%	78%	100%	111%	1.00	0.89
Mittelwert Mo-Fr	12.8	4.2	32%	65%	90%	100%	1.10	1.00

Berücksichtigung des Monats

Für die Berechnung des Durchschnittlichen Tagesverkehrs DTV und des Durchschnittlichen Werktagverkehrs (DWV) ist der Einbezug des jeweiligen Erhebungsmonats notwendig. In der untenstehenden Tab. 41 sind die Anteile der jeweiligen Monate am Jahrestotal dargestellt. Die Datengrundlage dafür hat zum Teil Mängel, da bei den Referenzzählstellen die Werte nicht immer alle vollständig sind und einzelne Tage fehlen. Zudem sind äussere Einflüsse, die von Jahr zu Jahr schwanken können, hier nicht berücksichtigt. Dies gilt insbesondere für die Naherholung, wo die Schwankungen im Vergleich zu den anderen Typen generell und speziell übers Jahr grösser sind (siehe auch die Zusammenfassung unten). Das am Schluss des Kapitels angeführte Beispiel, zeigt wie die Korrektur für den Monat vorgenommen werden kann.

Tab. 41 Typ 1 Naherholung: Anteile der Monate am Jahrestotal

	Anteil am Jahrestotal in %	Standardabweichung in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Anteile am Durchschnitt aller Monate	Hochrechn.-faktor DTV / DWV
Januar	5.3	1.0	20%	39%	63%	1.58
Februar	5.9	2.3	39%	79%	71%	1.40
März	7.5	1.3	17%	35%	90%	1.11
April	9.5	3.3	35%	70%	114%	0.88
Mai	9.3	2.1	22%	45%	111%	0.90
Juni	12.9	2.1	17%	33%	155%	0.65
Juli	12.2	1.7	14%	28%	146%	0.69
August	10.8	1.2	11%	21%	129%	0.77
September	8.8	1.3	15%	30%	106%	0.94
Oktober	7.3	0.7	10%	20%	88%	1.14
November	5.6	1.4	24%	49%	67%	1.49
Dezember	4.9	1.7	35%	69%	59%	1.69
Jahresmittel	8.3	3.0	37%	73%	100%	1.00

Typ 2: Einkaufsachse Innenstadt

In die Analyse dieses Zählstellentyps wurden folgende vier Dauerzählstellen einbezogen (in Klammern jeweils das Jahr): Gerbergasse (2018) und Mittlere Rheinbrücke (2019) in der Stadt Basel, Vadianstrasse (2019) in der Stadt St. Gallen sowie das Limmatquai (2019) in der Stadt Zürich. Mit insgesamt wiederum nur 4 Referenzzählstellen ist die Basis für die Aussagen auch hier sehr gering. Es wäre wünschenswert, in Zukunft weitere Zählstellen dieses Typs in die Berechnungen aufnehmen zu können.

Kurzzeitählung auf Tagesverkehr hochrechnen

Die besten Einzelstunden für eine Hochrechnung auf den Tag bilden an Werktagen die Zeiten von 17-18 Uhr sowie von 13-14 Uhr mit einem relativen Fehler (auf dem 68%-Niveau) von 14% bzw. 15%. Für die Doppelstunden sind 16-18 Uhr und 13-15 Uhr mit je einem relativen Fehler von 13% und bei den Dreifachstunden ist es die Zeit von 16-19 Uhr (relativer Fehler 11%). Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass dieses Zeitfenster nur sinnvoll ist, wenn die Läden bis mindestens 19 Uhr geöffnet sind. Generell sind die Stunden über den Nachmittag von 13-18 Uhr in zentralen Einkaufszonen ziemlich gleichwertig. Sie unterscheiden sich beim relativen Fehler nur geringfügig.

Tab. 42 Typ 2 Einkaufen Innenstadt: Montag-Freitag und Samstag: Einzelstunden

	Montag-Freitag						Samstag				
	Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor		Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor
6-7 Uhr	0.9	0.6	68%	136%	108.9	6-7 Uhr	0.3	0.1	51%	101%	379.5
7-8 Uhr	2.4	1.2	49%	99%	42.0	7-8 Uhr	0.6	0.3	55%	109%	178.0
8-9 Uhr	3.4	1.0	28%	57%	29.8	8-9 Uhr	1.4	0.7	45%	91%	69.2
9-10 Uhr	4.0	1.2	31%	62%	25.0	9-10 Uhr	2.8	1.3	46%	92%	35.3
10-11 Uhr	5.4	1.2	22%	45%	18.4	10-11 Uhr	5.2	1.7	32%	65%	19.3
11-12 Uhr	7.1	1.3	18%	36%	14.2	11-12 Uhr	7.4	1.8	24%	49%	13.6
12-13 Uhr	9.3	1.8	19%	39%	10.7	12-13 Uhr	8.6	1.7	19%	39%	11.6
13-14 Uhr	8.7	1.3	15%	29%	11.5	13-14 Uhr	9.6	1.8	19%	37%	10.4
14-15 Uhr	8.4	1.3	15%	30%	12.0	14-15 Uhr	10.9	2.0	18%	36%	9.2
15-16 Uhr	8.6	1.4	16%	33%	11.6	15-16 Uhr	11.7	2.1	18%	36%	8.5
16-17 Uhr	8.8	1.4	16%	32%	11.4	16-17 Uhr	10.3	1.7	17%	33%	9.7
17-18 Uhr	8.9	1.3	14%	29%	11.2	17-18 Uhr	7.2	2.2	30%	60%	13.9
18-19 Uhr	7.3	1.5	21%	42%	13.7	18-19 Uhr	4.9	2.0	40%	80%	20.5
19-20 Uhr	4.9	1.9	39%	78%	20.6	19-20 Uhr	3.7	1.6	43%	85%	27.3

An den Samstagen sind es ebenfalls die Nachmittagsstunden, die am besten hochzurechnen sind. Bei den Einzelstunden betrifft dies insbesondere die Zeit zwischen 16 und 17 Uhr (relativer Fehler 17%), bei den Doppelstunden jene von 15-17 Uhr (15%) und den Dreifachstunden 15-18 Uhr (13%) (siehe Tab. 43 und Tab. 44). Die übrigen Stunden des Samstagnachmittags sind zwar nicht so gut wie die oben genannten Zeiten, aber im Bedarfsfall auch noch als Hochrechnungsbasis brauchbar. Wiederum ist

allerdings zu berücksichtigen, dass die Läden nicht überall auch nach 16 Uhr geöffnet sind.

Die Frage, ob in Einkaufsstrassen der Innenstadt besser an einem Werktag oder einem Samstag gezählt wird, hängt von der Aufgabenstellung und dem Erkenntnisinteresse ab. Will man einen Tag mit dem höchsten Aufkommen möglichst gut abbilden, so ist der Samstag sicher besser geeignet als ein Werktag, auch wenn der relative Fehler dann etwas höher liegt.

Tab. 43 Typ 2 Einkaufen Innenstadt: Montag-Freitag und Samstag Doppelstunden

	Montag-Freitag						Samstag				
	Anteil am Tagestotal in %	Standard-abweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor		Anteil am Tagestotal in %	Standard-abweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor
6-8 Uhr	3.3	1.6	48%	96%	30.3	6-8 Uhr	0.8	0.4	44%	87%	121.2
7-9 Uhr	5.7	1.9	33%	66%	17.4	7-9 Uhr	2.0	0.9	45%	90%	49.8
8-10 Uhr	7.4	2.0	27%	53%	13.6	8-10 Uhr	4.3	1.9	45%	89%	23.4
9-11 Uhr	9.4	2.2	24%	48%	10.6	9-11 Uhr	8.0	2.9	37%	73%	12.5
10-12 Uhr	12.5	2.2	18%	36%	8.0	10-12 Uhr	12.5	3.4	27%	54%	8.0
11-13 Uhr	16.4	2.8	17%	35%	6.1	11-13 Uhr	16.0	3.3	20%	41%	6.3
12-14 Uhr	18.0	2.8	16%	31%	5.6	12-14 Uhr	18.2	3.1	17%	34%	5.5
13-15 Uhr	17.0	2.2	13%	26%	5.9	13-15 Uhr	20.5	3.5	17%	34%	4.9
14-16 Uhr	17.0	2.4	14%	28%	5.9	14-16 Uhr	22.7	3.8	17%	33%	4.4
15-17 Uhr	17.4	2.5	15%	29%	5.8	15-17 Uhr	22.0	3.3	15%	30%	4.5
16-18 Uhr	17.7	2.3	13%	26%	5.7	16-18 Uhr	17.5	3.0	17%	34%	5.7
17-19 Uhr	16.2	2.3	14%	28%	6.2	17-19 Uhr	12.1	3.9	32%	65%	8.3
18-20 Uhr	12.2	3.0	25%	50%	8.2	18-20 Uhr	8.5	3.4	39%	79%	11.7

Tab. 44 Typ 2 Einkaufen Innenstadt: Montag-Freitag und Samstag Dreifachstunden

	Montag-Freitag						Samstag				
	Anteil am Tagestotal in %	Standard-abweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor		Anteil am Tagestotal in %	Standard-abweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor
6-9 Uhr	6.7	2.3	34%	68%	15.0	6-9 Uhr	2.3	0.9	41%	82%	44.1
7-10 Uhr	9.7	2.8	29%	58%	10.3	7-10 Uhr	4.8	2.1	44%	88%	20.7
8-11 Uhr	12.8	2.9	22%	45%	7.8	8-11 Uhr	9.5	3.5	37%	74%	10.6
9-12 Uhr	16.5	3.2	20%	39%	6.1	9-12 Uhr	15.4	4.6	30%	60%	6.5
10-13 Uhr	21.8	3.7	17%	34%	4.6	10-13 Uhr	21.2	4.8	23%	45%	4.7
11-14 Uhr	25.0	3.7	15%	30%	4.0	11-14 Uhr	25.6	4.6	18%	36%	3.9
12-15 Uhr	26.3	3.5	13%	26%	3.8	12-15 Uhr	29.2	4.6	16%	31%	3.4
13-16 Uhr	25.6	3.2	12%	25%	3.9	13-16 Uhr	32.3	5.1	16%	32%	3.1
14-17 Uhr	25.7	3.4	13%	26%	3.9	14-17 Uhr	33.0	4.8	15%	29%	3.0
15-18 Uhr	26.3	3.2	12%	25%	3.8	15-18 Uhr	29.2	3.8	13%	26%	3.4
16-19 Uhr	25.0	2.8	11%	23%	4.0	16-19 Uhr	22.4	4.3	19%	39%	4.5
17-20 Uhr	21.1	3.5	16%	33%	4.7	17-20 Uhr	15.8	5.2	33%	66%	6.3

Auf eine Darstellung des Sonntags wird verzichtet, da der Einkaufsverkehr aufgrund der grösstenteils geschlossenen Geschäfte an diesem Tag nicht aussagekräftig ist.

An den Werktagen machen die Stunden zwischen 6 und 20 Uhr übers ganze Jahr gesehen rund 88% des Tagesaufkommens aus, an den Samstagen sind es noch 85%, was auf die an diesen Abenden einsetzende Freizeitnutzung in Einkaufszonen hinweist.

Berücksichtigung des Wochentages

Die besten Erhebungstage in Einkaufszonen sind die Tage von Dienstag bis Samstag, wobei der Freitag mit 12% den geringsten relativen Fehler aufweist. An den übrigen Tagen beträgt dieser 14% bzw. 15% (siehe Tab. 45). Auch der Montag ist mit einem relativen Fehler von 17% noch für eine Hochrechnung vertretbar. Generell gilt für alle Typen, dass die Standardabweichung am Montag am grössten ist. Am Samstag wird das höchste Aufkommen aller Wochentage verzeichnet. Je nach Problemstellung ist auf das absolute Aufkommen abzustellen und nicht auf den kleinsten relativen Fehler.

Tab. 45 Typ 2 Einkaufen Innenstadt: Anteile der Wochentage am Wochentotal

	Anteil am Wochentotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Anteile am Durchschn. aller Tage	Anteile am Durchschn. Mo-Fr	Hochrechn.-faktor Wochentag	Hochrechn.-faktor Werktag
Montag	12.4	2.1	17%	34%	87%	88%	1.13	1.12
Dienstag	13.5	1.9	14%	28%	95%	95%	1.05	1.05
Mittwoch	14.2	2.2	15%	31%	100%	100%	1.00	1.00
Donnerstag	14.8	2.2	15%	30%	104%	105%	0.96	0.95
Freitag	15.9	2.0	12%	25%	112%	112%	0.88	0.88
Samstag	19.7	3.0	15%	30%	138%	139%	0.62	0.61
Sonntag	9.4	4.1	44%	88%	66%	66%	1.34	1.34
MW alle Tage	14.2	3.8	27%	54%	100%	101%	1.00	0.99
Mittelwert Mo-Fr	14.2	2.4	17%	34%	99%	100%	1.01	1.00

Berücksichtigung des Monats

Für die Berechnung des Durchschnittlichen Tagesverkehrs (DTV) und des Durchschnittlichen Werktagverkehrs (DWV) ist der Einbezug des jeweiligen Erhebungsmonats notwendig. In der untenstehenden Tab. 46 sind die Anteile der jeweiligen Monate am Jahrestotal dargestellt. Die Datengrundlage hierfür ist zwar nicht optimal, da bei den Referenzzählstellen die Werte nicht immer alle vollständig sind und einzelne Tage fehlen. Zudem gibt es äussere Einflüsse, die von Jahr zu Jahr schwanken können und hier nicht berücksichtigt sind. Damit ergibt sich eine Ungenauigkeit über die Monate. Trotzdem geben die Gewichtungswerte eine genügend gute Grundlage für die Hochrechnung auf das Jahr.

Tab. 46 Typ 2 Einkaufen Innenstadt: Anteile der Monate am Jahrestotal

	Anteil am Jahrestotal in %	Standardabweichung in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Anteile am Durchschnitt aller Monate	Hochrechn.-faktor DTV / DWV
Januar	7.1	1.1	15%	31%	86%	1.17
Februar	8.2	1.5	18%	36%	98%	1.02
März	9.2	0.6	7%	13%	111%	0.90
April	8.7	0.6	7%	15%	105%	0.96
Mai	8.6	0.6	7%	14%	103%	0.97
Juni	8.2	0.9	11%	21%	98%	1.02
Juli	6.4	1.4	21%	42%	77%	1.30
August	8.3	0.5	6%	13%	99%	1.01
September	7.9	0.3	4%	9%	95%	1.06
Oktober	8.4	0.6	7%	14%	101%	0.99
November	9.2	0.2	2%	4%	111%	0.90
Dezember	9.8	0.4	4%	9%	117%	0.85
Jahresmittel	8.3	1.1	13%	27%	100%	1.00

Typ 3: Pendlerverkehr: Ausbildung und Arbeit

In die Analyse dieses Zählstellentyps wurden folgende vier Dauerzählstellen einbezogen (in Klammern jeweils das Jahr): Wolfsschlucht-Promenade (2018), Neubadstrasse (2019), sowie Elisabethenstrasse (2018) und Elisabethen-Anlage (2018) in der Stadt Basel; Altstetterstrasse (2018), Militärbrücke (2018) und Weinberg-Fussweg (2018) in der Stadt Zürich. Die ersten beiden erwähnten Zählstellen (Wolfsschlucht-Promenade und Neubadstrasse) sind vorwiegend durch Ausbildungswege charakterisiert, die übrigen eher durch Arbeitswege. Ihre Analyse erfolgt separat und wird am Schluss im Sinne des Hauptzwecks „Pendeln“ zusammengeführt. Es ist davon auszugehen, dass reine Untertypen von „Ausbildung“ bzw. „Arbeit“ als Zählstellen selten vorkommen.

Da der Pendlerverkehr vor allem werktags relevant ist, werden nur die Wochentage von Montag bis Freitag dargestellt.

Kurzzeitählung auf Tagesverkehr hochrechnen

Ausbildung: Die besten Einzelstunden für eine Hochrechnung auf den Tag bei den vorwiegend für die Ausbildung genutzten Wegen sind die Stunden von 7-8 Uhr und von 12-13 Uhr. Das sind zugleich die Zeiten, wenn am meisten (Primar- und Sekundar-) SchülerInnen anteilmässig unterwegs sind. Der relative Fehler beträgt zu diesen Zeiten jeweils 18%. Die beiden Zeiten sind zusammen auch die zweitbesten Doppelstunden mit einer Standardabweichung von 14%. Noch etwas besser schneiden mit 12% die Stunden zwischen 12 und 14 Uhr ab. Hier ist allerdings vor allem bei jüngeren Kindern Vorsicht geboten, denn diese haben z.T. an den Nachmittagen frei und die Zeit von 13-14 Uhr ist nicht mehr sehr aussagekräftig. Dasselbe gilt auch für die Dreifachstunden, wo die Zeiten von 11-14 Uhr und 12-15 Uhr zu den zweitbesten Stunden gehören (relativer Fehler von 12%). Noch etwas besser sind die kombinierten Werte von 7-8 Uhr, 12-13 Uhr und 17-18 Uhr mit einer Standardabweichung von 11%.

Tab. 47 Typ 3 Ausbildung bzw. Arbeit: Montag-Freitag: Einzelstunden

	Vorwiegend Ausbildung						Vorwiegend Arbeit				
	Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor		Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor
6-7 Uhr	1.0	0.4	37%	73%	96.2	6-7 Uhr	2.1	0.9	44%	87%	48.7
7-8 Uhr	11.0	2.0	18%	36%	9.1	7-8 Uhr	6.1	1.9	30%	61%	16.3
8-9 Uhr	6.2	1.7	28%	56%	16.1	8-9 Uhr	7.3	1.3	18%	36%	13.6
9-10 Uhr	4.7	1.5	32%	63%	21.4	9-10 Uhr	4.9	1.0	21%	42%	20.4
10-11 Uhr	5.4	1.5	28%	57%	18.6	10-11 Uhr	4.2	1.0	24%	49%	23.7
11-12 Uhr	5.9	1.7	29%	57%	17.1	11-12 Uhr	6.1	1.4	24%	48%	16.5
12-13 Uhr	10.2	1.9	18%	37%	9.8	12-13 Uhr	8.5	2.3	27%	55%	11.7
13-14 Uhr	6.6	1.5	22%	44%	15.1	13-14 Uhr	7.4	2.0	27%	54%	13.4
14-15 Uhr	6.2	1.6	25%	51%	16.0	14-15 Uhr	5.4	1.3	25%	49%	18.6
15-16 Uhr	7.1	1.8	26%	52%	14.1	15-16 Uhr	5.6	1.1	19%	39%	18.0
16-17 Uhr	8.9	2.0	23%	45%	11.3	16-17 Uhr	7.6	1.8	23%	47%	13.1
17-18 Uhr	8.1	1.6	19%	38%	12.3	17-18 Uhr	10.2	2.2	21%	42%	9.8
18-19 Uhr	7.1	1.7	24%	48%	14.0	18-19 Uhr	7.9	1.3	16%	32%	12.6
19-20 Uhr	3.9	1.3	33%	65%	25.4	19-20 Uhr	5.2	1.1	21%	42%	19.1

Arbeit: Für die Arbeitswege ist die Stunde von 18-19 Uhr die mit Abstand beste Zeit mit einem relativen Fehler von 16%. Dies gefolgt von den Morgenstunden zwischen 8 und 9 Uhr mit 18% relativem Fehler. Die Zeit von 17-18 Uhr hat zwar einen grösseren relativen Fehler, weist aber mit Abstand den höchsten Anteil am Tagesaufkommen (10.2%).

Die beste Doppelstunde setzt sich aus diesen beiden Zeiten zusammen und zeigt eine Standardabweichung von 13%. Etwas schlechter schneiden die aneinandergrenzenden Stunden von 8-10 Uhr und von 18-20 Uhr ab (16%). Für die besten Dreifachstunden kommt neben den Zeiten von 8-9 Uhr und 18-19 Uhr entweder noch eine Nachmittags- (15-16 Uhr bei einem relativen Fehler von 9%) oder eine Vormittagsstunde (9-10 Uhr mit 11%) dazu. Die besten zusammenhängenden Dreifachstunden haben eine deutlich grössere Standardabweichung.

An den Werktagen machen die Stunden zwischen 6 und 20 Uhr bei der Ausbildung mehr als 92% des Tagesaufkommens aus, was überdurchschnittlich, aber plausibel ist; bei der Arbeit sind es 89%.

Tab. 48 Typ 3 Ausbildung bzw. Arbeit: Montag-Freitag: Doppelstunden

	Vorwiegend Ausbildung						Vorwiegend Arbeit				
	Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor		Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor
6-8 Uhr	12.1	2.1	17%	35%	8.3	6-8 Uhr	8.2	2.7	33%	65%	12.2
7-9 Uhr	17.3	2.9	17%	33%	5.8	7-9 Uhr	13.5	2.7	20%	41%	7.4
8-10 Uhr	10.9	2.3	22%	43%	9.2	8-10 Uhr	12.2	2.0	16%	32%	8.2
9-11 Uhr	10.0	2.4	24%	48%	10.0	9-11 Uhr	9.1	1.8	20%	40%	11.0
10-12 Uhr	11.2	2.5	22%	44%	8.9	10-12 Uhr	10.3	2.1	21%	42%	9.7
11-13 Uhr	16.1	2.7	17%	33%	6.2	11-13 Uhr	14.6	3.6	24%	49%	6.9
12-14 Uhr	16.8	2.1	12%	25%	5.9	12-14 Uhr	16.0	4.1	26%	52%	6.3
13-15 Uhr	12.8	2.3	18%	35%	7.8	13-15 Uhr	12.8	3.0	24%	47%	7.8
14-16 Uhr	13.3	2.7	20%	41%	7.5	14-16 Uhr	10.9	2.0	19%	37%	9.1
15-17 Uhr	16.0	3.0	19%	38%	6.3	15-17 Uhr	13.2	2.4	18%	36%	7.6
16-18 Uhr	17.0	2.7	16%	31%	5.9	16-18 Uhr	17.8	3.6	20%	41%	5.6
17-19 Uhr	15.3	2.4	16%	32%	6.5	17-19 Uhr	18.1	3.1	17%	35%	5.5
18-20 Uhr	11.1	2.6	23%	46%	9.0	18-20 Uhr	13.2	2.1	16%	32%	7.6
7-8 & 12-13 Uhr	21.3	3.0	14%	28%	4.7	8-9 & 18-19 Uhr	15.3	1.9	13%	25%	6.6

Tab. 49 Typ 3 Ausbildung bzw. Arbeit: Montag-Freitag: Dreifachstunden

	Vorwiegend Ausbildung						Vorwiegend Arbeit				
	Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor		Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor
6-9 Uhr	18.3	2.9	16%	32%	5.5	6-9 Uhr	15.5	3.5	22%	44%	6.4
7-10 Uhr	21.9	3.3	15%	30%	4.6	7-10 Uhr	18.4	3.0	16%	32%	5.4
8-11 Uhr	16.3	2.9	18%	35%	6.1	8-11 Uhr	16.5	2.5	15%	30%	6.1
9-12 Uhr	15.9	3.2	20%	41%	6.3	9-12 Uhr	15.2	2.8	18%	37%	6.6
10-13 Uhr	21.4	3.3	15%	30%	4.7	10-13 Uhr	18.8	4.0	21%	43%	5.3
11-14 Uhr	22.7	2.7	12%	23%	4.4	11-14 Uhr	22.0	5.3	24%	48%	4.5
12-15 Uhr	23.1	2.7	12%	23%	4.3	12-15 Uhr	21.3	5.0	23%	47%	4.7
13-16 Uhr	19.9	3.3	17%	33%	5.0	13-16 Uhr	18.4	3.4	19%	37%	5.4
14-17 Uhr	22.2	3.7	17%	33%	4.5	14-17 Uhr	18.6	2.7	15%	29%	5.4
15-18 Uhr	24.1	3.6	15%	30%	4.2	15-18 Uhr	23.4	3.9	17%	33%	4.3
16-19 Uhr	24.1	3.1	13%	26%	4.1	16-19 Uhr	25.7	4.4	17%	34%	3.9
17-20 Uhr	19.2	3.1	16%	32%	5.2	17-20 Uhr	23.3	3.7	16%	32%	4.3
7-8 & 12-13 & 17-18 Uhr	29.4	3.1	11%	21%	3.4	8-9 & 15-16 & 18-19 Uhr	20.8	1.8	9%	17%	4.8
						8-9 & 9-10 & 18-19 Uhr	20.2	2.3	11%	22%	5.0

Ausbildung und Arbeit zusammen: Wenn keine klare Zuordnung zum Typ Ausbildung oder Arbeit möglich ist – und das wird in den meisten Fällen zutreffen – so werden die besten Einzel-, Doppel- und Dreifachstunden für eine Hochrechnung gemeinsam bestimmt. Bei Einzelstunden ist die Zeit zwischen 18 und 19 Uhr mit Abstand die beste (relativer Fehler von 19%), gefolgt von der Stunde 8-9 Uhr (22%). Gemeinsam sind diese auch die besten Doppelstunden mit 15% Standardabweichung, gefolgt von den Zeiten 17-19 Uhr und 8-10 Uhr mit jeweils 18%.

Tab. 50 Typ 3 Pendeln: Ausbildung und Arbeit zusammen: Montag-Freitag: Einzel- und Doppelstunden

Ausbildung & Arbeit zusammen: Einzelstunden						Ausbildung & Arbeit zusammen: Doppelstunden					
	Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor		Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor
6-7 Uhr	1.8	0.9	51%	103%	56.6	6-8 Uhr	9.3	3.1	33%	66%	10.8
7-8 Uhr	7.5	2.9	39%	77%	13.3	7-9 Uhr	14.5	3.3	22%	45%	6.9
8-9 Uhr	7.0	1.5	22%	44%	14.2	8-10 Uhr	11.9	2.2	18%	36%	8.4
9-10 Uhr	4.8	1.2	24%	49%	20.7	9-11 Uhr	9.4	2.1	22%	44%	10.7
10-11 Uhr	4.5	1.3	29%	57%	22.0	10-12 Uhr	10.6	2.3	22%	43%	9.5
11-12 Uhr	6.0	1.5	25%	51%	16.6	11-13 Uhr	15.0	3.4	23%	45%	6.7
12-13 Uhr	9.0	2.3	26%	52%	11.1	12-14 Uhr	16.2	3.7	23%	45%	6.2
13-14 Uhr	7.2	1.9	26%	53%	13.9	13-15 Uhr	12.8	2.8	22%	44%	7.8
14-15 Uhr	5.6	1.5	26%	52%	17.8	14-16 Uhr	11.6	2.5	21%	43%	8.6
15-16 Uhr	6.0	1.5	25%	50%	16.7	15-17 Uhr	14.0	2.9	21%	41%	7.2
16-17 Uhr	8.0	1.9	24%	48%	12.5	16-18 Uhr	17.6	3.4	19%	39%	5.7
17-18 Uhr	9.6	2.2	23%	46%	10.4	17-19 Uhr	17.3	3.2	18%	36%	5.8
18-19 Uhr	7.7	1.5	19%	38%	13.0	18-20 Uhr	12.6	2.4	19%	39%	7.9
19-20 Uhr	4.9	1.3	27%	54%	20.5	8-9 & 18-19 Uhr	14.7	2.3	15%	31%	6.8

Bei den Dreifachstunden sind es ebenfalls Stundenkombinationen über verschiedene Tageszeiten, welche die besten Resultate liefern. Insbesondere die kombinierten Zeiten von 8-9 Uhr, 15-16 Uhr und 18-19 Uhr ergeben mit 9% den kleinsten relativen Fehler. Gut ist auch eine Kombination, bei der als Abendstunde die Zeit von 17-18 Uhr einfliesst (12% relativer Fehler). Eine Reihe von weiteren Dreistundenkombinationen von Morgen-, Vormittags- sowie Nachmittags- und frühen Abendstunden weisen relative Fehler von 13% aus: es sind dies die Stunden 8-9, 9-10 und 16-17 Uhr bzw. 8-9, 15-16 und 16-17 Uhr sowie 8-9, 9-10 und 18-19 Uhr. Alle diese Kombinationen sind besser als solche von drei aufeinanderfolgenden Stunden.

Tab. 51 Typ 3 Pendeln Ausbildung und Arbeit zusammen: Montag-Freitag Dreifachstunden

Ausbildung & Arbeit zusammen: Dreifachstunden					
	Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor
6-9 Uhr	16.3	3.5	22%	43%	6.1
7-10 Uhr	19.4	3.4	18%	36%	5.2
8-11 Uhr	16.4	2.6	16%	32%	6.1
9-12 Uhr	15.4	2.9	19%	38%	6.5
10-13 Uhr	19.6	4.0	20%	41%	5.1
11-14 Uhr	22.2	4.7	21%	43%	4.5
12-15 Uhr	21.8	4.5	21%	41%	4.6
13-16 Uhr	18.8	3.5	18%	37%	5.3
14-17 Uhr	19.6	3.4	18%	35%	5.1
15-18 Uhr	23.6	3.8	16%	32%	4.2
16-19 Uhr	25.3	4.2	16%	33%	4.0
17-20 Uhr	22.2	4.0	18%	36%	4.5
8-9 & 15-16 & 18-19 Uhr	20.7	1.9	9%	19%	4.8
8-9 & 15-16 & 17-18 Uhr	22.6	2.7	12%	24%	4.4

Der Anteil der Stunden von 6 bis 20 Uhr macht beim Pendeln, wenn also Ausbildung und Arbeit zusammengenommen werden, rund 90% des gesamten Tagesaufkommens aus.

Berücksichtigung des Wochentages

Vom relativen Fehler aus betrachtet, sind beim Typ Pendeln alle Werktage zwischen Dienstag und Freitag praktisch gleich gut. Bei der Ausbildung allein liegt der Freitag leicht vorne, bei der Arbeit hingegen der Mittwoch – in beiden Fällen mit jeweils 9% relativem Fehler. Der Montag schneidet sowohl bei Ausbildung wie bei Arbeit etwas schlechter ab, d. h. die Streuung ist an diesem Tag zwischen den ausgewerteten Zählstellen grösser. Allerdings entspricht bei der Ausbildung der Montag ebenfalls weitgehend einem mittleren Werktag (98%), bei der Arbeit sind es 92%. Die übrigen Tage von Dienstag bis Freitag liegen sowohl bei der Ausbildung wie bei der Arbeit im Mittelwert aller Werktage. Die Hochrechnungsfaktoren bei den Werktagen variieren deshalb alle um den Faktor 1.0 (ausser bei der Arbeit montags).

Tab. 52 Typ 3 Vorwiegend Ausbildung: Anteile der Wochentage am Wochentotal

	Anteil am Wochentotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Anteile am Durchschn. aller Tage	Anteile am Durchschn. Mo-Fr	Hochrechn.-faktor Wochentag	Hochrechn.-faktor Werttag
Montag	15.6	2.5	16%	32%	108%	98%	0.92	1.02
Dienstag	16.2	1.6	10%	19%	112%	102%	0.88	0.98
Mittwoch	16.0	1.7	10%	21%	111%	101%	0.89	0.99
Donnerstag	15.5	1.6	10%	21%	108%	98%	0.92	1.02
Freitag	16.1	1.5	9%	18%	111%	101%	0.89	0.99
Samstag	11.6	1.9	16%	33%	80%	73%	1.20	1.27
Sonntag	9.5	1.5	16%	31%	66%	60%	1.34	1.40
MW alle Tage	14.4	3.0	21%	42%	100%	91%	1.00	1.09
Mittelwert Mo-Fr	15.9	1.8	11%	23%	110%	100%	0.90	1.00

Tab. 53 Typ 3 Vorwiegend Arbeit: Anteile der Wochentage am Wochentotal

	Anteil am Wochentotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Anteile am Durchschn. aller Tage	Anteile am Durchschn. Mo-Fr	Hochrechn.-faktor Wochentag	Hochrechn.-faktor Werttag
Montag	14.7	2.3	16%	32%	102%	92%	0.98	1.08
Dienstag	16.1	1.8	11%	23%	111%	101%	0.89	0.99
Mittwoch	16.4	1.6	9%	19%	113%	103%	0.87	0.97
Donnerstag	16.4	1.9	12%	23%	114%	103%	0.86	0.97
Freitag	16.2	1.8	11%	22%	112%	101%	0.88	0.99
Samstag	11.9	2.9	24%	49%	82%	74%	1.18	1.26
Sonntag	8.5	1.8	21%	43%	59%	53%	1.41	1.47
MW alle Tage	14.5	3.4	24%	47%	100%	90%	1.00	1.10
Mittelwert Mo-Fr	16.0	2.0	12%	25%	111%	100%	0.89	1.00

Tab. 54 Typ 3 Pendeln Ausbildung und Arbeit zusammen: Anteile der Wochentage an Wochentotal

	Anteil am Wochentotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Anteile am Durchschn. aller Tage	Anteile am Durchschn. Mo-Fr	Hochrechn.-faktor Wochentag	Hochrechn.-faktor Werttag
Montag	15.0	2.4	16%	32%	104%	94%	0.96	1.06
Dienstag	16.1	1.7	11%	22%	112%	101%	0.88	0.99
Mittwoch	16.3	1.6	10%	19%	113%	102%	0.87	0.98
Donnerstag	16.1	1.9	12%	23%	112%	101%	0.88	0.99
Freitag	16.2	1.7	11%	21%	112%	102%	0.88	0.98
Samstag	11.8	2.7	23%	45%	82%	74%	1.18	1.26
Sonntag	8.8	1.8	20%	41%	61%	55%	1.39	1.45
MW alle Tage	14.4	3.3	23%	46%	100%	90%	1.00	1.10
Mittelwert Mo-Fr	15.9	1.9	12%	24%	111%	100%	0.89	1.00

Berücksichtigung des Monats

Die Anteile der einzelnen Monate sind ziemlich ausgeglichen. Einzig der Juli fällt bei der Ausbildung aufgrund der Schulferien stark ab. Bei den Arbeitswegen ist dies deutlich weniger ausgeprägt der Fall. Tendenziell leicht überdurchschnittliche Anteile weisen bei beiden Typen Arbeit und Ausbildung die Monate März bis Juni auf, bei den Arbeitswegen auch die Monate Oktober und November. Eher unterdurchschnittlich sind die Monate Oktober und Dezember bei den Ausbildungswegen sowie zusätzlich der Januar und Februar bei den Arbeitswegen.

Tab. 55 Typ 3 Vorwiegend Ausbildung: Anteile der Monate am Jahrestotal

	Anteil am Jahrestotal in %	Standardabweichung in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Anteile am Durchschnitt aller Monate	Hochrechn.-faktor DTV / DWV
Januar	8.4	0.7	8%	16%	101%	0.99
Februar	8.3	0.6	7%	15%	99%	1.01
März	8.9	1.0	11%	23%	106%	0.94
April	9.1	1.5	16%	32%	110%	0.91
Mai	9.4	0.3	3%	6%	113%	0.88
Juni	9.0	0.4	4%	9%	108%	0.93
Juli	5.9	0.7	11%	23%	71%	1.41
August	8.4	0.1	2%	3%	100%	1.00
September	8.6	0.0	0%	1%	103%	0.97
Oktober	7.9	0.3	3%	7%	95%	1.06
November	8.5	0.6	7%	14%	102%	0.98
Dezember	7.6	1.0	12%	25%	92%	1.09
Jahresmittel	8.3	1.0	12%	25%	100%	1.00

Tab. 56 Typ 3 Vorwiegend Arbeit: Anteile der Monate am Jahrestotal

	Anteil am Jahrestotal in %	Standardabweichung in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Anteile am Durchschnitt aller Monate	Hochrechn.-faktor DTV / DWV
Januar	7.8	0.9	12%	24%	93%	1.07
Februar	7.6	1.5	20%	39%	91%	1.10
März	8.4	1.0	12%	23%	101%	0.99
April	8.8	0.6	6%	13%	105%	0.95
Mai	8.8	0.8	9%	18%	106%	0.95
Juni	8.7	1.6	18%	36%	105%	0.95
Juli	8.0	2.0	25%	49%	96%	1.04
August	7.7	0.8	10%	20%	92%	1.09
September	8.3	0.3	3%	7%	99%	1.01
Oktober	8.9	0.5	6%	12%	106%	0.94
November	9.2	1.0	10%	21%	110%	0.91
Dezember	8.0	1.3	17%	34%	95%	1.05
Jahresmittel	8.3	1.1	14%	27%	100%	1.00

Tab. 57 Typ 3 Pendeln Ausbildung und Arbeit zusammen: Anteile der Monate am Jahrestotal

	Anteil am Jahrestotal in %	Standardabweichung in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Anteile am Durchschnitt aller Monate	Hochrechn.-faktor DTV / DWV
Januar	7.9	0.9	11%	22%	95%	1.05
Februar	7.8	1.3	17%	33%	93%	1.07
März	8.6	0.9	11%	22%	103%	0.97
April	8.9	0.8	9%	17%	106%	0.94
Mai	9.0	0.7	8%	16%	108%	0.93
Juni	8.8	1.3	15%	30%	106%	0.95
Juli	7.4	1.9	26%	52%	89%	1.13
August	7.9	0.7	9%	18%	94%	1.06
September	8.4	0.3	3%	7%	100%	1.00
Oktober	8.6	0.7	8%	15%	103%	0.97
November	9.0	0.9	10%	20%	108%	0.93
Dezember	7.9	1.2	15%	30%	94%	1.06
Jahresmittel	8.3	1.1	13%	26%	100%	1.00

Typ 4: Orts- und Quartierzentren mit öV-Bedeutung

In die Analyse dieses Zählstellentyps wurden folgende acht Dauerzählstellen einbezogen (in Klammern jeweils das Jahr): Rebgasse (2018), Güterstrasse (2019) und Stückisteg (2019) in der Stadt Basel, Ohmstrasse (2018) und Zehntenhausplatz (2018) in der Stadt Zürich sowie die Bahnhofstrasse (2019) und zwei Standorte an der Zentralstrasse (beide 2019) in der Stadt Biel.

Kurzzeitählung auf Tagesverkehr hochrechnen

Die beste Einzelstunde für eine Hochrechnung auf den Tag ist die Zeit von 16-17 Uhr mit einem relativen Fehler von 13% (auf 68%-Niveau). Gut ist ebenfalls die Stunde von 17-18 Uhr (14%) bzw. die Doppelstunden 16-18 Uhr (11%) sowie 15-18 Uhr (10%) bei den Dreifachstunden.

An Samstagen liefert die Stunde von 13-14 Uhr eine Standardabweichung von 13% und jene von 12-13 Uhr eine solche von 14%. Nimmt man die beiden Stunden zusammen, so beträgt eine Standardabweichung (= relativer Fehler auf 68%-Niveau) 11% und für die 3 Stunden von 12-15 Uhr 10%. Das sind sehr gute Werte und zeigt, dass die in die Analyse eingegangenen acht Quartierzentren in den drei Städten relativ homogen „ticken“.

Auf eine Darstellung des Sonntags wird verzichtet, da das Aufkommen an diesem Tag in einem Quartierzentrum nicht repräsentativ ist.

Der Anteil der Stunden von 6 bis 20 Uhr macht an Werktagen rund 90% des gesamten Tagesaufkommens aus, an Samstagen sind es 86%.

Tab. 58 Typ 4 Orts-/Quartierzentren: Montag-Freitag und Samstag: Einzelstunden

	Montag-Freitag						Samstag				
	Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor		Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor
6-7 Uhr	1.5	0.5	35%	70%	68.9	6-7 Uhr	0.6	0.2	44%	88%	175.6
7-8 Uhr	3.7	1.0	27%	53%	26.7	7-8 Uhr	1.1	0.4	34%	69%	89.4
8-9 Uhr	5.2	1.0	20%	40%	19.4	8-9 Uhr	2.8	0.7	24%	49%	35.8
9-10 Uhr	5.3	1.1	20%	40%	18.8	9-10 Uhr	5.2	1.0	19%	38%	19.2
10-11 Uhr	5.9	1.1	19%	37%	17.1	10-11 Uhr	6.9	1.2	17%	34%	14.5
11-12 Uhr	7.0	1.2	17%	35%	14.3	11-12 Uhr	8.0	1.3	16%	32%	12.6
12-13 Uhr	8.0	2.1	27%	54%	12.6	12-13 Uhr	8.4	1.2	14%	28%	11.9
13-14 Uhr	7.0	1.3	18%	36%	14.4	13-14 Uhr	8.5	1.1	13%	26%	11.8
14-15 Uhr	7.0	1.2	18%	35%	14.3	14-15 Uhr	9.2	1.4	15%	31%	10.9
15-16 Uhr	7.6	1.3	17%	34%	13.1	15-16 Uhr	9.4	1.6	17%	34%	10.6
16-17 Uhr	8.9	1.1	13%	26%	11.3	16-17 Uhr	9.0	1.4	16%	32%	11.1
17-18 Uhr	9.8	1.4	14%	29%	10.2	17-18 Uhr	7.7	1.8	24%	48%	13.0
18-19 Uhr	7.9	1.5	19%	37%	12.7	18-19 Uhr	5.3	1.6	31%	62%	19.0
19-20 Uhr	5.4	1.3	25%	49%	18.6	19-20 Uhr	3.9	1.5	38%	76%	25.7

Tab. 59 Typ 4 Orts-/Quartierzentren: Montag-Freitag und Samstag: Doppelstunden

	Montag-Freitag						Samstag				
	Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor		Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor
6-8 Uhr	5.2	1.4	26%	53%	19.3	6-8 Uhr	1.7	0.6	33%	66%	59.2
7-9 Uhr	8.9	1.7	19%	39%	11.2	7-9 Uhr	3.9	0.9	24%	47%	25.6
8-10 Uhr	10.5	1.8	17%	33%	9.6	8-10 Uhr	8.0	1.5	19%	37%	12.5
9-11 Uhr	11.2	1.8	16%	33%	8.9	9-11 Uhr	12.1	1.9	16%	32%	8.3
10-12 Uhr	12.8	2.0	15%	31%	7.8	10-12 Uhr	14.9	2.1	14%	29%	6.7
11-13 Uhr	14.9	2.8	19%	38%	6.7	11-13 Uhr	16.3	2.1	13%	26%	6.1
12-14 Uhr	14.9	2.9	19%	39%	6.7	12-14 Uhr	16.9	1.9	11%	22%	5.9
13-15 Uhr	13.9	2.1	15%	30%	7.2	13-15 Uhr	17.7	2.2	12%	24%	5.6
14-16 Uhr	14.6	2.2	15%	30%	6.8	14-16 Uhr	18.6	2.7	14%	29%	5.4
15-17 Uhr	16.5	2.1	12%	25%	6.1	15-17 Uhr	18.4	2.7	15%	29%	5.4
16-18 Uhr	18.6	2.1	11%	22%	5.4	16-18 Uhr	16.7	2.7	16%	32%	6.0
17-19 Uhr	17.7	2.5	14%	28%	5.7	17-19 Uhr	12.9	3.1	24%	48%	7.7
18-20 Uhr	13.3	2.5	19%	38%	7.5	18-20 Uhr	9.2	2.9	31%	63%	10.9

Tab. 60 Typ 4 Orts-/Quartierzentren: Montag-Freitag und Samstag Dreifachstunden

	Montag-Freitag						Samstag				
	Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor		Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor
6-9 Uhr	10.3	2.0	19%	39%	9.7	6-9 Uhr	4.5	1.1	24%	47%	22.3
7-10 Uhr	14.2	2.4	17%	33%	7.0	7-10 Uhr	9.1	1.7	19%	37%	11.0
8-11 Uhr	16.3	2.4	15%	29%	6.1	8-11 Uhr	14.9	2.4	16%	32%	6.7
9-12 Uhr	18.2	2.6	14%	29%	5.5	9-12 Uhr	20.1	2.8	14%	28%	5.0
10-13 Uhr	20.8	3.3	16%	31%	4.8	10-13 Uhr	23.2	2.9	12%	25%	4.3
11-14 Uhr	21.9	3.6	17%	33%	4.6	11-14 Uhr	24.8	2.7	11%	22%	4.0
12-15 Uhr	21.9	3.4	16%	31%	4.6	12-15 Uhr	26.1	2.7	10%	20%	3.8
13-16 Uhr	21.6	3.0	14%	28%	4.6	13-16 Uhr	27.1	3.3	12%	24%	3.7
14-17 Uhr	23.5	2.9	12%	24%	4.3	14-17 Uhr	27.7	3.6	13%	26%	3.6
15-18 Uhr	26.3	2.7	10%	20%	3.8	15-18 Uhr	26.1	3.5	14%	27%	3.8
16-19 Uhr	26.6	2.9	11%	22%	3.8	16-19 Uhr	22.0	3.7	17%	33%	4.6
17-20 Uhr	23.1	3.3	14%	29%	4.3	17-20 Uhr	16.8	4.0	24%	48%	5.9

Berücksichtigung des Wochentages

Die besten Erhebungstage in Orts- und Quartierzentren sind Dienstag, Mittwoch und Freitag (siehe Tab. 61) mit einer Standardabweichung von 8% bzw. 9%. Ebenfalls gut sind der Samstag mit 10% und der Donnerstag mit 12%. Weshalb der Donnerstag gegenüber z. B. dem Dienstag deutlich schlechter ausfällt, ist nicht klar und eigentlich auch nicht plausibel. Allerdings hat dies nur einen geringen Einfluss für eine Hochrechnung auf den mittleren Wochen- bzw. Werktag. Denn Dienstag bis Donnerstag zeigen sehr analoge Hochrechnungsfaktoren von 0.90 bzw. 0.91 für den Wochentag und von 0.99 bzw. 1.00 für den Werktag. Das heisst, diese drei Tage entsprechen ziemlich genau dem Mittel der Werkstage.

Etwas anders fallen bezüglich Hochrechnungsfaktoren der Montag und der Freitag aus: Das Aufkommen am Montag ist im Vergleich zu den anderen Werktagen unter- und jenes am Freitag überdurchschnittlich (94% bzw. 105%). Entsprechend sind die Werte je nach Erhebungstag anzupassen.

Tab. 61 Typ 4 Orts-/Quartierzentren: Anteile der Wochentage am Wochentotal

	Anteil am Wochentotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Anteile am Durchschn. aller Tage	Anteile am Durchschn. Mo-Fr	Hochrechn.-faktor Wochentag	Hochrechn.-faktor Werktag
Montag	14.7	2.1	15%	29%	102%	94%	0.98	1.06
Dienstag	15.8	1.3	8%	17%	110%	101%	0.90	0.99
Mittwoch	15.8	1.5	9%	19%	110%	101%	0.90	0.99
Donnerstag	15.7	1.9	12%	25%	109%	100%	0.91	1.00
Freitag	16.5	1.5	9%	18%	115%	105%	0.85	0.95
Samstag	14.8	1.5	10%	20%	103%	94%	0.97	1.06
Sonntag	6.8	1.5	22%	45%	47%	43%	1.53	1.57
MW alle Tage	14.4	3.5	24%	48%	100%	92%	1.00	1.08
Mittelwert Mo-Fr	15.7	1.8	11%	23%	109%	100%	0.91	1.00

Berücksichtigung des Monats

Das Aufkommen ist über das Jahr sehr ausgeglichen und die einzelnen Monate bedürfen nur geringfügiger Korrekturen. Die relativen Fehler sind ausser den Sommermonaten sehr gering. Im Juli beträgt der Anteil des Jahrestotals noch 85% und im August 92%, was mit den entsprechenden Faktoren korrigiert werden kann.

Tab. 62 Typ 4 Orts-/Quartierzentren: Anteile der Monate am Jahrestotal

	Anteil am Jahrestotal in %	Standardabweichung in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Anteile am Durchschnitt aller Monate	Hochrechn.-faktor DTV / DWV
Januar	8.5	0.5	6%	11%	102%	0.98
Februar	8.0	0.4	5%	10%	96%	1.05
März	9.0	0.5	5%	10%	108%	0.93
April	8.4	0.5	6%	12%	100%	1.00
Mai	8.8	0.4	4%	9%	105%	0.95
Juni	8.4	0.8	10%	19%	101%	0.99
Juli	7.1	0.7	10%	20%	85%	1.17
August	7.7	0.8	10%	21%	92%	1.09
September	8.2	0.5	6%	12%	98%	1.02
Oktober	8.7	0.6	6%	13%	105%	0.96
November	8.8	0.5	6%	12%	106%	0.95
Dezember	8.5	0.5	6%	12%	102%	0.99
Jahresmittel	8.3	0.7	9%	18%	100%	1.00

Typ 5: Quartierachsen mit lokaler Versorgung

In die Analyse dieses Zählstellentyps wurden folgende sechs Dauerzählstellen einbezogen (in Klammern jeweils das Jahr): Allschwilerstrasse (2018), Mülhauserstrasse (2019), Klybeckstrasse (2019) und Hardstrasse (2019) in der Stadt Basel sowie Bözingerstrasse (2019) und Dufourstrasse (2019) in der Stadt Biel. Die Basler Zählstellen sind damit stark vertreten. Der Vergleich innerhalb der Basler Zählstellen sowie mit jenen in Biel zeigt jedoch eine recht hohe Homogenität, so dass die Aussagen durchaus eine grössere Allgemeingültigkeit für diesen Typ beanspruchen können.

Kurzzeitzählung auf Tagesverkehr hochrechnen

Die besten beiden Einzelstunden für eine Hochrechnung auf den Tag sind werktags zwischen 16 und 18 Uhr zu finden. Der relative Fehler beträgt dann 16% (bei einer Standardabweichung). Betrachtet man die Doppelstunden und die Dreifachstunden, so sind alle Zeiten zwischen 15 und 19 Uhr gut – mit einem relativen Fehler von 13% bzw. gar nur 11%. Aber auch alle anderen Stunden ab 13 bzw. 14 Uhr weisen recht gute relative Fehlerwerte auf.

Samstags ist die Einzelstunde von 13-14 Uhr die Beste mit einem relativen Fehler von 17%. Bei den Doppelstunden ist es die Zeit zwischen 13 und 15 Uhr (14%) und bei den Dreifachstunden 13 bis 16 Uhr (12%). Insgesamt ist der relative Fehler an Samstagen etwas höher als werktags. Es ist deshalb sinnvoll, an Quartierachsen eher werktags als samstags zu zählen.

Auf eine Darstellung des Sonntags wird auch bei diesem Typ verzichtet, da das Aufkommen an diesem Wochentag nicht repräsentativ ist.

Tab. 63 Typ 5 Quartierachsen: Montag-Freitag und Samstag: Einzelstunden

	Montag-Freitag						Samstag				
	Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor		Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor
6-7 Uhr	2.6	1.6	60%	119%	38.4	6-7 Uhr	0.9	0.5	51%	102%	106.6
7-8 Uhr	5.6	1.5	26%	52%	18.0	7-8 Uhr	1.9	0.8	43%	86%	53.5
8-9 Uhr	5.7	1.2	21%	43%	17.4	8-9 Uhr	3.6	1.3	35%	71%	27.6
9-10 Uhr	5.0	1.3	27%	54%	19.9	9-10 Uhr	6.0	1.6	27%	53%	16.6
10-11 Uhr	5.3	1.3	24%	48%	19.0	10-11 Uhr	7.2	1.8	24%	49%	13.9
11-12 Uhr	6.7	1.3	19%	38%	14.9	11-12 Uhr	7.7	1.7	22%	43%	12.9
12-13 Uhr	8.0	2.3	29%	57%	12.5	12-13 Uhr	7.5	1.6	22%	43%	13.3
13-14 Uhr	6.7	1.5	22%	45%	14.9	13-14 Uhr	7.5	1.3	17%	34%	13.3
14-15 Uhr	6.0	1.2	19%	38%	16.6	14-15 Uhr	7.9	1.5	19%	39%	12.7
15-16 Uhr	7.0	1.3	18%	36%	14.2	15-16 Uhr	7.8	1.5	19%	39%	12.7
16-17 Uhr	8.4	1.3	16%	32%	11.9	16-17 Uhr	7.9	1.5	20%	39%	12.7
17-18 Uhr	8.6	1.4	16%	32%	11.6	17-18 Uhr	7.1	1.4	20%	39%	14.0
18-19 Uhr	7.1	1.3	18%	37%	14.1	18-19 Uhr	5.4	1.2	22%	45%	18.7
19-20 Uhr	4.9	1.3	27%	54%	20.3	19-20 Uhr	4.3	1.2	27%	55%	23.1

Tab. 64 Typ 5 Quartierachsen: Montag-Freitag und Samstag: Doppelstunden

	Montag-Freitag						Samstag				
	Anteil am Tagestotal in %	Standard-abweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor		Anteil am Tagestotal in %	Standard-abweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor
6-8 Uhr	8.2	2.4	30%	60%	12.3	6-8 Uhr	2.8	1.1	41%	81%	35.6
7-9 Uhr	11.3	2.2	19%	39%	8.9	7-9 Uhr	5.5	1.9	34%	68%	18.2
8-10 Uhr	10.8	2.0	19%	38%	9.3	8-10 Uhr	9.6	2.6	27%	54%	10.4
9-11 Uhr	10.3	2.2	22%	43%	9.7	9-11 Uhr	13.2	3.0	23%	45%	7.6
10-12 Uhr	12.0	1.8	15%	31%	8.4	10-12 Uhr	14.9	2.9	19%	38%	6.7
11-13 Uhr	14.7	2.8	19%	39%	6.8	11-13 Uhr	15.3	2.6	17%	34%	6.5
12-14 Uhr	14.8	3.3	23%	45%	6.8	12-14 Uhr	15.0	2.2	15%	30%	6.7
13-15 Uhr	12.8	1.9	15%	30%	7.8	13-15 Uhr	15.4	2.2	14%	28%	6.5
14-16 Uhr	13.1	1.8	14%	28%	7.7	14-16 Uhr	15.8	2.4	15%	30%	6.3
15-17 Uhr	15.5	2.0	13%	26%	6.5	15-17 Uhr	15.7	2.6	16%	33%	6.4
16-18 Uhr	17.1	2.2	13%	26%	5.9	16-18 Uhr	15.0	2.2	15%	30%	6.7
17-19 Uhr	15.7	2.1	13%	26%	6.4	17-19 Uhr	12.5	2.1	17%	34%	8.0
18-20 Uhr	12.0	2.2	18%	37%	8.3	18-20 Uhr	9.7	1.9	20%	40%	10.3

Tab. 65 Typ 5 Quartierachsen: Montag-Freitag und Samstag: Dreifachstunden

	Montag-Freitag						Samstag				
	Anteil am Tagestotal in %	Standard-abweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor		Anteil am Tagestotal in %	Standard-abweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor
6-9 Uhr	13.9	2.8	20%	41%	7.2	6-9 Uhr	6.4	2.1	33%	66%	15.6
7-10 Uhr	16.3	3.0	18%	37%	6.1	7-10 Uhr	11.5	3.1	27%	55%	8.7
8-11 Uhr	16.0	2.8	17%	35%	6.2	8-11 Uhr	16.8	4.0	23%	47%	5.9
9-12 Uhr	17.0	2.6	15%	30%	5.9	9-12 Uhr	20.9	3.9	18%	37%	4.8
10-13 Uhr	20.0	3.2	16%	32%	5.0	10-13 Uhr	22.5	3.5	16%	31%	4.5
11-14 Uhr	21.4	3.8	18%	35%	4.7	11-14 Uhr	22.8	3.2	14%	28%	4.4
12-15 Uhr	20.8	3.5	17%	34%	4.8	12-15 Uhr	22.9	2.9	13%	25%	4.4
13-16 Uhr	19.8	2.3	11%	23%	5.1	13-16 Uhr	23.3	2.9	12%	25%	4.3
14-17 Uhr	21.5	2.5	12%	23%	4.7	14-17 Uhr	23.6	3.2	13%	27%	4.2
15-18 Uhr	24.1	2.7	11%	22%	4.1	15-18 Uhr	22.9	3.1	14%	27%	4.4
16-19 Uhr	24.2	2.6	11%	22%	4.1	16-19 Uhr	20.4	2.7	13%	26%	4.9
17-20 Uhr	20.6	2.7	13%	26%	4.8	17-20 Uhr	16.8	2.7	16%	32%	6.0

Die Stunden von 6 bis 20 Uhr machen an Werktagen rund 88% des gesamten Tagesaufkommens aus, an Samstagen sind es 83%. Dies deutet darauf hin, dass v. a. samstags an diesen Quartierachsen auch noch eine gewisse Freizeitnutzung stattfindet (Besuche von Gastronomie und angrenzender Parks usw.).

Berücksichtigung des Wochentages

Bei den in die Analyse eingeflossenen Zählstellen liefert der Freitag den kleinsten relativen Fehler von 8%. Aber auch die Tage von Dienstag bis Donnerstag schneiden mit 10% gut ab und selbst der Montag mit 12% oder der Samstag mit 13% sind im vertretbaren Bereich. Gezählt werden kann also die ganze Woche von Montag bis Samstag. Die Hochrechnungsfaktoren auf den mittleren Werktag sind ebenfalls ähnlich, vor allem von Dienstag bis Freitag entsprechen die Anteile praktisch dem mittleren Werktagsaufkommen und müssen nur marginal angepasst werden. An Samstagen ist das Aufkommen etwas geringer als werktags und muss entsprechend korrigiert werden.

Tab. 66 Typ 5 Quartierachsen: Anteile der Wochentage am Wochentotal

	Anteil am Wochentotal in %	Standard-abweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Anteile am Durchschn. aller Tage	Anteile am Durchschn. Mo-Fr	Hochrechn.-faktor Wochentag	Hochrechn.-faktor Werktag
Montag	14.7	1.8	12%	24%	102%	96%	0.98	1.04
Dienstag	15.6	1.5	10%	20%	109%	102%	0.91	0.98
Mittwoch	15.2	1.5	10%	19%	106%	99%	0.94	1.01
Donnerstag	15.3	1.5	10%	20%	106%	100%	0.94	1.00
Freitag	16.0	1.2	8%	16%	111%	104%	0.89	0.96
Samstag	13.8	1.7	13%	25%	96%	90%	1.04	1.10
Sonntag	9.5	2.0	21%	42%	67%	62%	1.33	1.38
MW alle Tage	14.4	2.6	18%	36%	100%	94%	1.00	1.06
Mittelwert Mo-Fr	15.3	1.6	10%	21%	107%	100%	0.93	1.00

Berücksichtigung des Monats

Mit Ausnahme der Monate Juli und August variieren die Monatsanteile übers Jahr nur geringfügig. Die Monate März, Mai, Juni und November sind leicht überdurchschnittlich, Februar und Dezember leicht unterdurchschnittlich. Insgesamt sind aber für den DTV oder DWV nur geringe Korrekturen notwendig.

Tab. 67 Typ 5 Quartierachsen: Anteile der Monate am Jahrestotal

	Anteil am Jahrestotal in %	Standardabweichung in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Anteile am Durchschnitt aller Monate	Hochrechn.-faktor DTV / DWV
Januar	8.2	0.4	4%	9%	99%	1.01
Februar	8.0	0.4	6%	11%	96%	1.04
März	9.0	0.5	6%	11%	107%	0.93
April	8.4	0.4	5%	10%	100%	1.00
Mai	9.0	0.3	3%	6%	108%	0.93
Juni	8.8	0.7	8%	16%	105%	0.95
Juli	7.1	0.7	10%	20%	85%	1.17
August	7.9	0.6	7%	14%	95%	1.06
September	8.4	0.3	4%	8%	101%	0.99
Oktober	8.4	0.6	7%	15%	101%	0.99
November	8.8	0.8	9%	18%	105%	0.95
Dezember	8.1	0.8	10%	20%	97%	1.03
Jahresmittel	8.3	0.7	9%	18%	100%	1.00

Typ 6: Zugänge zu Ausgehmeilen in grösseren (Innen-)Städten

In die Analyse dieses Zählstellentyps wurden folgende drei Dauerzählstellen einbezogen (in Klammern jeweils das Jahr): Wettsteinbrücke (2018) und Johanniterbrücke (2018) in der Stadt Basel sowie die Langstrasse (2019) in der Stadt Zürich. Mit den nur drei Referenzzählstellen sind die Aussagen zu diesem Typ mit grosser Vorsicht zu geniessen. Es handelt sich um eine Art Spezialfall, der insbesondere in grösseren Städten auftritt und durch den Freizeitverkehr in Form von Ausgehen, Unterhaltung und Gastronomiebesuchen gekennzeichnet ist.

Kurzzeitählung auf Tagesverkehr hochrechnen

Die beste Einzelstunde für eine Hochrechnung auf den Tag ist die Zeit von 17-18 Uhr mit einem relativen Fehler von 13% (auf 68%-Niveau). Zweitbeste Stunde ist die Zeit zwischen 18 und 19 Uhr (15%). Dies deutet bereits darauf hin, dass die Freizeitnutzung am Abend die stärkste Ausprägung erfährt. Das zeigt sich auch bei den Doppelstunden, wo die Zeit von 16-18 Uhr den besten relativen Fehler liefert (10%), gefolgt von den Doppelstunden 17-19 Uhr (13%) und 18-20 Uhr (14%). Bei den Dreifachstunden schwingt die Zeit zwischen 16 und 19 Uhr mit einem relativen Fehler von 10% oben aus.

Tab. 68 Typ 6 Zugang Ausgehmeilen: Montag-Freitag und Samstag: Einzelstunden

	Montag-Freitag					Samstag					
	Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor	Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor	
6-7 Uhr	1.4	0.3	25%	50%	71.0	6-7 Uhr	0.6	0.22	35%	70%	159.0
7-8 Uhr	4.1	0.9	23%	45%	24.4	7-8 Uhr	1.0	0.28	28%	56%	100.7
8-9 Uhr	6.3	1.6	26%	51%	15.9	8-9 Uhr	1.7	0.50	30%	60%	60.2
9-10 Uhr	4.6	0.8	17%	34%	21.8	9-10 Uhr	2.7	0.65	24%	47%	36.4
10-11 Uhr	4.3	1.0	22%	45%	23.3	10-11 Uhr	4.1	1.20	29%	58%	24.1
11-12 Uhr	5.0	1.0	19%	38%	19.9	11-12 Uhr	5.3	1.22	23%	46%	18.8
12-13 Uhr	6.5	1.5	24%	47%	15.3	12-13 Uhr	6.0	1.08	18%	36%	16.6
13-14 Uhr	6.1	1.2	20%	40%	16.3	13-14 Uhr	6.7	1.14	17%	34%	15.0
14-15 Uhr	5.6	1.2	20%	41%	17.8	14-15 Uhr	7.7	2.06	27%	54%	13.0
15-16 Uhr	5.8	1.1	19%	38%	17.2	15-16 Uhr	8.2	2.12	26%	52%	12.1
16-17 Uhr	6.9	1.1	16%	32%	14.6	16-17 Uhr	7.6	2.03	27%	53%	13.1
17-18 Uhr	8.5	1.1	13%	27%	11.7	17-18 Uhr	6.9	1.53	22%	45%	14.5
18-19 Uhr	8.5	1.3	15%	31%	11.7	18-19 Uhr	6.2	1.43	23%	46%	16.1
19-20 Uhr	6.7	1.2	18%	35%	14.9	19-20 Uhr	5.2	1.05	20%	40%	19.2

Tab. 69 Typ 6 Zugang Ausgehmeilen: Montag-Freitag und Samstag: Doppelstunden

Montag-Freitag						Samstag					
	Anteil am Tagestotal in %	Standard-abweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor		Anteil am Tagestotal in %	Standard-abweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor
6-8 Uhr	5.5	1.1	20%	41%	18.1	6-8 Uhr	1.6	0.4	25%	50%	61.6
7-9 Uhr	10.4	2.4	23%	46%	9.6	7-9 Uhr	2.7	0.7	25%	51%	37.7
8-10 Uhr	10.9	2.0	19%	37%	9.2	8-10 Uhr	4.4	1.1	24%	48%	22.7
9-11 Uhr	8.9	1.4	15%	31%	11.3	9-11 Uhr	6.9	1.6	24%	48%	14.5
10-12 Uhr	9.3	1.7	18%	36%	10.7	10-12 Uhr	9.5	2.2	23%	46%	10.6
11-13 Uhr	11.6	2.3	20%	40%	8.7	11-13 Uhr	11.3	2.1	18%	36%	8.8
12-14 Uhr	12.7	2.6	20%	41%	7.9	12-14 Uhr	12.7	1.9	15%	31%	7.9
13-15 Uhr	11.8	2.1	18%	36%	8.5	13-15 Uhr	14.4	2.9	20%	40%	7.0
14-16 Uhr	11.4	2.0	18%	36%	8.7	14-16 Uhr	15.9	3.9	24%	49%	6.3
15-17 Uhr	12.7	2.0	15%	31%	7.9	15-17 Uhr	15.9	3.7	23%	46%	6.3
16-18 Uhr	15.4	1.6	10%	21%	6.5	16-18 Uhr	14.5	3.3	23%	46%	6.9
17-19 Uhr	17.0	2.2	13%	26%	5.9	17-19 Uhr	13.1	2.7	21%	42%	7.6
18-20 Uhr	15.2	2.1	14%	27%	6.6	18-20 Uhr	11.4	2.2	19%	38%	8.8

Diese Angaben gelten grundsätzlich für alle Werktage. Der Freitagabend weicht insofern etwas davon ab, als bei den Doppel- und Dreifachstunden auch die späteren Zeiten gute relative Fehler liefern (siehe Tab. 71). So weisen die Doppelstunden von 17-19 Uhr einen Wert von 11% und jene von 18-20 Uhr einen solchen von 12% auf. Bei den Dreifachstunden zeigen sowohl 16-19 Uhr wie 17-20 Uhr je eine Standardabweichung von 10% (siehe dazu auch die Tagesganglinie am Schluss dieses Typs).

Tab. 70 Typ 6 Zugang Ausgehmeilen: Montag-Freitag und Samstag Dreifachstunden

Montag-Freitag						Samstag					
	Anteil am Tagestotal in %	Standard-abweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor		Anteil am Tagestotal in %	Standard-abweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor
6-9 Uhr	11.8	2.5	21%	42%	8.5	6-9 Uhr	3.3	0.8	23%	47%	30.5
7-10 Uhr	15.0	2.8	19%	37%	6.7	7-10 Uhr	5.4	1.2	22%	45%	18.5
8-11 Uhr	15.2	2.1	14%	28%	6.6	8-11 Uhr	8.6	2.0	23%	46%	11.7
9-12 Uhr	13.9	2.0	14%	28%	7.2	9-12 Uhr	12.2	2.6	21%	42%	8.2
10-13 Uhr	15.8	2.9	18%	37%	6.3	10-13 Uhr	15.5	3.0	19%	39%	6.5
11-14 Uhr	17.7	3.3	19%	37%	5.6	11-14 Uhr	18.0	2.8	16%	31%	5.6
12-15 Uhr	18.3	3.4	18%	37%	5.5	12-15 Uhr	20.4	3.4	17%	34%	4.9
13-16 Uhr	17.6	2.9	17%	33%	5.7	13-16 Uhr	22.6	4.5	20%	40%	4.4
14-17 Uhr	18.3	2.8	15%	31%	5.5	14-17 Uhr	23.5	5.2	22%	44%	4.2
15-18 Uhr	21.2	2.3	11%	21%	4.7	15-18 Uhr	22.8	4.8	21%	42%	4.4
16-19 Uhr	23.9	2.3	10%	19%	4.2	16-19 Uhr	20.7	4.4	21%	42%	4.8
17-20 Uhr	23.8	2.8	12%	23%	4.2	17-20 Uhr	18.3	3.3	18%	36%	5.5

An Samstagen liefert die Stunde von 13-14 Uhr einen relativen Fehler (auf 68%-Niveau) von 17% und die Stunde von 12-13 Uhr einen solchen von 18%. Nimmt man die beiden Stunden zusammen, resultiert ein relativer Fehler von 15% und für die 3 Stunden von 11-14 Uhr ein solcher von 16%. Der Samstag ist also mit einem etwas höheren Fehler belastet als die Werktage. Trotz des Typs „Ausgang“ haben die Stunden mit dem niedrigsten relativen Fehler nichts mit unmittelbar damit zu tun. Am Abend streuen die Werte wesentlich mehr. Die besten Stunden am Samstag dürften v. a. durch den Einkauf begründet sein. Zugleich lässt sich sagen, dass die nächstbesseren Stunden nach dem Nachmittag am Abend zu finden sind. So weist die Doppelstunde zwischen 18 und 20 Uhr einen relativen Fehler von 19% und die Dreifachstunde von 17-20 Uhr einen solchen von 18% auf.

Je nach Zählort ist es also sinnvoll, auch am Abend bis ca. 20 Uhr zu zählen, insbesondere wenn dies von der Fragestellung her angezeigt ist (z. B. Dimensionierung der Flächen für Ausgehbereiche). Nach 20 Uhr steigt der relative Fehler deutlich an. Eine Aussage, die allerdings nur auf den drei erwähnten Zählstellen beruht.

Zwar weist der frühe Sonntagmorgen ein im Vergleich zu anderen Zählstellen deutlich höheres absolutes und relatives Aufkommen auf, aber dieses ist sehr dispers und geht deshalb mit einer hohen Standardabweichung und einem entsprechend hohen relativen Fehler einher (65-70%). Eine Zählung zu diesen Stunden drängt sich deshalb nicht auf.

Tab. 71 Typ 6 Zugang Ausgehmeilen: Montag-Donnerstag und Freitag Einzel-, Doppel und Dreifachstunden jeweils nur ab 16 Uhr

	Montag-Donnerstag					Freitag					
	Anteil am Tagestotal in %	Standard-abweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor	Anteil am Tagestotal in %	Standard-abweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor	
Einzelstunden											
16-17 Uhr	6.8	1.1	16%	32%	14.6	16-17 Uhr	6.9	1.0	15%	30%	14.4
17-18 Uhr	8.7	1.1	13%	26%	11.5	17-18 Uhr	7.9	1.0	13%	25%	12.6
18-19 Uhr	8.8	1.3	14%	29%	11.4	18-19 Uhr	7.5	1.0	13%	26%	13.4
19-20 Uhr	6.9	1.2	17%	34%	14.5	19-20 Uhr	6.0	0.9	15%	31%	16.6
Doppelstunden											
16-18 Uhr	15.5	1.6	10%	20%	6.4	16-18 Uhr	14.9	1.7	11%	22%	6.7
17-19 Uhr	17.4	2.1	12%	24%	5.7	17-19 Uhr	15.4	1.7	11%	22%	6.5
18-20 Uhr	15.7	2.0	13%	25%	6.4	18-20 Uhr	13.5	1.6	12%	23%	7.4
Dreifachstunden											
14-17 Uhr	18.3	2.9	16%	32%	5.5	14-17 Uhr	18.4	2.5	14%	27%	5.4
15-18 Uhr	21.3	2.3	11%	21%	4.7	15-18 Uhr	20.7	2.3	11%	22%	4.8
16-19 Uhr	24.3	2.2	9%	18%	4.1	16-19 Uhr	22.4	2.2	10%	19%	4.5
17-20 Uhr	24.3	2.6	11%	22%	4.1	17-20 Uhr	21.5	2.1	10%	20%	4.7

Der Anteil der Stunden von 6 bis 20 Uhr macht zwischen Montag und Donnerstag 82% des gesamten Tagesaufkommens aus. Am Freitag sind es 75% und am Samstag nur noch rund 70%. Die beiden letztgenannten Anteile sind deutlich niedriger als bei allen anderen Typen und weisen auf den hohen Anteil des Freizeitverkehrs am Abend hin.

Berücksichtigung des Wochentages

Für eine Hochrechnung eignen sich alle Wochentage von Dienstag bis Freitag, wobei der Mittwoch und der Donnerstag die besten relativen Fehler liefern (10%), Dienstag und Freitag sind es 11%. Montag (13%) und Samstag (15%) weisen dagegen schlechtere Werte auf. Die Tage von Dienstag bis Donnerstag entsprechen sehr gut dem Aufkommen eines mittleren Werk- bzw. Wochentages. Die Montage haben dagegen nur einen Anteil von 91%, die Freitage einen solchen von 106% und die Samstage von 110%. Zu vermerken ist, dass die Anteile am Durchschnitt aller Wochentage und an jenem der Werkstage praktisch identisch sind und entsprechend auch die Hochrechnungsfaktoren gleich hoch sind.

Tab. 72 Typ 6 Zugang Ausgehmeilen: Anteile der Wochentage am Wochentotal

	Anteil am Wochentotal in %	Standard-abweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Anteile am Durchschn. aller Tage	Anteile am Durchschn. Mo-Fr	Hochrechn.-faktor Wochentag	Hochrechn.-faktor Werktag
Montag	12.9	1.7	13%	27%	91%	91%	1.09	1.09
Dienstag	14.3	1.5	11%	22%	100%	100%	1.00	1.00
Mittwoch	14.4	1.5	10%	21%	101%	101%	0.99	0.99
Donnerstag	14.7	1.4	10%	20%	103%	103%	0.97	0.97
Freitag	15.2	1.6	11%	21%	106%	106%	0.94	0.94
Samstag	15.8	2.4	15%	31%	110%	110%	0.90	0.90
Sonntag	12.9	2.8	22%	43%	90%	90%	1.10	1.10
MW alle Tage	14.3	2.1	15%	30%	100%	100%	1.00	1.00
Mittelwert Mo-Fr	14.3	1.7	12%	24%	100%	100%	1.00	1.00

Berücksichtigung des Monats

Zwischen April und November ist das Aufkommen bzw. sind die Anteile der jeweiligen Monate bei diesem Typ leicht überdurchschnittlich. Es gibt keinen Einbruch im Sommer. Die Wintermonate weisen demgegenüber leicht unterdurchschnittliche Anteile auf. Insgesamt lassen sich diese recht konsistenten Werte relativ zuverlässig hochrechnen, auch wenn die Datenbasis mit nur drei Referenzzählstellen sehr klein ist.

Tab. 73 Typ 6 Zugang Ausgehmeilen: Anteile der Monate am Jahrestotal

	Anteil am Jahrestotal in %	Standardabweichung in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Anteile am Durchschnitt aller Monate	Hochrechn.-faktor DTV / DWV
Januar	7.4	0.9	12%	23%	89%	1.12
Februar	7.7	1.2	15%	31%	92%	1.09
März	8.0	0.6	8%	15%	97%	1.04
April	8.7	0.7	8%	16%	104%	0.96
Mai	8.6	0.2	2%	4%	104%	0.96
Juni	9.1	0.3	3%	6%	109%	0.92
Juli	8.6	1.0	11%	22%	104%	0.96
August	8.8	0.7	8%	16%	106%	0.95
September	8.5	0.7	8%	16%	101%	0.99
Oktober	8.6	0.3	4%	8%	103%	0.97
November	8.7	0.2	2%	4%	104%	0.96
Dezember	7.2	0.1	1%	2%	87%	1.15
Jahresmittel	8.3	0.8	9%	19%	100%	1.00

4.4.5 Hochrechnungsfaktoren über alle Zählstellen-Typen zusammen

Häufig lässt sich eine Zählstelle nicht per se einem bestimmten Typ zuordnen, da die Nutzung nicht sofort ersichtlich ist oder von einer Mischung verschiedener Hauptzwecke ausgegangen werden muss. Für diesen Fall sind die folgenden Kennwerte von besten Stunden und Tagen sowie die Hochrechnungsfaktoren dargestellt. Nicht einbezogen worden sind die Daten des Typs 1, also der Freizeit-Naherholungsnutzung. Dieser Typ ist deutlich anders gelagert und kann relativ einfach von den übrigen Zählstellen unterschieden werden. Der Einbezug würde das Bild verfälschen und zu falschen Schlussfolgerungen führen.

Insgesamt sind also in die folgende Durchschnittsbetrachtung die Werte von 28 Zählstellen aus den Städten Basel, Biel, St. Gallen und Zürich eingeflossen.

Kurzzeitählung auf Tagesverkehr hochrechnen

Über alle Zählstellen gesehen, ist die beste Einzelstunde werktags jene von 17-18 Uhr mit einem relativen Fehler von 18%. Diese Stunde ist zugleich jene mit dem höchsten Anteil am Tagesaufkommen von 9.2%. Auch die beiden angrenzenden Stunden von 16-17 Uhr und von 18-19 Uhr sind gut für eine Hochrechnung. Sie weisen einen relativen Fehler von 19% auf. Daraus ergeben sich naturgemäss auch die besten Doppel- und Dreifachstunden: es sind dies die Zeiten von 16-18 Uhr (mit einem relativen Fehler von 15%) und von 17-19 Uhr (16%) sowie bei den Dreifachstunden die Zeiten von 16-19 Uhr (13%) und 15-18 Uhr (14%).

An den Samstagen sind zwei Zeitbereiche relevant. Zum einen jener am Mittag und frühen Nachmittag und zum anderen jener am späteren Nachmittag und frühen Abend. Insgesamt ist der ganze Samstagnachmittag relativ homogen und damit für eine Zählung geeignet. Hochrechnungstechnisch die beste Einzelstunde ist jene von 13-14 Uhr mit einer Standardabweichung von 20%. Ebenfalls gut sind die Zeiten von 12-13 Uhr und von 16-17 Uhr mit je 21% relativem Fehler. Zu den geeignetsten Doppelstunden zählen die Zeiten von 12-14 Uhr und 16-18 Uhr (mit je 18%) sowie 13-15 Uhr (mit 19%). Bei den Dreifachstunden sind es die Zeiten von 12-15 Uhr, 15-18 oder 16-19 Uhr. Sie weisen alle einen relativen Fehler von 17% auf.

Da der Sonntag v. a. für die Freizeit-Naherholungsnutzung relevant ist, aber nicht für die anderen Typen, wird er hier weggelassen.

Tab. 74 Alle Typen (ohne Naherholung): Montag-Freitag und Samstag: Einzelstunden

	Montag-Freitag						Samstag				
	Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor		Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor
6-7 Uhr	1.7	1.1	63%	127%	58.9	6-7 Uhr	0.7	0.4	66%	133%	151.9
7-8 Uhr	4.9	2.5	51%	102%	20.3	7-8 Uhr	1.3	0.8	58%	115%	75.7
8-9 Uhr	5.6	1.7	31%	61%	17.8	8-9 Uhr	2.7	1.2	44%	89%	36.4
9-10 Uhr	4.9	1.2	25%	51%	20.5	9-10 Uhr	4.7	1.8	39%	77%	21.5
10-11 Uhr	5.2	1.3	25%	51%	19.3	10-11 Uhr	6.2	2.0	31%	63%	16.0
11-12 Uhr	6.5	1.4	22%	45%	15.4	11-12 Uhr	7.3	1.8	24%	49%	13.7
12-13 Uhr	8.3	2.3	28%	55%	12.1	12-13 Uhr	7.7	1.6	21%	42%	13.0
13-14 Uhr	7.1	1.6	23%	46%	14.0	13-14 Uhr	8.0	1.6	20%	39%	12.5
14-15 Uhr	6.5	1.6	24%	49%	15.4	14-15 Uhr	8.8	1.9	22%	44%	11.4
15-16 Uhr	7.0	1.6	23%	47%	14.2	15-16 Uhr	9.0	2.1	24%	47%	11.1
16-17 Uhr	8.3	1.6	19%	38%	12.0	16-17 Uhr	8.6	1.8	21%	42%	11.6
17-18 Uhr	9.2	1.7	18%	36%	10.8	17-18 Uhr	7.4	1.7	23%	46%	13.6
18-19 Uhr	7.7	1.5	19%	39%	13.1	18-19 Uhr	5.6	1.6	29%	58%	18.0
19-20 Uhr	5.2	1.5	29%	58%	19.1	19-20 Uhr	4.3	1.5	34%	69%	23.3

Die Stunden von 6 bis 20 Uhr haben werktags einen Anteil von 88%, das heisst, 12% des Aufkommens findet in den Nachstunden statt. Am Samstag beträgt der Anteil der Nachstunden 18%, was auf den höheren Freizeitanteil am späteren Abend und den geringeren Pendleranteil am Morgen hinweist.

Tab. 75 Alle Typen (ohne Naherholung): Montag-Freitag und Samstag: Doppelstunden

	Montag-Freitag						Samstag				
	Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor		Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor
6-8 Uhr	6.6	3.0	46%	92%	15.1	6-8 Uhr	2.0	1.1	56%	113%	50.5
7-9 Uhr	10.5	3.7	35%	71%	9.5	7-9 Uhr	4.1	1.8	45%	90%	24.6
8-10 Uhr	10.5	2.4	23%	46%	9.5	8-10 Uhr	7.4	2.9	38%	77%	13.5
9-11 Uhr	10.0	2.2	22%	43%	10.0	9-11 Uhr	10.9	3.5	32%	65%	9.2
10-12 Uhr	11.6	2.4	20%	41%	8.6	10-12 Uhr	13.5	3.4	25%	51%	7.4
11-13 Uhr	14.7	3.2	22%	43%	6.8	11-13 Uhr	15.0	3.0	20%	40%	6.7
12-14 Uhr	15.4	3.5	23%	45%	6.5	12-14 Uhr	15.7	2.8	18%	36%	6.4
13-15 Uhr	13.6	2.7	20%	40%	7.4	13-15 Uhr	16.8	3.2	19%	38%	6.0
14-16 Uhr	13.5	2.9	21%	43%	7.4	14-16 Uhr	17.8	3.7	21%	42%	5.6
15-17 Uhr	15.4	2.8	18%	36%	6.5	15-17 Uhr	17.6	3.5	20%	40%	5.7
16-18 Uhr	17.6	2.7	15%	30%	5.7	16-18 Uhr	15.9	2.9	18%	36%	6.3
17-19 Uhr	16.9	2.7	16%	32%	5.9	17-19 Uhr	12.9	2.9	22%	45%	7.8
18-20 Uhr	12.9	2.6	21%	41%	7.8	18-20 Uhr	9.8	2.8	28%	57%	10.2

Tab. 76 Alle Typen (ohne Naherholung): Montag-Freitag und Samstag Dreifachstunden

	Montag-Freitag						Samstag				
	Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor		Anteil am Tagestotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Hochrechn.-faktor
6-9 Uhr	12.2	4.2	34%	69%	8.2	6-9 Uhr	4.7	2.1	45%	91%	21.2
7-10 Uhr	15.4	4.2	27%	54%	6.5	7-10 Uhr	8.7	3.4	39%	78%	11.5
8-11 Uhr	15.7	2.8	18%	36%	6.4	8-11 Uhr	13.7	4.5	33%	66%	7.3
9-12 Uhr	16.5	3.0	18%	37%	6.1	9-12 Uhr	18.2	4.9	27%	54%	5.5
10-13 Uhr	19.9	3.8	19%	38%	5.0	10-13 Uhr	21.3	4.5	21%	42%	4.7
11-14 Uhr	21.9	4.4	20%	40%	4.6	11-14 Uhr	23.0	4.0	18%	35%	4.3
12-15 Uhr	21.9	4.3	20%	39%	4.6	12-15 Uhr	24.5	4.2	17%	34%	4.1
13-16 Uhr	20.6	3.8	19%	37%	4.8	13-16 Uhr	25.8	4.8	19%	37%	3.9
14-17 Uhr	21.8	3.8	18%	35%	4.6	14-17 Uhr	26.4	4.9	19%	37%	3.8
15-18 Uhr	24.6	3.5	14%	28%	4.1	15-18 Uhr	25.0	4.2	17%	34%	4.0
16-19 Uhr	25.2	3.3	13%	26%	4.0	16-19 Uhr	21.5	3.7	17%	34%	4.7
17-20 Uhr	22.1	3.5	16%	32%	4.5	17-20 Uhr	17.2	3.8	22%	45%	5.8

Berücksichtigung des Wochentages

Grundsätzlich sind alle Wochentage zwischen Dienstag und Freitag gut für eine Hochrechnung der Daten und damit für eine Zählung. Der Freitag hat mit 10% den geringsten relativen Fehler. Alle Tage zwischen Dienstag und Donnerstag entsprechen ziemlich genau dem Mittel über alle Werkstage, das Aufkommen am Montag ist etwas tiefer (93%), jenes am Freitag etwas höher (105%). An den Samstagen ist der relative Fehler und damit die Streuung deutlich grösser als an den Werktagen, das mittlere

Aufkommen ist mit 95% gemessen an den Werktagen leicht niedriger, aber mit 102% nahe am Mittel über alle Wochentage.

Tab. 77 Alle Typen (ohne Naherholung): Anteile der Wochentage am Wochentotal

	Anteil am Wochentotal in %	Standardabweich. in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Anteile am Durchschn. aller Tage	Anteile am Durchschn. Mo-Fr	Hochrechn.-faktor Wochentag	Hochrechn.-faktor Werktag
Montag	14.2	2.3	16%	32%	99%	93%	1.01	1.07
Dienstag	15.4	1.8	12%	24%	107%	100%	0.93	1.00
Mittwoch	15.4	1.8	11%	23%	107%	101%	0.93	0.99
Donnerstag	15.5	1.9	12%	25%	108%	101%	0.92	0.99
Freitag	16.1	1.6	10%	20%	112%	105%	0.88	0.95
Samstag	14.6	3.3	22%	45%	102%	95%	0.98	1.05
Sonntag	8.9	2.9	33%	66%	62%	58%	1.38	1.42
MW alle Tage	14.4	3.2	22%	45%	100%	94%	1.00	1.06
Mittelwert Mo-Fr	15.3	2.0	13%	26%	107%	100%	0.93	1.00

Berücksichtigung des Monats

Die Frühlingsmonate (März bis Juni) sowie die Herbstmonate (Oktober und November) weisen überdurchschnittliche Anteile am Jahrestotal auf, während Januar, Februar sowie die Sommermonate Juli und August unterdurchschnittlich ausfallen. Die Anteile im September und Dezember entsprechen ziemlich genau dem Mittel über alle Monate.

Tab. 78 Alle Typen (ohne Naherholung): Anteile der Monate am Jahrestotal

	Anteil am Jahrestotal in %	Standardabweichung in %	Rel. Fehler 68%	Rel. Fehler 95%	Anteile am Durchschnitt aller Monate	Hochrechn.-faktor DTV / DWV
Januar	8.0	0.8	10%	20%	96%	1.04
Februar	7.9	0.9	11%	22%	95%	1.05
März	8.8	0.7	8%	16%	105%	0.95
April	8.6	0.6	7%	14%	103%	0.97
Mai	8.8	0.5	5%	11%	106%	0.94
Juni	8.7	0.9	10%	21%	104%	0.96
Juli	7.3	1.3	17%	35%	87%	1.14
August	8.0	0.7	9%	18%	96%	1.05
September	8.3	0.4	5%	10%	99%	1.01
Oktober	8.6	0.6	6%	13%	103%	0.97
November	8.9	0.6	7%	14%	107%	0.94
Dezember	8.2	1.0	12%	24%	99%	1.01
Jahresmittel	8.3	0.9	11%	21%	100%	1.00

4.4.6 Anteile am Tagesverkehr und Spitzenstunden

Die unterschiedlichen Charakteristika der Typen zeigen sich in der Verteilung des Aufkommens über den Tag. Hier werden zusammenfassend die Unterschiede nochmals kurz dargestellt.

Deutlich wird z. B., dass beim Typ 2 Einkauf Innenstadt die Anteile in der zweiten Tageshälfte deutlich grösser sind als bei anderen Typen. Der Einkauf findet hauptsächlich nachmittags statt – sowohl an Werktagen wie an Samstagen. An Samstagen gilt dies auch überproportional für den Typ 1 Freizeit-Naherholung. Demgegenüber sind erwartungsgemäss beim Typ 3 Ausbildung und Arbeit die werktäglichen Anteile am Morgen zwischen 6-9 Uhr sehr hoch. Der Typ 6 Zugang Ausgehmeile wiederum zeigt wie hoch das Aufkommen am frühen Abend und in der Nacht ist, insbesondere an Samstagen. Hier machen die Stunden nach 17 Uhr fast die Hälfte des Aufkommens aus (unter der Woche sind es immerhin 43%). Die Typen 4 und 5 mit einem Orts- bzw. Quartierbezug zeigen am ehesten eine durchschnittliche Verteilung des Aufkommens über den Tag.

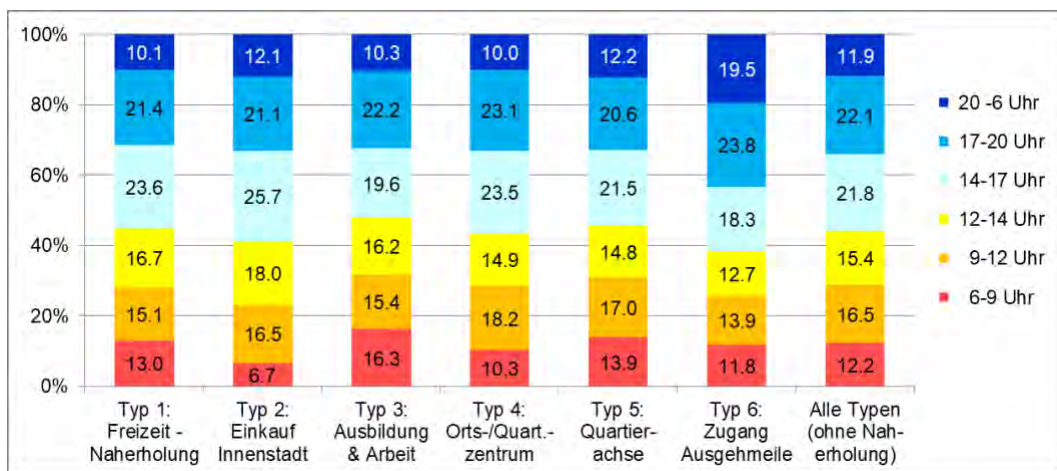


Abb. 116 Anteile des Aufkommens am Tagesverkehr nach Typen von Montag bis Freitag

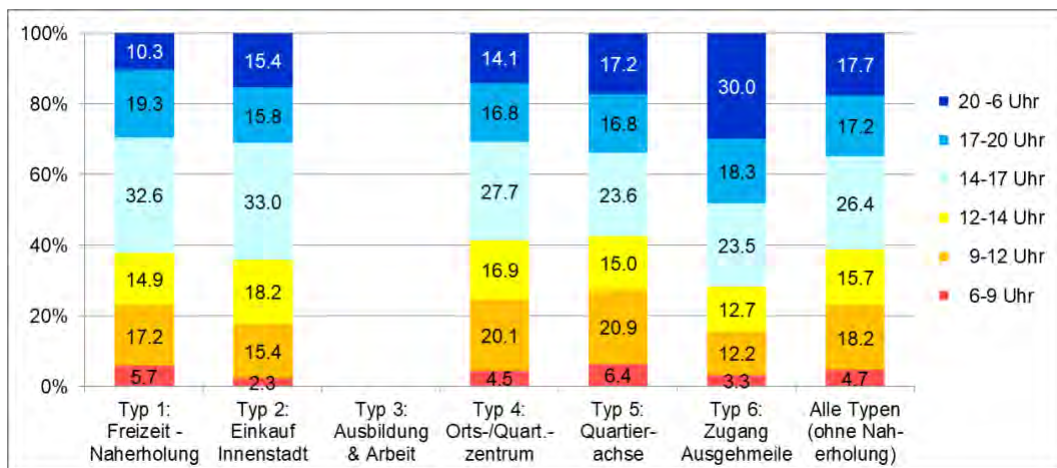


Abb. 117 Anteile des Aufkommens am Tagesverkehr nach Typen an Samstagen

Während sich die Vormittags- und Mittagsstunden zwischen den Werktagen und den Samstagen kaum unterscheiden, sind die Anteile am frühen Morgen natürlich deutlich höher als am Samstag. Dafür ist das anteilmässige Aufkommen am Nachmittag und am späten Abend am Samstag deutlich höher. Interessanterweise gilt dies nicht für die Zeit zwischen 17 und 20 Uhr. Die Anteile in dieser Zeit sind von Montag bis Freitag höher als am Samstag.

Die **Spitzenstunden** sind häufig nahe oder gar identisch mit den besten Erhebungszeiten für eine Hochrechnung (siehe unten). Die Zeiten an Werktagen mit den höchsten bzw. zweithöchsten Stundenanteilen des Tages sind meist am frühen Abend und bei den Typen 1, 2 und 3 auch über Mittag. Ausbildungswege weisen zwischen 7 und 8 Uhr das höchste Aufkommen auf. Im Übrigen sind die Morgenstunden ausser im Pendelverkehr keine sehr grosse Spitze. Dies im Gegensatz zum MIV oder öV, wo der Morgen je nach Strecke meist zu den Spitzenzeiten gehört. Dagegen sind bei diesen beiden Verkehrsarten die Anteile der Mittagsstunden meist gering. Dies ist anders beim Fussverkehr. Hier weisen die Typen 1 bis 3 wie auch die Orts-/Quartierzentren und Quartierachsen (Typen 4 und 5) mit rund 8% sehr hohe Anteile auf. Die Erhebung von Mittagsstunden kann also beim Fussverkehr sehr relevant sein.

Insgesamt machen die Spitzenstunden meist einen Anteil zwischen 8.5% und 9.5% des Tagesaufkommens auf. Als grobe Annäherung kann man von durchschnittlich 9% über alle Typen ausgehen. Dies gilt auch für den Samstag.

Tab. 79 Stundenanteile am Tagesverkehr nach Typen Montag-Freitag: Spitzenstunden

	Typ 1 Freizeit- Naherholung	Typ 2 Einkaufen Innenstadt	Typ 3 Ausbildung & Arbeit	Typ 4 Orts-/Quartier- zentrum	Typ 5 Quartier- achse	Typ 6 Zugang Ausgehmeile	Alle Typen (ohne Naherh.)	Typ 3 Vorwiegend Ausbildung	Typ 3 Vorwiegend Arbeit
6-7 Uhr	2.4	0.9	1.8	1.5	2.6	1.4	1.7	1.0	2.1
7-8 Uhr	5.2	2.4	7.5	3.7	5.6	4.1	4.9	11.0	6.1
8-9 Uhr	5.5	3.4	7.0	5.2	5.7	6.3	5.6	6.2	7.3
9-10 Uhr	4.4	4.0	4.8	5.3	5.0	4.6	4.9	4.7	4.9
10-11 Uhr	4.9	5.4	4.5	5.9	5.3	4.3	5.2	5.4	4.2
11-12 Uhr	5.8	7.1	6.0	7.0	6.7	5.0	6.5	5.9	6.1
12-13 Uhr	9.4	9.3	9.0	8.0	8.0	6.5	8.3	10.2	8.5
13-14 Uhr	7.3	8.7	7.2	7.0	6.7	6.1	7.1	6.6	7.4
14-15 Uhr	7.3	8.4	5.6	7.0	6.0	5.6	6.5	6.2	5.4
15-16 Uhr	8.2	8.6	6.0	7.6	7.0	5.8	7.0	7.1	5.6
16-17 Uhr	8.1	8.8	8.0	8.9	8.4	6.9	8.3	8.9	7.6
17-18 Uhr	8.5	8.9	9.6	9.8	8.6	8.5	9.2	8.1	10.2
18-19 Uhr	7.3	7.3	7.7	7.9	7.1	8.5	7.7	7.1	7.9
19-20 Uhr	5.6	4.9	4.9	5.4	4.9	6.7	5.2	3.9	5.2

4.4.7 Zusammenfassung: Erkenntnisse und Hinweise für die Praxis

Hochrechnungsfaktoren dienen dazu, auf Basis von wenigen Zählstunden eine verlässliche Aussage über den durchschnittlichen Tagesverkehr (DTV) bzw. den durchschnittlichen Werktagsverkehr (DWV) zu machen. Optimalerweise kann nur schon mit einer gut gewählten Zählstunde eine grobe Abschätzung des DTV und DWV erfolgen – unter Angabe des entsprechenden Schätzfehlers.

In den folgenden Abschnitten werden in einem ersten Abschnitt nochmals die Haupttypen kurz charakterisiert und danach die wichtigsten Erkenntnisse und Empfehlungen zusammenfassend für die Praxis dargestellt.

Zusammenfassende kurze Charakterisierung nach einzelnen Typen

Im Folgenden werden zusammenfassend die einzelnen Haupttypen nochmals nach ihren Charakteristika dargestellt.

Tab. 80 Kurzcharakterisierung der einzelnen Haupttypen

Haupt-Typ	Charakteristika der Zählstellen
Typ 1 Freizeit-Naherholung Spazieren, Joggen, Ausflüge usw.	Dieser Typ ist aufgrund seiner Lage und Monofunktionalität relativ schnell erkennbar. Die entsprechenden Zählstellen gleichen sich in ihren Mustern stark. Je nach Ort bzw. Zählstelle kann es werktags in den Morgenstunden noch einen kleinen Einfluss durch Pendlerverkehr geben, was sich in einer leichten Erhöhung der Frequenzen bzw. der Anteile zeigt. Um die Mittagszeit sind auf Erholungswegen häufig auch Joggende unterwegs, was zu einer Spitze um diese Zeit führt. Zur Illustration: in diesen Typus eingeflossen sind die Zählstellen Birskopfsteig in Basel, Seefeldquai und Arboretum in Zürich sowie die Seevorstadt in Biel.
Typ2 Einkaufsachse Innenstadt Haupt-Wegzwecke: Einkauf und etwas Freizeit (Ausgang, Gastronomie)	Dieser Typus ist vor allem in Kernbereichen von grösseren Städten zu finden, häufig ist es eine Haupteinkaufsachse oder liegt angrenzend zu einer. Neben dem Einkauf ist meist auch Freizeitverkehr (Gastronomie usw.) vertreten, was ein gewisses Aufkommen am Abend sowie am Sonntag generiert. Bei fast „reinen“ Einkaufsstrassen ist der Tagesgang am Sonntag sehr flach, siehe z. B. Vadianstrasse in St. Gallen. In die Analyse dieses Typus sind neben der Vadianstrasse die Zählstellen an der Gerbergasse und der Mittleren Brücke in Basel sowie das Limmatquai in Zürich eingeflossen.
Typ 3 Pendlerverkehr: Ausbildung und Arbeit Zugang zu Schulen, Arbeitsgebieten und/oder öV	Arbeit und Ausbildung sind in diesem Typus vorherrschend, jeweils klar erkennbar am dreigipfligen Tagesverlauf und der markanten Morgenspitze bei den Ausbildungswegen, die deutlich grösser ist als bei den Arbeitswegen. Bei Letzteren ist die Spitze jeweils am späteren Nachmittag zu finden. Dieser Typus findet sich am ehesten bei Zugängen zu Schulen oder zu wichtigen öV-Haltestellen bzw. Bahnhöfen, wobei im letztgenannten Fall die Mittagsspitze sehr viel kleiner ausfällt. In die Analyse eingeflossen sind die beiden stark vom Ausbildungsverkehr geprägten Zählstellen Wolfschlucht-Promenade und Neubadgasse in Basel, sowie die Zählstellen Elisabethenstrasse und Elisabethenanlage (ebenfalls in Basel), und die Altstetterstrasse, der Weinberg-Fussweg und die Militärbrücke in Zürich.
Typ 4 Orts-/Quartierzentren mit öV-Bedeutung Haupt-Wegzwecke: Arbeit/Ausbildung und Einkauf plus etwas Freizeit	Typisch für den Verlauf in Orts-/Quartierzentren sind eine deutliche Spitze des Aufkommens am Abend und – bei zahlreichen Arbeitsplätzen in der Nähe – auch am Mittag. Eine eigentliche Morgenspitze ist nicht auszumachen. Der Samstag erstreckt sich – vor allem in grösseren Städten – über grössere Teile des Vor- und Nachmittags, der Sonntag verläuft flach. In die Analyse aufgenommen wurden die folgenden acht Dauerzählstellen: Rebgasse, Güterstrasse und Stückisteg in der Stadt Basel, Ohmstrasse und Zehntenhausplatz in der Stadt Zürich sowie die Bahnhofstrasse und zwei Standorte an der Zentralstrasse in der Stadt Biel. Die Orts- und Quartierzentren sind meist multifunktionale Treffpunkte mit einer Mischung aus Einkaufsmöglichkeiten, Dienstleistungen, Restaurants und einem öV-Knotenpunkt. Dieser macht den Pendlerverkehr aus. Den Tagesverlauf eines Orts- bzw. Quartierzentrums sieht man auch an Orten, die selber kein solches Zentrum bilden, aber ein solches mit einem wichtigen öV-Punkt verbinden. So z. B. bei der Alten Brücke in Olten oder an der Kreuzackerbrücke in Solothurn, wo jeweils wichtige Verbindungen zwischen Alt- bzw. Innenstadt und dem Bahnhof bestehen.

Tab. 80 Kurzcharakterisierung der einzelnen Haupttypen

Haupt-Typ	Charakteristika der Zählstellen
<p>Typ 5 Quartierachsen mit lokaler Versorgung Haupt-Wegzwecke: Arbeit/Ausbildung, Einkauf und etwas Freizeit</p>	<p>Dieser Typus ist besonders in innerstädtischen Quartieren und dort entlang von grösseren Strassen anzutreffen mit einer vorherrschenden (dichten) Wohnnutzung und diversen Kleingewerbe-Betrieben (Coiffeursalons, Bäckerei, Schumacherei und weitere Quartierläden sowie Quartierrestaurants), die in erster Linie der lokalen Versorgung dienen. Die Zählstellen an der Mülhauser-, Allschwiler-, Hard- und Klybeckstrasse in Basel sowie der Dufour- und Bözingenstrasse in Biel charakterisieren diesen Typus sehr gut. Entsprechend wird der Rhythmus dieser Zählstellen mit lokalem Pendler-, Einkaufs- und etwas Freizeitverkehr sichtbar. Letzteres z. B. als Zugang zu einem Quartierpark wie dem Allschwilerpark an der gleichnamigen Strasse.</p> <p>Im Gegensatz zum Typ 4 hat dieser Typ einen ausgeprägteren dreigipfligen Tagesverlauf und insbesondere eine sichtbare Morgenspitze. Die Samstage zeigen relativ konstant hohe Anteile zwischen 10 Uhr morgens und 18 Uhr nachmittags. Die Anteile am Sonntag sind aufgrund der lokalen Freizeitnutzung ebenfalls etwas höher als beim Typ 4.</p>
<p>Typ 6 Zugänge zu Ausgehmeilen in grösseren (Innen-)Städten Haupt-Wegzwecke: Freizeit (Gastronomie, Unterhaltung usw.)</p>	<p>Typ 6 ist eher ein Spezialfall für grössere Städte und wird charakterisiert durch zwei Hauptzwecke: Tagsüber steht der Pendlerverkehr im Vordergrund, abends und vor allem am Freitag und Samstag ist es die Freizeit und das Nachtleben mit Gastronomie und Unterhaltung. Die Zählstellen, die in die Analyse einbezogen wurden, stehen meist nicht mitten drin im Ausgehviertel, sondern an den Zugängen dazu bzw. zur Innenstadt, z. B. bei Brücken oder Unterführungen. Ausgewertet wurden folgende Dauerzählstellen: Wettstein- und Johanniterbrücke in Basel sowie die Langstrasse in Zürich. Die Stichprobe ist also sehr klein. Einen ähnlichen Verlauf wie die genannten Zählstellen zeigt auch die Poststrasse in St. Gallen. Hierfür liegen allerdings nur Daten einer temporären Zählung von drei Wochen vor.</p> <p>Aufgrund der dreigipfligen Tagesganglinie wird die Funktion als Pendlerroute an Werktagen schnell ersichtlich. Vor allem am Freitag- und Samstagabend reflektieren die Zählstellen das Nachtleben der angrenzenden Gebiete. Am Sonntag wird z. B. das höchste Aufkommen des Tages kurz nach Mitternacht gezählt. Neben dem Pendler- und Freizeitverkehr gibt es v. a. samstags auch etwas Einkaufsverkehr. Im Wochenverlauf ist bis Samstag jeden Tag eine leichte Zunahme festzustellen, der Sonntag macht noch 90% des Wochenaufkommens aus.</p>

Beste Stunden für die Hochrechnung von Kurzzeitzählungen auf den Tag
Einzelstunden

Tab. 81 Einzelstunden nach Haupttyp: Montag-Freitag *

	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
Alle Typen (ohne Typ 1)											19%	18%	19%	
Typ 1: Freizeit-Naherholung											29%	27%		
Typ 2: Einkauf Innenstadt								15%				14%		
Typ 3: Ausbildung & Arbeit			22%										19%	
Ausbildung		18%					18%							
Arbeit			18%										16%	
Typ 4: Orts-/Quartierzentren											13%	14%		
Typ 5: Quartierachsen										18%	16%	16%		
Typ 6: Zugang zu Ausgehmeilen												13%	15%	
SVI-Studie 2005											19%	23%		
Rossmerkel 2017									17%		15%			

Tab. 82 Einzelstunden nach Haupttyp: Samstag (und Sonntag) *

	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
Alle Typen (ohne Typ 1&3)							21%	20%			21%			
Typ 1: Freizeit-Naherholung								29%	30%					
Sonntag								25%	28%					
Typ 2: Einkauf Innenstadt									18%	18%	17%			
Typ 3: Ausbildung & Arbeit														
Typ 4: Orts-/Quartierzentren							14%	13%						
Typ 5: Quartierachsen								17%	19%	19%				
Typ 6: Zugang zu Ausgehmeilen							18%	17%						

Legende: Beste Hochrechnungsstunde Zweitbeste Hochrechnungsstunde

* Die Prozentwerte geben den relativen Fehler auf dem Niveau von 68% an (± eine Standardabweichung). Das heisst, 68% der hier einbezogenen Zählwerte befinden sich innerhalb dieses Bereichs.

Doppel- und Dreifachstunden

Tab. 83 Doppelstunden nach Haupttyp: Montag-Freitag *

	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
Alle Typen (ohne Typ 1)											15%			
Typ 1: Freizeit-Naherholung											23%			
Typ 2: Einkauf Innenstadt								13%			13%			
Typ 3: Ausbildung & Arbeit			15%											15%
Ausbildung							12%							
Arbeit			13%											13%
Typ 4: Orts-/Quartierzentren											11%			
Typ 5: Quartierachsen											13%			
Typ 6: Zugang zu Ausgehmeilen											10%			
SVI-Studie 2005						12%					12%			
Rossmerkel 2017										13%				

Tab. 84 Dreifachstunden nach Haupttyp: Montag-Freitag *

	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
Alle Typen (ohne Typ 1)											13%			
Typ 1: Freizeit-Naherholung											21%			
Typ 2: Einkauf Innenstadt											11%			
Typ 3: Ausbildung & Arbeit			9%							9%			9%	
Ausbildung		11%					11%					11%		
Arbeit			9%							9%			9%	
Typ 4: Orts-/Quartierzentren											10%			
Typ 5: Quartierachsen											11%			
Typ 6: Zugang zu Ausgehmeilen											10%			
SVI-Studie 2005														
Rossmerkel 2017								10%						

Legende: Beste Hochrechnungsstunde Zweitbeste Hochrechnungsstunde

* Die Prozentwerte geben den relativen Fehler auf dem Niveau von 68% an (\pm eine Standardabweichung). Das heisst, 68% der hier einbezogenen Zählwerte befinden sich innerhalb dieses Bereichs.

Tab. 85 Doppelstunden nach Haupt-Typ: Samstag (und Sonntag) *

	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
Alle Typen (ohne Typ 1&3)							18%				18%			
Typ 1: Freizeit-Naherholung							26%							
Sonntag							24%							
Typ 2: Einkauf Innenstadt										15%				
Typ 3: Ausbildung & Arbeit														
Typ 4: Orts-/Quartierzentren							11%							
Typ 5: Quartierachsen								14%						
Typ 6: Zugang zu Ausgehmeilen							15%							

Tab. 86 Dreifachstunden nach Haupt-Typ: Samstag (und Sonntag) **

	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
Alle Typen (ohne Typ 1&3)							17%				17%			
Typ 1: Freizeit-Naherholung							23%				23%			
Sonntag							22%							
Typ 2: Einkauf Innenstadt											13%			
Typ 3: Ausbildung & Arbeit														
Typ 4: Orts-/Quartierzentren							10%							
Typ 5: Quartierachsen									12%					
Typ 6: Zugang zu Ausgehmeilen							16%							

Legende: Beste Hochrechnungsstunde Zweitbeste Hochrechnungsstunde

** Die gepunkteten bzw. gestreiften Flächen bei „Allen Typen“ sowie bei „Typ 1: Freizeit-Naherholung“ bedeuten, dass nur die drei mit gleicher Musterung unterlegten Stunden von 12-15 Uhr sowie 15-18 Uhr gut sind, nicht aber die überlappenden Stunden, also jene von 13-16 Uhr und 14-17 Uhr.

Vergleich zu den früheren Studien von SVI (2005) und Rossmerkel (2017)

Die früheren Studien (Zweibrücken et al. 2005 [52]; Rossmerkel 2017 [32]) kamen bezüglich der besten Zählzeiten und den relativen Fehlern zu ähnlichen Resultaten. Die jeweiligen Werte sind in den obigen Tabellen dargestellt. Die Ergebnisse sind ähnlich, obwohl es z.T. grössere methodische Unterschiede im Vergleich zur vorliegenden Untersuchung gibt. So wurden in den beiden erwähnten Studien nur Zählzeiten zwischen 6 bzw. 7 Uhr und 19 Uhr einbezogen, hier sind es 24 Stunden²¹ und die Erhebungen fanden jeweils nur an einem Stichtag statt während in der vorliegenden Arbeit Daten des ganzen Jahres eingeflossen sind. Aufgrund der grösseren Diversität in dieser Untersuchung erhöht sich die Streuung trotz der höheren Stichprobe. Inwieweit sich die Zählstellen und damit auch die gemessenen Haupttypen voneinander unterscheiden, kann nicht weiter analysiert werden, da die Standorte der anderen Studien nicht im Einzelnen bekannt sind.

Bei den Mehrstundenkombinationen ergeben die beiden anderen Studien im Vergleich zu dieser Analyse etwas frühere Stunden, insbesondere bei Rossmerkel (beste Doppelstunde: 14-16 Uhr). Dies könnte auf die unterschiedlichen Kontexte zwischen Deutschland und der Schweiz hinweisen. Allerdings ist die zweitbeste Doppelstundenkombination sowohl bei Rossmerkel wie bei der SVI-Studie von 2005 dann ebenfalls jene von 16-18 Uhr.

Berücksichtigung des Wochentages

Um den Tagesverkehr am Erhebungstag in Bezug auf den mittleren Wochen- bzw. Werktag zu justieren, müssen die Werte entsprechend den Anteilen am mittleren Aufkommen hochgerechnet werden (siehe dazu das Vorgehensbeispiel auf Seite 193).

In der untenstehenden Tab. 87 sind die Wochentage mit den geringsten relativen Fehlern angeführt. Über alle Typen ist der Freitag der Wochentag mit dem kleinsten relativen Fehler. Aber auch die anderen Wochentage zwischen Dienstag und Donnerstag sind gut für eine Zählung. Je nach Typ variieren die geeignetsten Tage leicht. Bei Typ 1 (Freizeit-Naherholung), Typ 2 (Einkauf Innenstadt) sowie Typ 4 (Quartierzentrum) sind auch die Samstage aus Sicht des relativen Fehlers gut geeignet für eine Erhebung.

Neben dem relativen Fehler kann je nach Fragestellung auch das absolute Aufkommen für die Wahl des Zähltages relevant sein. Das wäre dann z. B. bei der Naherholung der Sonntag, beim Einkauf der Samstag oder beim Zugang zur Ausgehmeile der Freitag.

Tab. 87 Relative Fehler nach Wochentag und Haupttyp

	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	MW alle Tage	MW Mo-Fr
Alle Typen (ohne Typ 1)	16%	12%	11%	12%	10%	22%	33%	22%	13%
Typ 1: Freizeit-Naherholung	32%	34%	32%	28%	35%	33%	39%	39%	32%
Typ 2: Einkauf Innenstadt	17%	14%	15%	15%	12%	15%	44%	27%	17%
Typ 3: Ausbildung & Arbeit	16%	11%	10%	12%	11%	23%	20%	23%	12%
Ausbildung	16%	10%	10%	10%	9%	16%	16%	21%	11%
Arbeit	16%	11%	9%	12%	11%	24%	21%	24%	12%
Typ 4: Orts-/Quartierzentren	15%	8%	9%	12%	9%	10%	22%	24%	11%
Typ 5: Quartierachsen	12%	10%	10%	10%	8%	13%	21%	18%	10%
Typ 6: Zugang zu Ausgehmeilen	13%	11%	10%	10%	11%	15%	22%	15%	12%

Legende: ■ Bester Hochrechnungstag ■ Ebenfalls gute Hochrechnungstage

Für die Korrektur des Wochentags wird der Kehrwert der mittleren Anteile jedes Wochentags als Korrekturfaktor genommen. In der untenstehenden Tabelle sind diese

²¹ Eine Analyse der vorliegenden Daten nur für die Stunden von 6 bis 20 Uhr – wenn also dieser Zeitraum 100% als Tagesaufkommen genommen wird – zeigt, dass sich der relative Fehler in den meisten Stunden um 2-3 Prozentpunkte verbessert, d. h. niedriger ausfällt. Einen entsprechenden Effekt dürfte dies auch bei den beiden anderen Studien gezeitigt haben.

Anteile dargestellt. Sie zeigt, dass über alle Typen gesehen, die Tage von Dienstag bis Donnerstag meist ähnlich hoch sein, der Montag etwas tiefer und der Freitag etwas höher. Der Sonntag fällt demgegenüber deutlich niedriger aus. Je nach Typ gibt es aber auch Unterschiede bei dieser Verteilung.

Für die Korrektur bzw. Hochrechnung auf einen mittleren Wochentag bzw. Werktag müssen nun die Kehrwerte dieser Prozentangaben mit dem im vorangegangenen Schritt gewonnenen Wert multipliziert werden. Die Hochrechnungsfaktoren für den mittleren Wochen- wie Werktag können auch bei den einzelnen Typen gefunden werden.

Tab. 88 Hochrechnungsfaktoren auf den mittleren Wochentag nach Zähltag und Haupttyp

	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo-Fr
Alle Typen (ohne Typ 1)	99%	107%	107%	108%	112%	102%	62%	107%
Typ 1: Freizeit-Naherholung	85%	91%	96%	88%	91%	112%	140%	90%
Typ 2: Einkauf Innenstadt	87%	95%	100%	104%	112%	138%	66%	99%
Typ 3: Ausbildung & Arbeit	104%	112%	113%	112%	112%	82%	61%	111%
Ausbildung	108%	112%	111%	108%	111%	80%	66%	110%
Arbeit	102%	111%	113%	114%	112%	82%	59%	111%
Typ 4: Orts-/Quartierzentren	102%	110%	110%	109%	115%	103%	47%	109%
Typ 5: Quartierachsen	102%	109%	106%	106%	111%	96%	67%	107%
Typ 6: Zugang zu Ausgehmeilen	91%	100%	101%	103%	106%	110%	90%	100%

Berücksichtigung des Monats

Für die Berechnung des Durchschnittlichen Tagesverkehrs (DTV) und des Durchschnittlichen Werktagverkehrs (DWV) ist der Einbezug des jeweiligen Erhebungsmonats notwendig. In der untenstehenden Tab. 89 sind die Anteile der jeweiligen Monate am Jahrestotal dargestellt. Die nach der Wochentags-Korrektur gewonnenen Werte müssen also nun noch mit dem Kehrwert der angegebenen Prozente des Erhebungsmonats multipliziert werden, um so zu einem durchschnittlichen Tages- bzw. Werktagsverkehrs zu kommen.

Über alle Typen gesehen, ist das Aufkommen im Jahresvergleich im Frühling und Herbst eher höher, in den Sommermonaten sowie im Januar und Februar tiefer. Zwischen den Typen gibt es jedoch beträchtliche Unterschiede über den Jahresverlauf (siehe Übersicht weiter unten).

Auf die Angabe des besten Monats wird verzichtet, da dieser bei einer Erhebung meist nicht frei gewählt werden kann.

Tab. 89 Anteile der Monate am jeweils mittleren Monatsaufkommen nach Haupttyp

	Jan.	Feb.	Mrz.	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Alle Typen (ohne Typ 1)	96%	95%	105%	103%	106%	104%	87%	96%	99%	103%	107%	99%
Typ 1: Freizeit-Naherholung	63%	71%	90%	114%	111%	155%	146%	129%	106%	88%	67%	59%
Typ 2: Einkauf Innenstadt	86%	98%	111%	105%	103%	98%	77%	99%	95%	101%	111%	117%
Typ 3: Ausbildung & Arbeit	95%	93%	103%	106%	108%	106%	89%	94%	100%	103%	108%	94%
Ausbildung	101%	99%	106%	110%	113%	108%	71%	100%	103%	95%	102%	92%
Arbeit	93%	91%	101%	105%	106%	105%	96%	92%	99%	106%	110%	95%
Typ 4: Orts-/Quartierzentren	102%	96%	108%	100%	105%	101%	85%	92%	98%	105%	106%	102%
Typ 5: Quartierachsen	99%	96%	107%	100%	108%	105%	85%	95%	101%	101%	105%	97%
Typ 6: Zugang zu Ausgehmeilen	89%	92%	97%	104%	104%	109%	104%	106%	101%	103%	104%	87%

Tages-, Wochen- und Jahresganglinien nach Typen im Überblick

Untenstehend werden die verschiedenen Tages-, Wochen- und Jahresganglinien zum Vergleich nochmals im Überblick dargestellt. Sie bilden auch die Grundlage, um sich optisch am Verlauf der jeweiligen Ganglinientypen zu orientieren.

Tagesganglinien im Vergleich der Typen

Tagesganglinien im Vergleich der verschiedenen Typen: jeweils Montag bis Freitag sowie Samstag, mit Ausnahme des Typs 3 Ausbildung und Arbeit, bei dem nur die Werkzeuge dargestellt sind. Beim Typ 1 Freizeit-Naherholung wird auch der Sonntag präsentiert.

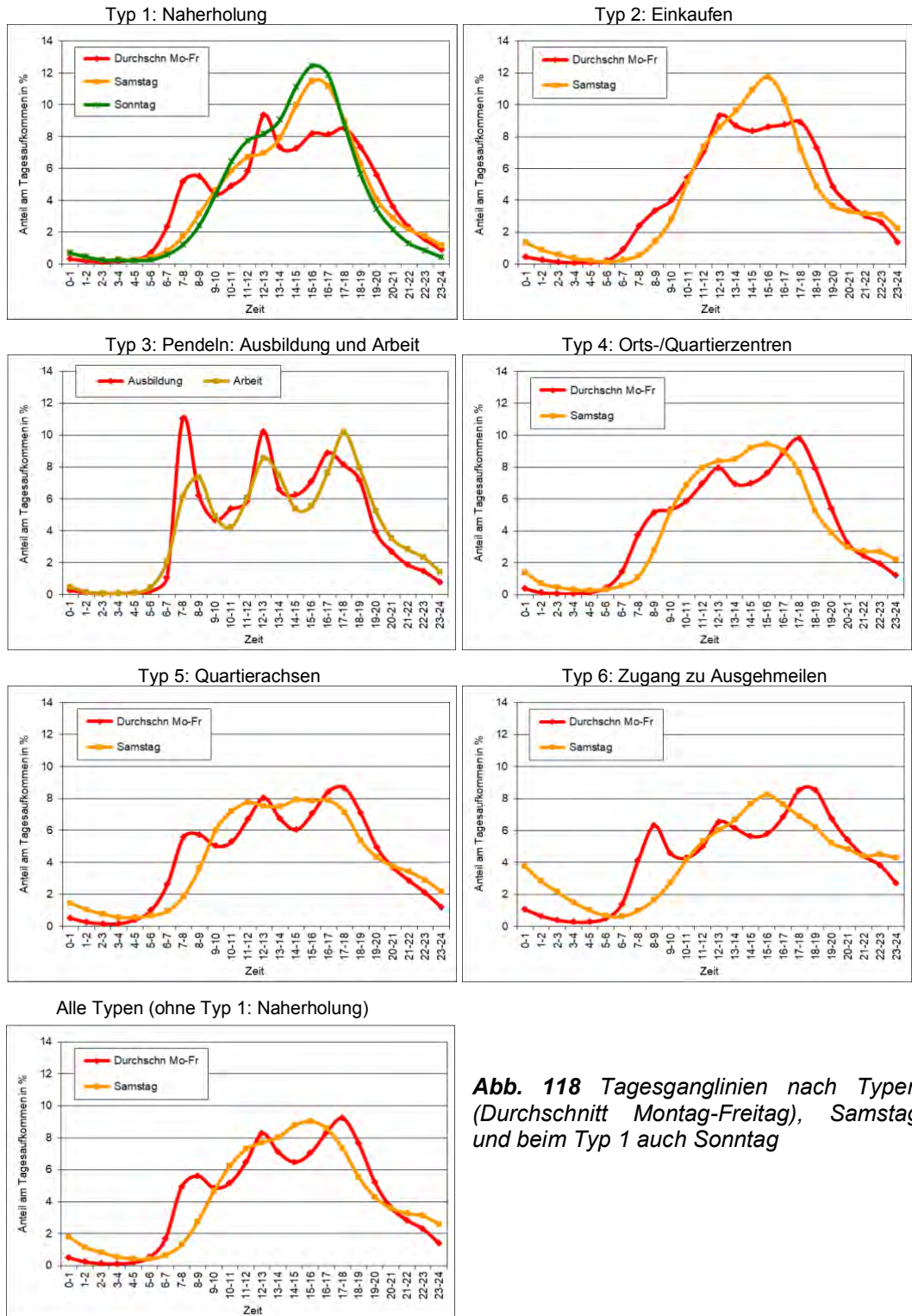


Abb. 118 Tagesganglinien nach Typen (Durchschnitt Montag-Freitag), Samstag und beim Typ 1 auch Sonntag

Wochenganglinien im Vergleich der Typen

Die Wochenganglinien bilden den jeweiligen Wochentag im Vergleich zum Durchschnitt aller Wochentage ab. Die Prozentzahl sagt also, welchen Anteil der jeweilige Tag am Mittel zu allen Wochentagen ausmacht. Ausbildung und Arbeit werden zusammen präsentiert, da sie sich im Wochenverlauf nicht grundlegend voneinander unterscheiden.

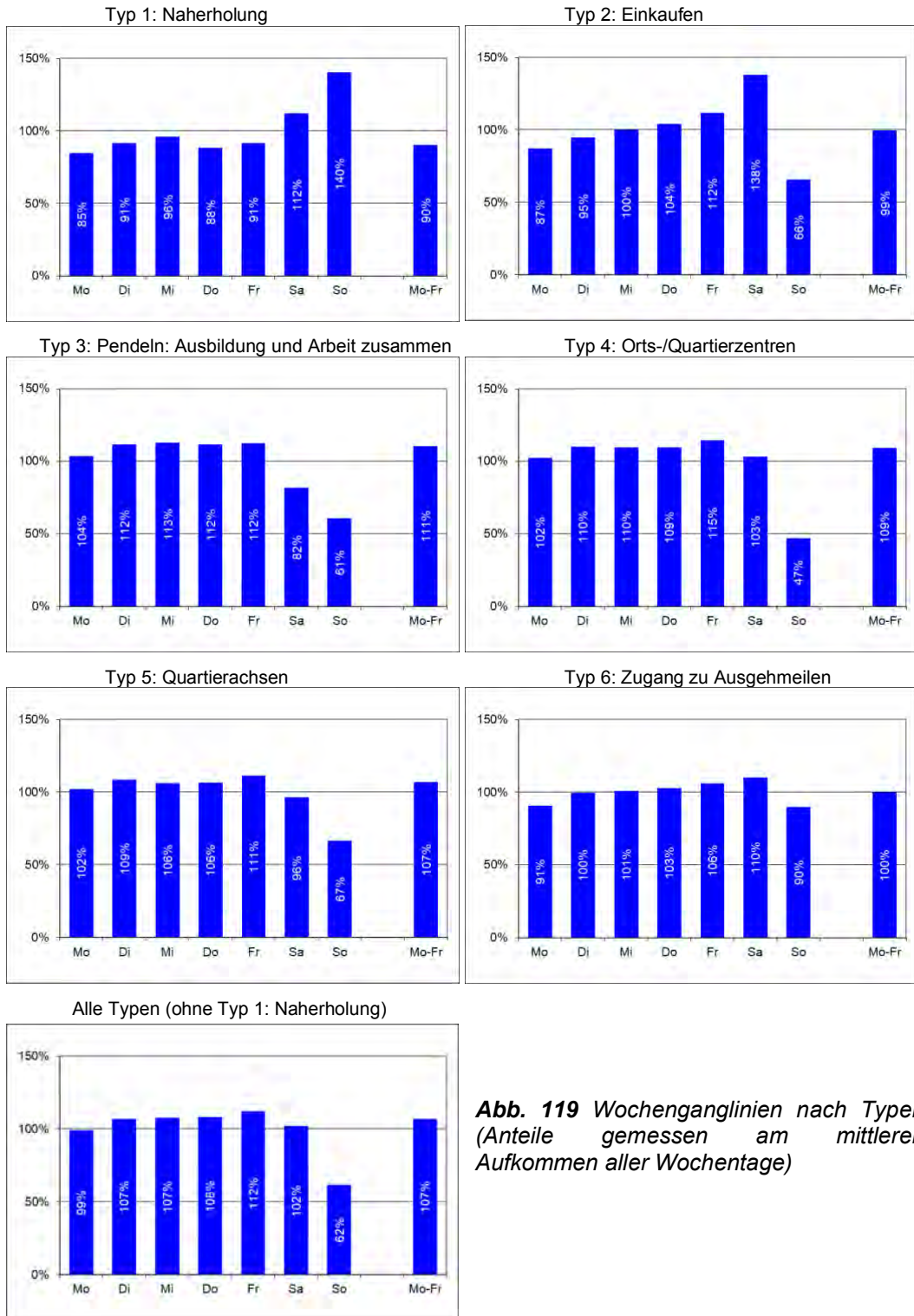


Abb. 119 Wochenganglinien nach Typen (Anteile gemessen am mittleren Aufkommen aller Wochentage)

Jahresganglinien im Vergleich der Typen

Die Jahresganglinien zeigen den jeweiligen Monat im Vergleich zum Durchschnitt aller Monate des Jahres. Ausbildung und Arbeit werden wiederum zusammen präsentiert. Sie unterscheiden sich v. a. in Bezug auf die Sommer- und Herbstferien. Die beiden einzelnen Darstellungen können bei der detaillierten Beschreibung des Typs 3 nachgeschlagen werden.

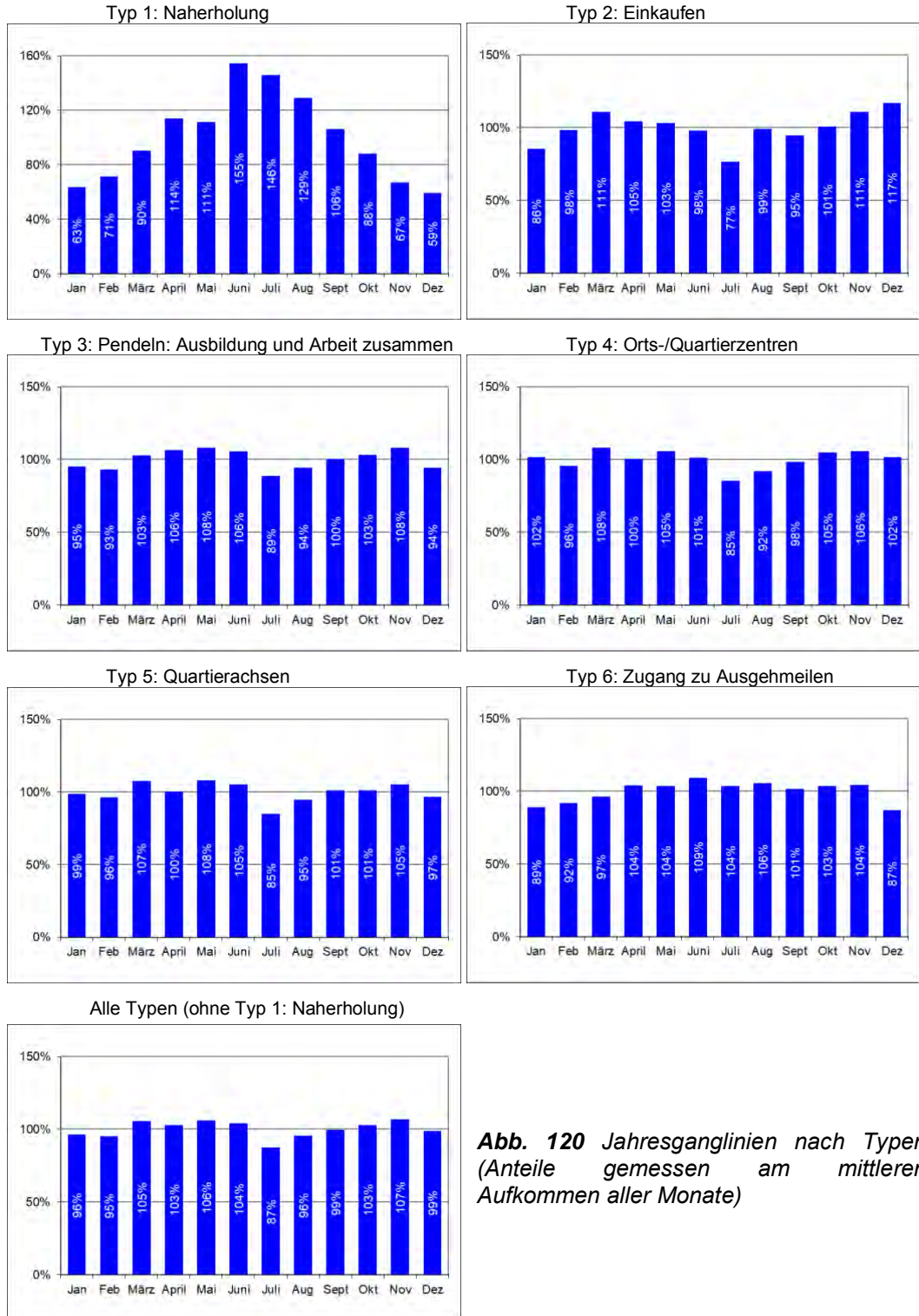


Abb. 120 Jahresganglinien nach Typen (Anteile gemessen am mittleren Aufkommen aller Monate)

4.4.8 Schlussfolgerungen und Empfehlungen für das Vorgehen

- Die hergeleiteten Hochrechnungsfaktoren eignen sich gut, um die Werte von Kurzzeitzählungen auf den Tagesverkehr bzw. mittels Korrektur des Wochentags und Monats auf einen DTV und DWV hochzurechnen.
- Mit der vorliegenden Analyse wurden frühere Resultate bezüglich den besten Zählzeiten weitgehend bestätigt. Zudem konnten die Fehlerbereiche präzisiert sowie auf Basis der Wochen- und Jahresganglinien von den Dauerzählstellen auch erstmals verlässliche Hochrechnungsfaktoren für den DTV und DWV berechnen.
- Die Bewegungsmuster haben im Fussverkehr eine viel grössere Vielfalt als im MIV oder öV. Entsprechend schwieriger ist die Angabe von einheitlichen Typen und Werten. Die vorliegenden Angaben sind als Annäherung und Idealverläufe zu sehen. Jede Zählstelle ist wieder anders – in Bezug auf den Standort und die Umgebungsnutzung und damit auch auf den Verlauf der Ganglinien.
- Die Studie basiert ihre Aussagen auf der Analyse der vorhandenen Dauerzählstellen. Diese beeinflussen die Aussagen und Schlussfolgerungen z. B. bezüglich Ganglinien und Hochrechnungsfaktoren sehr stark. Einbezogen worden sind ausschliesslich Zählstellen aus grösseren Städten in der Deutschschweiz (mit Biel an der Sprachgrenze) und tendenziell aus dem Stadtzentrum. Aus den Aussenquartieren sind nur wenige Daten einbezogen worden, aus Agglomerationsgemeinden und aus ländlichen Gebieten gar keine. Entsprechende Vorbehalte sind zu machen.
- Die Resultate können nur für grössere Städte und hier am ehesten für zentrumsnahe Gebiete zuverlässige Gültigkeit beanspruchen. Es ist davon auszugehen, dass auch andere urbane Gebiete z. B. in den Agglomerationen ähnlich ticken. Für periurbane und ländliche Gebiete braucht es aber noch eine Verifizierung durch weitere Forschung.
- Der MZMV legt nahe, dass Städte und urbane Gebiete in der Deutschschweiz und Romandie ähnlich ticken, die Resultate also auch für die Westschweiz gelten. Auf das Tessin sollten sie aber nur mit Vorsicht übertragen werden. Auch hier braucht es Erhebungen und weitere Forschungsarbeiten, um zuverlässige Aussagen für diesen Landesteil machen zu können.
- Richtungsbelastungen können über den Tag variieren. Die Hochrechnungsfaktoren werden nicht seiten- oder richtungsgetreunt angegeben. Je nach Situation sind aber die Erhebungen für jede Trottoirseite und jede Richtung separat vorzunehmen. Dies kann z. B. sehr bedeutsam sein für die Dimensionierung von Trottoirbreiten oder Fussgängerstreifen.
- Spitzenzeiten können sich je nach Ort und Typ stark unterscheiden. Morgenspitzen sind z. B. häufig in der Nähe von Schulen und auf Arbeitswegen, Mittagsspitzen in innerstädtischen Bereichen auszumachen. In den Vormittagsstunden gibt es praktisch keinen Schulverkehr. Spitzentunden und –tage beim Einkauf sind häufig am Samstag, in der Freizeit (Naherholung) am Sonntag.
- Dies bedeutet, dass die Zählzeiten und -tage jeweils der Fragestellung anzupassen sind. Die gemäss obiger Analyse „besten Stunden“ können nur Hinweise für eine Zählung geben.
- Genauso wichtig sind die sorgfältige Wahl des Zählstandortes sowie das lokale Wissen zur Zuordnung zu Ganglinien. Das setzt eine Begehung und Beobachtung vor Ort voraus, wobei neben der Umgebungsnutzung auch die Zusammensetzung und die Bewegungsmuster der NutzerInnen zu beobachten sind.

Empfehlungen und konkrete Vorgehensschritte für die Hochrechnung

Vor der Zählung

Vor einer Zählung wird versucht, die Hauptnutzung des zu zählenden Querschnitts abzuschätzen. Dies erfolgt normalerweise mittels kurzer Beobachtungen vor Ort. Die Beobachtung wird soweit ersichtlich, mit der Ganglinie des am besten passenden Typs verglichen. Wenn es sich also z. B. um eine Quartierachse handelt, so kann grob von einem Tagesgang gemäss Typ 5 ausgegangen werden, bei einem vorwiegend von Pendelnden genutzten Weg bzw. einer Umgebungsnutzung mit vielen Büro- oder Industriegebäuden vom Typ 3 und so weiter. Häufig lässt sich dies durch einige Ortskenntnisse bereits feststellen. Lässt sich der Querschnitt prima Vista keinem Typ zuordnen, wird als Referenz die Ganglinie über alle Typen verwendet.

Aus den Ganglinien bzw. den Tabellen kann anschliessend in einem zweiten Schritt ersehen werden, welche Tageszeiten und Wochentage sich für den jeweiligen Typ am besten für eine kurzzeitige Erhebung mit anschliessender Hochrechnung eignen. Es sind dies vorzugsweise Stunden und Tage, die einen geringen relativen Fehler oder die einen hohen Anteil am Tagesaufkommen aufweisen. Teilweise sind die beiden Faktoren identisch.

Nach der Zählung

Im Anschluss an die Zählung können die Daten aus den Einzel-, Doppel- oder Mehrfachstunden auf Basis der mitgelieferten Hochrechnungsfaktoren in einem ersten Schritt auf den Tagesverkehr hochgerechnet werden. Wenn verschiedene Stunden über den Tag verteilt vorliegen (also nicht nebeneinanderliegende Doppel- oder Dreifachstunden), so werden die einzelnen Stundenwerte auf den Tag hochgerechnet und daraus ein Mittelwert errechnet. Dieses Vorgehen ist nicht perfekt, aber weil die Anteile in den besten Stunden meist ähnlich hoch sind, ist es vertretbar.

Zur Korrektur des Wochentags wird in einem zweiten Schritt der Tageswert mit dem Hochrechnungsfaktor multipliziert und damit auf einen mittleren Wochen- bzw. Werktag hochgerechnet. Der kombinierte Fehler berechnet sich aus der Wurzel der Summe des Stundenfehlers im Quadrat mit dem Wochentagfehler im Quadrat. Formal ausgedrückt: $\sqrt{a^2 + b^2}$, wobei a = Stundenfehler und b = Wochentagfehler.

In einem dritten Schritt erfolgt noch die Korrektur des Monats. Hier wird der Wert aus dem zweiten Schritt mit dem monatlichen Hochrechnungsfaktor multipliziert und damit auf den DTV (Durchschnittlicher Tagesverkehr) bzw. den DWV (Durchschnittlicher Werktagverkehr) umgerechnet. Beim Hochrechnungsfaktor handelt es sich um den umgekehrt proportionalen Anteil am Durchschnitt aller Monate. Als Resultat steht ein DTV bzw. DWV für das Jahr zur Verfügung. Der Gesamtfehler berechnet sich analog jenem des zweiten Schrittes: $\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$, wobei a = Stundenfehler, b = Wochentagfehler und c = Monatsfehler.

Beispiel

Im Monat März soll eine Zählung an einem Querschnitt in einem Quartierzentrum vorgenommen werden. Es wird darauf geachtet, dass die Zählung ausserhalb der Schulferien stattfindet und auch keine Veranstaltung geplant ist, welche das Zählergebnis beeinflussen könnte.

Aufgrund der Tabelle für den Typ 4 Quartierzentrum eignet sich eine Erhebungszeit von 16-17 Uhr für eine Hochrechnung am besten. Da wir eine gute Grundlage haben wollen, zählen wir zwei Stunden, und zwar von 16 bis 18 Uhr, da der relative Fehler in dieser Doppelstunde am geringsten ist.

Als besten Zähltag wählen wir den Dienstag. Auch die anderen Arbeitstage wären ok, falls der Dienstag nicht möglich wäre.

Als Resultat bekommen wir für die beiden Stunden von 16-18 Uhr an diesem Dienstag im März 300 Personen.

In einem ersten Schritt werden die beiden Stunden auf den Tag hochgerechnet. Für die erwähnte Doppelstunde ist ein Hochrechnungsfaktor von 5.4 vorgegeben. Das heisst, das Aufkommen an diesem Dienstag beträgt rund 1'620 Personen mit einem relativen Fehler von 11%. Dies wiederum bedeutet, dass mit 68%-Wahrscheinlichkeit der zutreffende Wert zwischen 1'440 und 1'800 Personen liegt.

In einem zweiten Schritt erfolgt nun die Korrektur des Wochentags. Der Dienstag hat beim Typ 4 einen Wert von 110% und ist damit im Vergleich zum Mittelwert aller Wochentage überdurchschnittlich. Im Vergleich zum Mittelwert der Werktage (Mo-Fr) ist der Wert mit 101% praktisch gleich. Für die Berechnung des mittleren Wochen- bzw. Werktags werden die 1'620 Personen mit dem Faktor 0.9 bzw. 0.99 multipliziert. Daraus resultiert ein mittleres Wochenaufkommen von 1'460 und ein mittleres Werktagsaufkommen von 1'600 Personen. Der Fehlerbereich für den Dienstag liegt bei 8%, der kombinierte Fehlerbereich aus Stunden- und Wochentagskorrektur gemäss obiger Formel beträgt 14%.

Im dritten und letzten Schritt wird der durchschnittliche Wochen- bzw. Werktagewert noch mit dem Monatsfaktor korrigiert. Der Monat März hat einen Wert von 108% im Vergleich zu einem durchschnittlichen Monat. Entsprechend werden DTV- und DWV-Werte noch mit dem Hochrechnungsfaktor von 0.93 multipliziert, was einen Durchschnittlichen Tagesverkehr DTV von 1'360 und einen Durchschnittlichen Werktagverkehr DWV von 1'490 Personen ergibt. Um den Eindruck einer nicht existierenden Genauigkeit zu vermeiden, werden die Werte normalerweise auf die nächsten 10 bzw. 100 Personen gerundet. Der Fehlerbereich für die Monatskorrektur beträgt 7%. Der kombinierte Fehler aus Stunden-, Wochentag- und Monatskorrektur beträgt gemäss obiger Formel $\sqrt{0.11^2 + 0.08^2 + 0.07^2} = 15\%$. Das heisst, der Wert liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 68% zwischen 1'150 und 1'560 für den DTV beziehungsweise zwischen 1'270 und 1'720 Personen für den DWV.

4.5 Umlegung von MZMV-Etappen auf das Wegnetz am Beispiel der Stadt Zürich²²

4.5.1 Ausgangslage und Ziel

An den Zählstellen werden die Frequenzen der sie passierenden Personen erhoben. Man weiss im Allgemeinen aber nicht, welche Wegzwecke die dort gehenden Personen verfolgen. Auf der anderen Seite enthält der MZMV Daten zu den Personen (Alter, Geschlecht usw.) und zu deren Wegzwecken. Zudem sind die Anfangs- und Endpunkte der zurückgelegten Etappen bekannt. Als dritte Grundlage stehen in einigen Städten Online-Instrumente zur Verfügung, mit denen eine Route zwischen zwei gewünschten Punkten berechnet werden kann, im besten Fall sogar unterschieden nach Qualitäten z. B. nach direkten oder attraktiven Wegen. Die Stadt Zürich bietet zum Beispiel auf ihrem Stadtplan ein solches Instrument an, wenn man Ausgangs- und Zielpunkt eingibt. Ob die Menschen diese Routen auch wählen, bleibt jedoch offen. Die Angaben können höchstens als Indiz für das reale Verhalten der Bevölkerung auf dem Wegnetz interpretiert werden.

²² Dieses Kapitel wurde in enger Zusammenarbeit mit Daniel Rüttimann, analyGIS, in St. Gallen erstellt. Er hat die Daten GIS-seitig aufbereitet und die Etappenfiles auf Basis des Mikrozensus «Mobilität und Verkehr» in die GIS-Applikationen integriert.

In diesem Projektteil wird versucht, die drei genannten Datenquellen miteinander in Verbindung zu setzen und Antworten auf folgende vier Fragen zu erhalten:

- Lassen sich die Etappen des MZMV auf das Wegnetz der Stadt Zürich umlegen und wenn ja, wie sehen die entsprechenden Belastungen aus und welche Schlussfolgerungen lassen sich daraus ziehen?
- Unterscheiden sich die Belastungen zwischen den direkten und den attraktiven Wegen? Wenn ja, wie zeigt sich das und welche Schlussfolgerungen lassen sich daraus ziehen?
- Sind Wegzwecke und allenfalls weitere Charakteristika der PassantInnen ableitbar, die an den ausgewählten städtischen Zählstellen vorbeigehen?
- Liesse sich aus all diesen Angaben ein repräsentatives Netz von Zählstellen ableiten, um die Entwicklung des Fussverkehrs zuverlässig darstellen zu können, auch z. B. in den Jahren zwischen den Mikrozensus-Erhebungen?

Die Arbeiten orientieren sich an einem Beispiel aus dem Kanton Basel-Stadt, wo die Auswahl der Standorte der Zählstellen auf einer Analyse der Mikrozensus-Daten und der Routenwahl erfolgte. Dies im Hinblick darauf, ein möglichst repräsentatives Zählstellennetz für ein Monitoring der Entwicklung des Fussverkehrs aufzubauen. Zudem war damit die Anforderung verbunden, die Verkehrsleistung des Fussverkehrs (und der anderen Verkehrsmittel) zu messen. In einem Konzept im Auftrag des Kantons Basel-Stadt haben das Ingenieurbüro Pestalozzi & Stäheli sowie das Büro Planidea S.A. den MZMV 2010 auf das Wegnetz des Kantons umgelegt und dabei die Wegzwecke (Arbeit, Einkauf, Freizeit und übrige Zwecke) sowie Distanzklassen nach einzelnen Wegabschnitten berechnet. Die Ergebnisse sind im Bericht „Fussgängerzählung Basel-Stadt“ (Pestalozzi & Stäheli 2013) festgehalten. Die folgende Abbildung und Tabelle illustrieren die entsprechenden Resultate der Analysen:



Abb. 121 Ausschnitt aus dem Plan mit dem gesamten Fussverkehrsaufkommen (rote Zahlen = Anzahl Etappen je Strassenabschnitt) Quelle: Pestalozzi & Stäheli, 2013, S. 7

Tab. 90 Matrix der Belastungsklassen für die Gerbergasse (prozentuale Aufteilung der Etappen nach Zweck und Distanzklasse) Quelle: Pestalozzi & Stäheli, 2013, S. 13

806 Gerbergasse		Distanzklasse				Gesamt
		bis 0,4 km	0,41 bis 1,0 km	1,01 bis 2,0 km	über 2,0 km	
Verkehrszweck	Arbeit	8.3%	3.6%	3.7%	0.0%	15.6%
	Einkauf	4.7%	4.0%	5.3%	12.5%	26.5%
	Freizeitaktivität	10.6%	11.6%	5.3%	13.3%	40.9%
	übrige Zwecke	1.7%	5.7%	2.8%	6.8%	17.0%
	Gesamt	25.3%	25.0%	17.1%	32.6%	100.0%

4.5.2 Datengrundlagen und Vorgehen

Daniel Rüttimann, analyGIS, in St. Gallen hat die folgenden Daten-Aufbereitungen für das GIS und die Umlegung der Etappenfiles in die GIS-Applikationen durchgeführt sowie die entsprechenden Belastungspläne kreiert.

Datengrundlagen

Etappen des Mikrozensus „Mobilität und Verkehr“ 2015

Im MZMV wurden im Jahr 2015 7'696 Etappen zu Fuss registriert, die in der Stadt Zürich begonnen oder geendet haben. Es sind dies also nicht nur Etappen der Stadtzürcher Bevölkerung, sondern von allen Schweizer EinwohnerInnen, die befragt worden sind und am Befragungstichtag eine Etappe zu Fuss in Zürich zurückgelegt haben. Von diesen Etappen haben 7'222 Etappen (=94%) jeweils einen anderen Start- und Endpunkt, bei 474 Etappen sind Anfang- und Endpunkt identisch, d. h. es handelt sich um Rundwege. Bei diesen Wegen lassen sich mangels Informationen über die Routenwahl keine Wegstrecken darstellen. Es kann deshalb nicht gesagt werden, ob diese Etappen an einer Zählstelle vorbeigeführt haben oder nicht. Sie werden aus diesem Grund bei der weiteren Analyse ausgeschlossen. Als Grundlage für den nächsten Arbeitsschritt dienten die Mikrozensusdaten mit den Start- und Zielkoordinaten der einzelnen Etappen und den jeweiligen Angaben z. B. zum Wegzweck.

Fusswegrouthenetz (GIS) der Stadt Zürich – nach direkten und attraktiven Routen

Die Stadt Zürich hat ein detailliertes Fusswegnetz als Knoten-Kantenmodell aufgebaut. Dieses basiert im Gegensatz zu vielen anderen Netzen nicht auf dem MIV-fokussierten Strassennetz, sondern wurde mit Fokus Fussverkehr erstellt. Es enthält daher lagegenau fussverkehrsspezifische Elemente wie Trottoirs und Fussgängerstreifen und wurde auch im Bereich von Plätzen so aufgebaut, dass Achsen quer über die Plätze führen. Das Netz wurde im Bereich von öV-Haltestellen mittels Perrons und den dazugehörigen Zugängen detailliert aufbereitet und mit dem umgebenden Netz verknüpft.

Neben diesem reinen Fusswegnetz, das als direktes Netz bezeichnet wird, wird von Grün Stadt Zürich ein zweiter Datensatz geführt, welcher als attraktives Netz bezeichnet wird. Als attraktiv gelten Wege, die abseits der stark und schnell befahrenen Hauptverkehrsachsen verlaufen oder entlang von Parkanlagen und Gewässern führen (siehe Grün Stadt Zürich, 2020 [21]). Das attraktive Netz enthält grundsätzlich ebenfalls sämtliche Fusswege (zu den Einschränkungen und der historischen Entwicklung der beiden Netze siehe unten), beim Routing werden aber die attraktiven Wege bevorzugt.

Leider konnten von der Stadt Zürich keine weiteren Informationen zur Art der Priorisierung zur Verfügung gestellt werden. Es werden in diesen Berechnungen somit keine an die Space Syntax Methodik angelehnten Faktoren respektive «Kosten» wie Winkeländerungen berücksichtigt. Aufgrund der vorgegebenen Start- und Zielpunkte und des benutzten Routingsservices haben auch Elemente mit natürlichen Trennwirkungen wie Brücken und Flüsse keinen Einfluss auf die Routenwahl. Die Steigung bzw. das Gefälle werden zwar im attraktiven Netz für den jeweiligen Abschnitt berücksichtigt, einige wenige Treppenstufen fallen dabei jedoch nicht ins Gewicht.

Die zweimalige Abfrage der rund 7'000 Etappen erfolgte mittels eines Pythonskriptes über die ArcGIS REST-Schnittstelle des Routingsservices. Das direkte Fusswegnetz ist als Datensatz über die OpenData Plattform der Stadt Zürich erhältlich und berechnet den jeweils kürzesten Fussweg²³. (Das attraktive Wegnetz wird, wie erwähnt, von Grün Stadt Zürich verwaltet (Grün Stadt Zürich 2020 [21]). Dieses Wegnetz ist nicht erhältlich, sondern nur über den Routingsservice ansprechbar, was die Nachvollziehbarkeit der Resultate einschränkt. Von den jeweils gut 7'000 Etappen konnten sowohl für das attraktive als auch für das direkte Wegnetz weniger als 50 Etappen nicht berechnet werden. Dies aufgrund nicht verarbeitbarer Start-/Zieldaten oder fehlenden Verbindungen zwischen Start- und Zielpunkten. Dies entspricht weniger als 1% der gelieferten Etappen.

²³ siehe: https://data.stadt-zuerich.ch/dataset/geo_fuss__und_velowegnetz.

Insgesamt fehlen somit weniger als 7% der Etappen mit Start- und Zielpunkt in der Stadt Zürich in den Resultaten

Die aus der Serviceabfrage erhaltenen Etappen in der Form von Polylinien wurden danach für das direkte Netz nach den vorhandenen Strassensegmenten summiert und nach der Anzahl Etappen, welche auf einem Strassenabschnitt lagen in unterschiedlicher Stärke dargestellt. Eine Etappe wurde einem Wegsegment des Fusswegnetzes zugerechnet, sobald sie mindestens über einen Teil des entsprechenden Wegsegmentes führte. Eine Etappe wurde somit einem Wegsegment zugerechnet, auch wenn diese nach wenigen Metern auf diesem Segment ihr Ziel in Form eines angrenzenden Hauses fand.

Für das attraktive Netz musste ein anderer Ansatz für die Summierung der Etappen gewählt werden, da das Wegnetz, wie beschrieben, nicht zur Verfügung stand und offensichtlich auf einer vom direkten Wegnetz topografisch leicht abweichenden Grundlage bestand. Gemäss Auskunft von Grün Stadt Zürich ist das attraktive Wegnetz älter als das direkte Wegnetz und basierte zur Zeit der Analysen noch auf einem älteren Grundnetz²⁴. Die Zuordnung der Routen zu den Wegabschnitten des direkten Netzes führte insbesondere im Bereich von komplexen Kreuzungen zu Fehlern. Aus diesem Grund wurde das für die Darstellung verwendete attraktive Wegnetz aus den Geometrien der Routingresultate aufgebaut, womit die Segmentbildung abweichend zum direkten Wegnetz erfolgte. Ein Segment wurde für eine Strecke mit der gleichen Anzahl Etappen gebildet. Diese Segmente sind oft kürzer als die Segmente des Wegnetzes.

Neben der Darstellung der Belastungsplots wurden die berechneten Wege wo vorhanden auch mit den automatischen Fussgängerzählstellen der Stadt Zürich abgeglichen. Es wurde jeweils die aktuell im Einsatz stehende Zählstelle für die Analyse gewählt. Teilweise weicht deren Standort leicht von früheren Montagepunkten der gleichen Zählstelle ab. Die Abweichungen gemäss den gelieferten Daten sind jedoch für diese Art von Analyse nicht relevant, da immer das gleiche Wegsegment betroffen ist. Für die Zuordnung der Anzahl Etappen eines Strassenabschnittes zu den automatischen Fussgängerzählstellen der Stadt Zürich wurde ein Puffer von 5 Metern um die Zählstellen erstellt und damit die Zählstelle einem Wegsegment zugeordnet. Wo mehrere Wegsegmente innerhalb des Pufferbereiches zu liegen kamen, wurde die Pufferfläche manuell angepasst, so dass nur das effektiv gezählte Wegsegment innerhalb des Puffers lag. Danach wurden die entsprechenden Etappendaten der Zählstelle zugewiesen und in Excel nach Anzahl Etappen pro Wegzweck ausgewertet.

²⁴ Im Zeitraum der Analysen überarbeitete Grün Stadt Zürich das attraktive Wegnetz. Die Analysen wurden noch auf dem älteren Datensatz durchgeführt. Dazu ist keine Dokumentation erhältlich. Die referenzierte Dokumentation «Grün Vernetzt» (Grün Stadt Zürich 2020) beschreibt die Erstellung des aktuellen attraktiven Wegnetzes und sollte gemäss Auskunft von Grün Stadt Zürich bezüglich Methodik vergleichbar sein mit der Erstellung des älteren Datensatzes.

4.5.3 Belastungspläne auf direkten bzw. attraktiven Routen

Die folgende Gegenüberstellung zeigt den Vergleich der Belastungspläne gemäss direktem bzw. attraktivem Routennetz in der Innenstadt von Zürich. Den beiden Plänen liegen jeweils eigene Routingberechnungen zugrunde, sie überlappen sich also nicht. Die Dicke der Linien zeigt die Anzahl Etappen, die gemäss MZMV auf einzelnen Wegabschnitten im Jahr 2015 zurückgelegt wurden. Die dünnste Linie reflektiert ein Aufkommen von 0 bis 4 Etappen, die dickste eine über 173 Etappen, wobei das Spektrum bei den direkten Wegabschnitten bis 414 Etappen und den attraktiven bis 856 Etappen reicht.

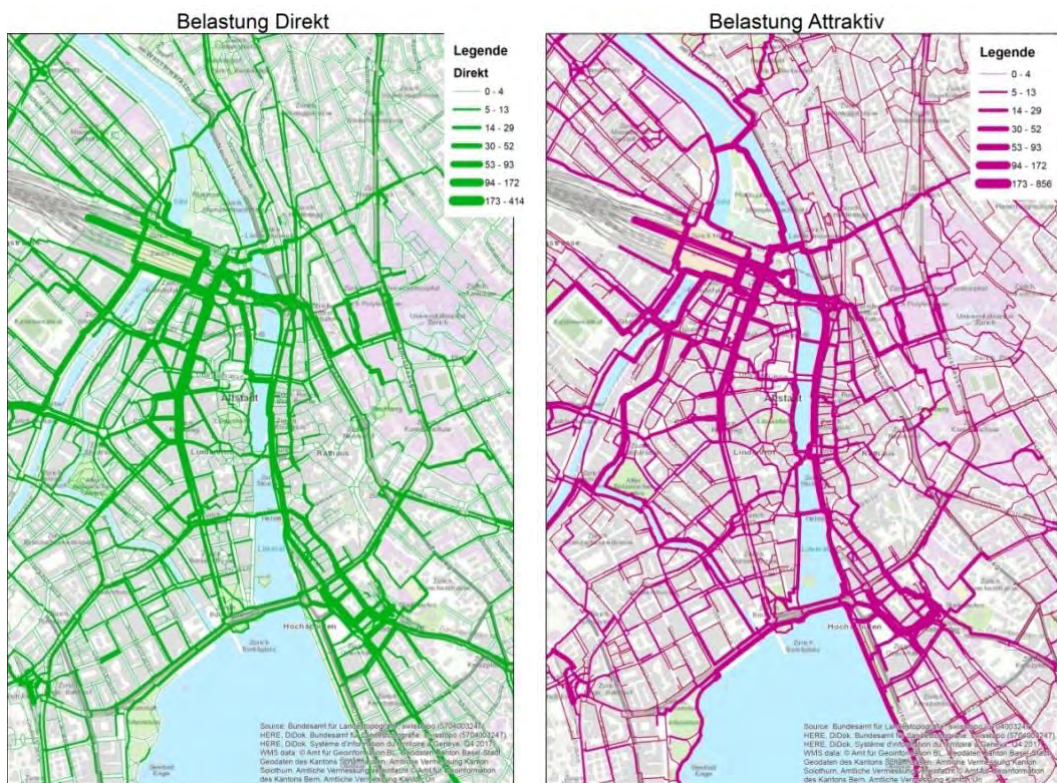


Abb. 122 Belastungspläne Innenstadt Zürich: direkte Routen links vs. attraktive Routen, rechts; Basis = Anzahl Etappen des MZMV auf den einzelnen Routenabschnitten (© analyGIS, Daniel Rüttimann)

Insgesamt ergibt sich ein sehr plausibles Bild der Belastungen, das auch der allgemeinen Wahrnehmung entspricht. Vor allem, wenn man den Durchschnitt aus den beiden Belastungsdarstellungen nehmen würde (was methodisch nicht möglich ist), ist das Aufkommen an den meisten Achsen gut nachvollziehbar. Insofern erscheint die Umlegung der Mikrozensus-Etappen auf das Fusswegnetz mittels GIS-Routing ein sehr taugliches Mittel, um schnell einen Überblick über die Belastungen und die Verteilung des Aufkommens zu bekommen.

Betrachtet man die beiden Belastungspläne im Detail, so zeigen sich neben den Plausibilitäten hinsichtlich der Unterscheidung von attraktiven und direkten Wegen allerdings auch ein paar Unklarheiten und Unzulänglichkeiten, die im Folgenden kurz dargestellt werden.

Qualitätskriterien entsprechen nicht immer der Realität bzw. der Wahrnehmung

Wege, die entlang von Gewässern führen, werden als besonders attraktiv ausgewiesen. Allerdings weist nicht jeder Weg entlang von Wasser auch real entsprechende Qualitäten auf. Ein gutes Beispiel ist der Weg entlang des Schanzengraben. Er verläuft zwar nah am Ufer des gleichnamigen Gewässers, ist aber aufgrund seines baulichen Zustands eher unattraktiv, mit z. T. düsteren, stinkenden Unterführungen und unübersichtlichen Nischen auf einzelnen Abschnitten. Im Vergleich dazu lockt die Bahnhofstrasse mit

Läden, Bäumen und Sitzbänken (siehe Fotos unten, die im Abstand von wenigen Minuten aufgenommen wurden). Neben der baulichen Attraktivität an sich, spielen natürlich auch situationsbezogene Aspekte wie Tages- und Jahreszeit eine Rolle.

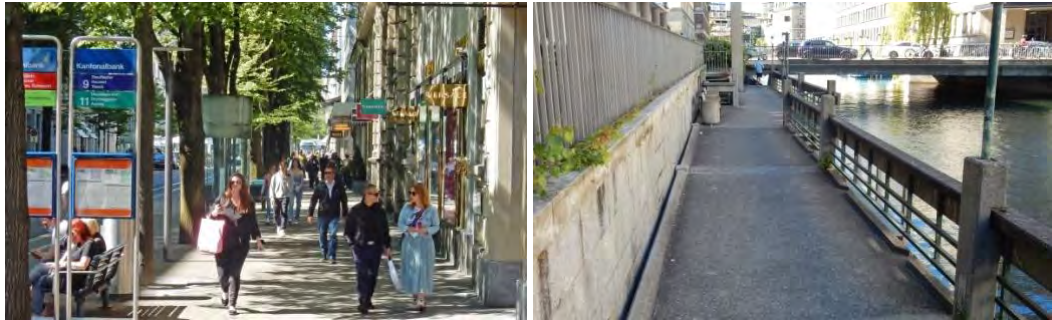


Abb. 123 Attraktive vs. direkte Routen. Die Beispiele obere Bahnhofstrasse (Bild oben links) und Schanzengraben (Bilder rechts) in der Stadt Zürich



Wie der untenstehende Vergleich zeigt, werden die meisten Wege im attraktiven Routing entlang des Schanzengrabens geführt (und nur wenig entlang der Bahnhofstrasse). Bei den direkten Wegen ist es genau umgekehrt. In der Realität dürften die meisten Menschen die Bahnhofstrasse wählen – sowohl als attraktive wie als direkte Route. Zwar sind im attraktiven Netz die Höhenunterschiede berücksichtigt, aber einzelne Stufen wie hier am Schanzengraben dürften dabei nicht ins Gewicht fallen.

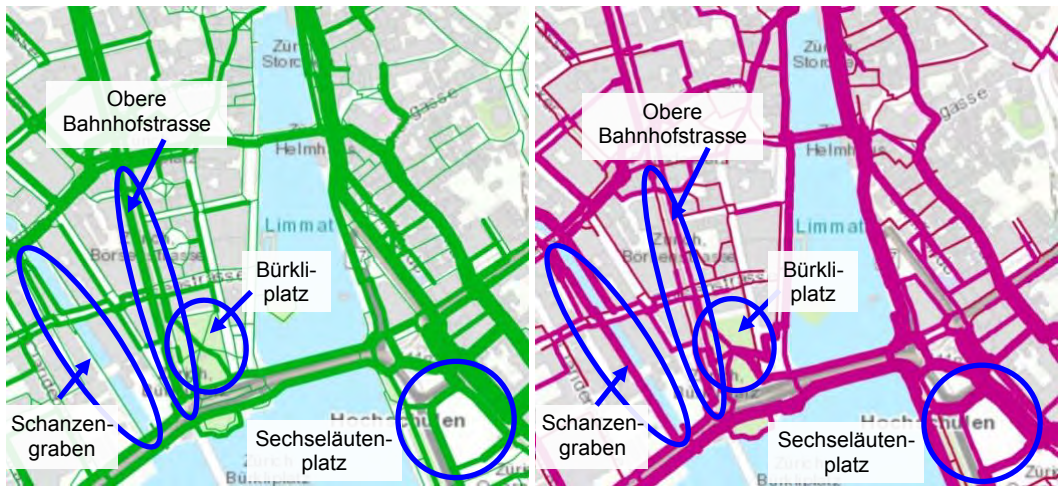


Abb. 124 Belastungspläne obere Bahnhofstrasse, Schanzengraben, sowie Sechseläutenplatz: direkte Routen links, attraktive Routen rechts; Basis = Anzahl Etappen des MZMV auf den einzelnen Routenabschnitten (© analyGIS, D. Rüttimann)

Nicht alle Wege sind im Grundnetz ausgewiesen

Aus Abb. 124 oben ist auch ersichtlich, wie die Wege über den Bürkliplatz teilweise diagonal verlaufen – sowohl bei den direkten wie bei den attraktiven Routen. Hingegen sind am Sechseläutenplatz keine diagonalen Wegverbindungen ersichtlich, obwohl sie in der Realität bestehen und von den Personen auch quer über den freien Platz genutzt werden. Der Unterschied liegt darin, dass hier im GIS kein Netz von Fusswegen ausgewiesen ist.

Etwas Analoges zeigt sich im Platzspitzpark, s. Abb. 125. Bei den direkten Wegen wird ein feinmaschiges Netz über den Park aufgezeichnet, bei den attraktiven Wegen ist es

nur eine Linie zum Pavillon. Dafür werden fast alle diese Wege entlang des Wassers als sehr attraktiv ausgewiesen, was sicher zutreffend ist. Allerdings sind alle anderen Wege im Park mindestens so attraktiv und keineswegs direkter. Auch hier liegt der Grund z. T. darin, dass wie geschildert, insbesondere das Netz der attraktiven Routen nicht ganz vollständig ist

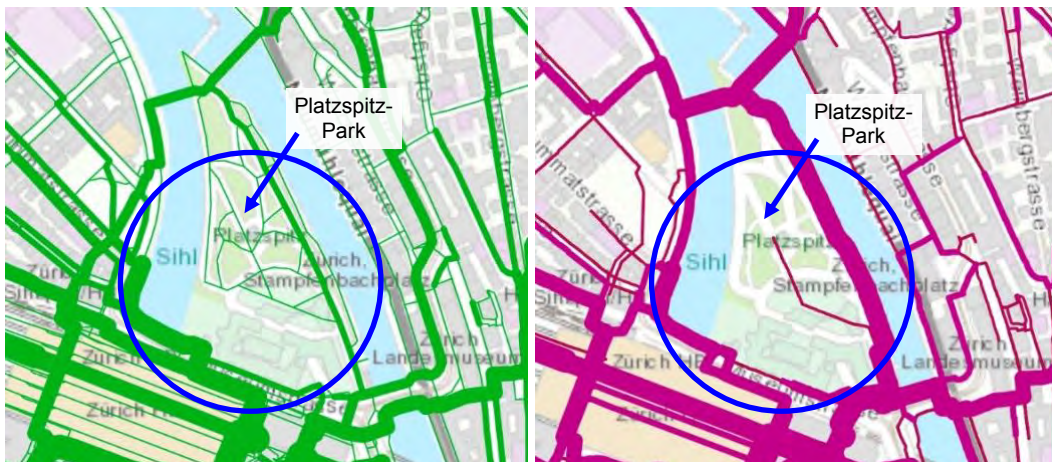


Abb. 125 Belastungspläne rund um den Hauptbahnhof Zürich mit dem Platzspitzpark: direkte Routen links, attraktive Routen, rechts; Basis = Anzahl Etappen des MZMV auf den einzelnen Routenabschnitten (© analyGIS, D. Rüttimann)

Darstellungen zeigen modelliertes und nicht reales Verhalten

Zu berücksichtigen ist ebenfalls, dass es sich bei den dargestellten Wegen nicht notwendigerweise um das reale Verhalten der Personen handelt, sondern nur um das modellierte, d. h. das angenommene Verhalten, wenn sie einen direkten bzw. einen attraktiven Weg wählen würden. In der Realität dürften da sehr viele Mischformen vorkommen. So dürften z. B. attraktive Wege nicht nur in der Freizeit und direkte Routen nicht nur auf Pendlerwegen genutzt werden. Vielmehr dürfte es so sein, dass bei relativ kleinem Umwegfaktor und z. B. grösseren Immissionen der angrenzenden Strasse, die attraktivere Verbindung selbst für an sich direkte Wege gewählt wird. Dies natürlich vor allem von ortskundigen Personen.

Zudem ist aus der Literatur bekannt, dass die Sichtachsen sowie die Einfachheit und Merkbarkeit einer Route einen Einfluss auf die Routenwahl haben. Winkeländerungen wirken dabei wie eine zusätzliche Distanz, insbesondere wenn der Fussweg nicht regelmässig gegangen wird (siehe z. B. Shatu et al. 2019 [43]).

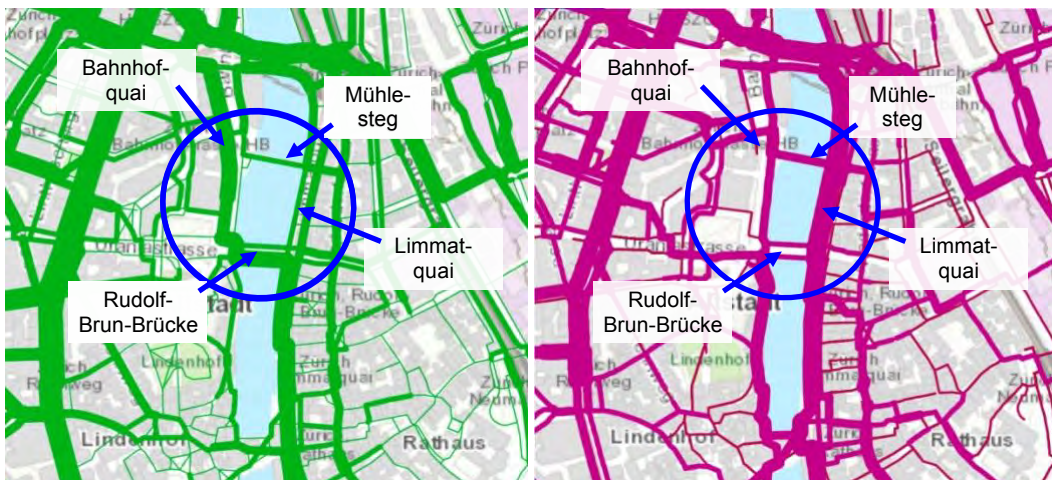


Abb. 126 Belastungspläne im mittleren Teil der Limmat zwischen Bahnhof- und Rathausbrücke: direkte Routen links, attraktive Routen, rechts; Basis = Anzahl Etappen des MZMV auf den einzelnen Routenabschnitten (© analyGIS, D. Rüttimann)

Ein Beispiel dafür dürfte der Weg vom Bahnhof her Richtung Rudolf-Brun-Brücke sein, die v. a. auf der direkten Route hauptsächlich und teilweise auch auf der attraktiven Route entlang des stark befahrenen Bahnhofquais verläuft. Es ist aber anzunehmen – und auch so zu beobachten –, dass in der Realität die meisten Personen über den Mühlesteg auf die Seite des Limmatquais hinüberwechseln und dort in Richtung Süden gehen. Dieser Weg ist ebenfalls direkt, der Umwegfaktor sehr gering.

Aussagekraft am höchsten in stark frequentierter Innenstadt

Da die Zahl der Etappen sich insgesamt auf eine grosse Fläche verteilt, nimmt die Aussagekraft der Belastungen in den Aussenquartieren relativ bald ab. Während die Hauptachsen und die Quartierzentren noch deutliche Gewichtungen und abgestufte Belastungen aufweisen, werden diese auf den einzelnen Quartierwegen durch die Verästelung doch sehr gering und sind damit nicht mehr sehr zuverlässig aussagekräftig. Untenstehend werden die Auswertungen für die Gebiete rund um den Irchel (Abb. 127), in Oerlikon (Abb. 128) und Altstetten (Abb. 129) dargestellt.

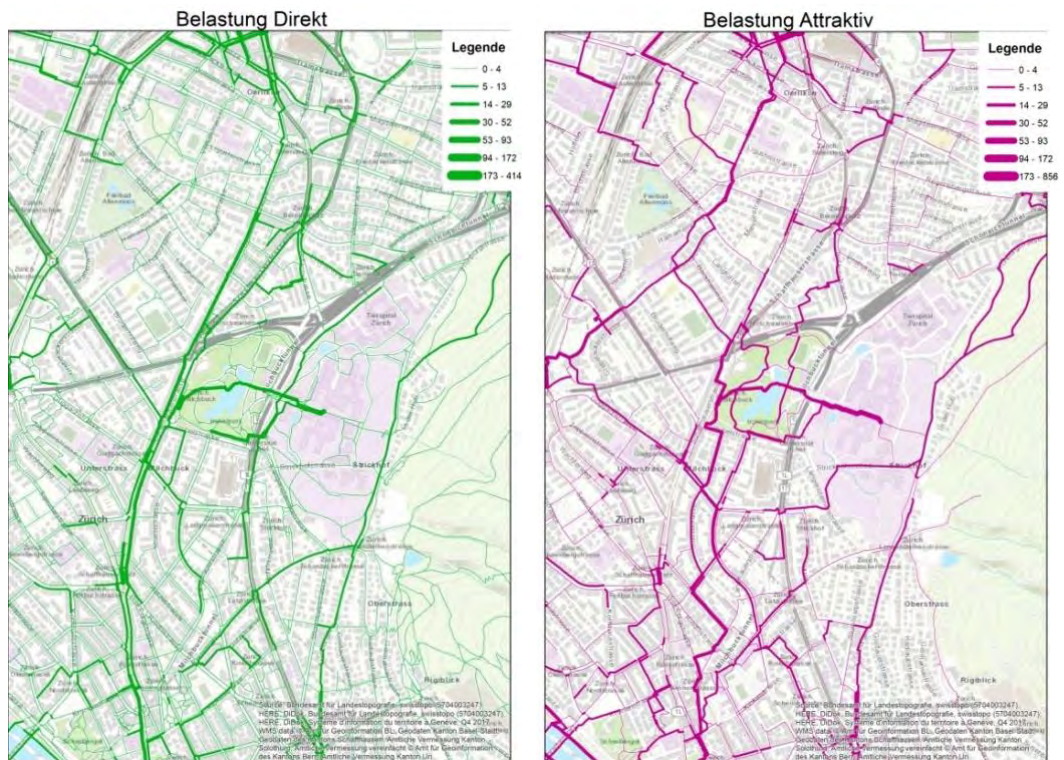


Abb. 127 Belastungspläne im Gebiet Irchel der Stadt Zürich; Basis = Anzahl Etappen des MZMV auf den einzelnen Routenabschnitten (© analyGIS, D. Rüttimann)

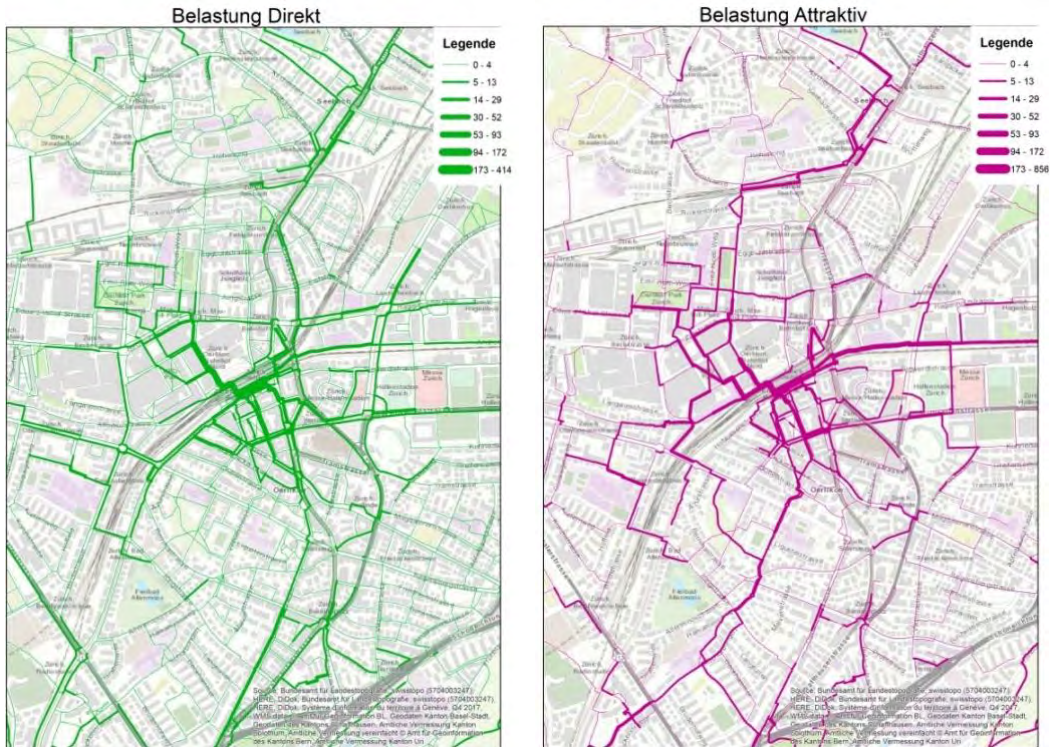


Abb. 128 Belastungspläne im Gebiet Oerlikon der Stadt Zürich; Basis = Anzahl Etappen des MZMV auf den einzelnen Routenabschnitten (© analyGIS, D. Rüttimann)

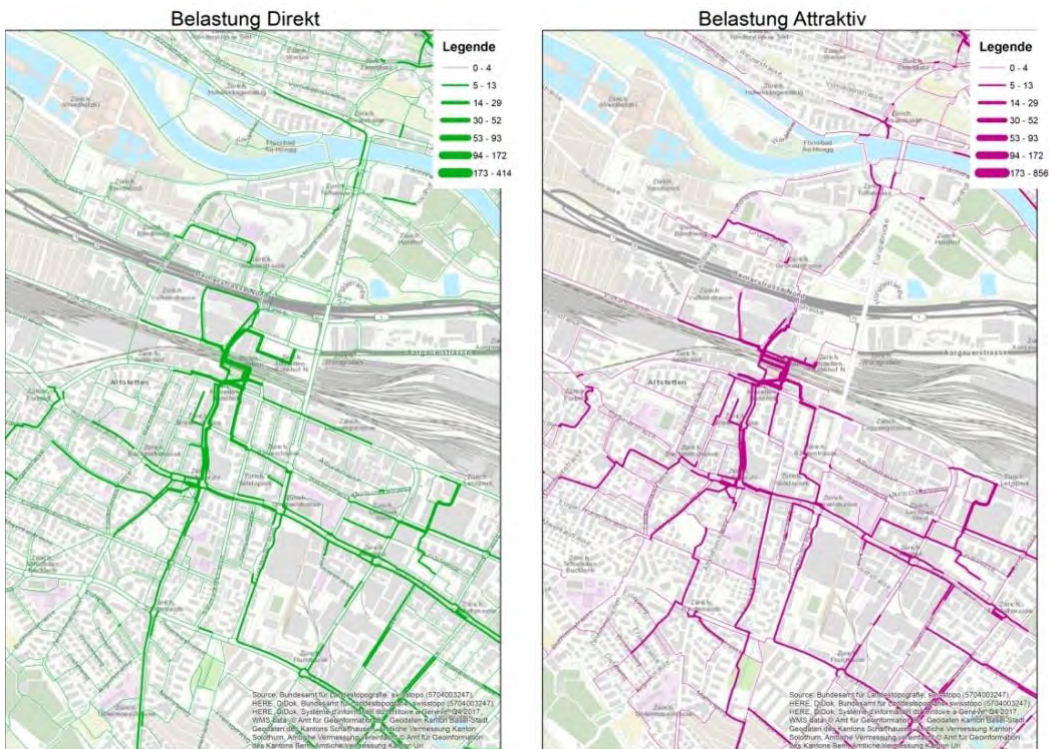


Abb. 129 Belastungspläne im Gebiet Altstetten der Stadt Zürich; Basis = Anzahl Etappen des MZMV auf den einzelnen Routenabschnitten (© analyGIS, D. Rüttimann)

Fazit

Als grobes Analyseinstrument kann die Umlegung der Mikrozensus-Etappen auf das Wegnetz einen guten Eindruck der Belastung einzelner Strecken in einer Stadt geben. Allerdings ist die Aussage auf Bereiche mit hohem Fussverkehrsaufkommen beschränkt, also auf Streckenabschnitte, die im MZMV relativ häufig zwischen zwei Zielorten liegen. Dazu gehören die Innenstadt sowie die Quartierzentren. In den Verastelungen der

Aussenquartiere sind die Aussagen weniger zuverlässig. Eine Unterscheidung von direkten und attraktiven Wegen ist in den Innenstadt-Bereichen nur zum Teil sinnvoll, weil die Attraktivität gemäss Definition nicht immer der Realität entspricht, das Wegnetz zum Teil unvollständig ist und weil es sich um modelliertes und nicht reales Verhalten der Menschen handelt. Einschränkend ist allerdings zu sagen, dass die Definition des attraktiven Wegnetzes zum Zeitpunkt der Analyse noch unvollständig war und in Zukunft in überarbeiteter Fassung vorliegen wird.

4.5.4 Ableitung von Wegzwecken an ausgewählten Zählstellen

Fokussiert man bei der Umlegung der Mikrozensus-Daten auf jene Wegabschnitte, an denen die Dauerzählstellen der Stadt stehen, so lassen sich für diese Orte die Anteile der einzelnen Wegzwecke ableiten. Es wäre auch möglich, z. B. die Anteile der Geschlechter oder der Altersgruppen zu bestimmen, aber das interessiert im Rahmen dieses Projekts weniger. Für diese Analyse wurden die Mikrozensus-Daten vom Jahr 2015 für jene Zählstellen-Standorte verwendet, an denen mindestens 10 Etappen vorbeiführten bzw. für diesen Wegabschnitt berechnet wurden, denn das reale Verhalten der Personen im MZMV ist nicht bekannt. Es wird wiederum nach Standorten unterschieden, die auf direkten bzw. attraktiven Routen liegen.

Ein Vergleich der einzelnen Zählstellen nach Wegzweckanteilen zeigt, dass die Unterschiede zwischen attraktivem bzw. direktem Routing relativ gering sind. Nur an der Lang- und an der Ohmstrasse scheint es grössere Abweichungen zu geben. An der Langstrasse beispielsweise beträgt der Anteil von Arbeit und Ausbildung gemäss Umlegung auf direkte Wege bei 25%, bei attraktiven Wegen bei 10%. Umgekehrt ist das Verhältnis bei der Freizeit (60%-Anteil bei attraktiven und 50% bei direkten Wegen). Die Zahl der Etappen ist jedoch mit 24 (direkte Wege) bzw. 20 (attraktive Wege) klein. Diese kleine Zahl dürfte höchstens Tendenzen erkennen lassen, aber keine zuverlässige Zuordnung der Zwecke zu einer Zählstelle erlauben, wie wir uns dies erhofft haben.

Die hier betrachteten Zählstellen weisen durchschnittlich 27-31% Pendlerverkehr auf (Arbeit/Ausbildung), im MZMV beträgt der Anteil 42% für alle Etappen im Gebiet der Stadt Zürich, also inklusive der Wege von ausserhalb der Stadt Wohnenden. Die Anteile des Einkaufsverkehrs sind zwischen MZMV und dem Durchschnitt der Zählstellen gleichverteilt (20% bzw. 17-19%). Bei den Freizeitwegen zeigt der MZMV einen Anteil von 32% während an den Zählstellen ein solcher von 47%-49% gemessen wurde. Insgesamt scheint die vorliegende Auswahl von Zählstellen den Pendlerverkehr zu unter- und den Freizeitverkehr zu überschätzen. Inwieweit dies auch auf das gesamte Zählstellennetz zutrifft, müsste überprüft werden.

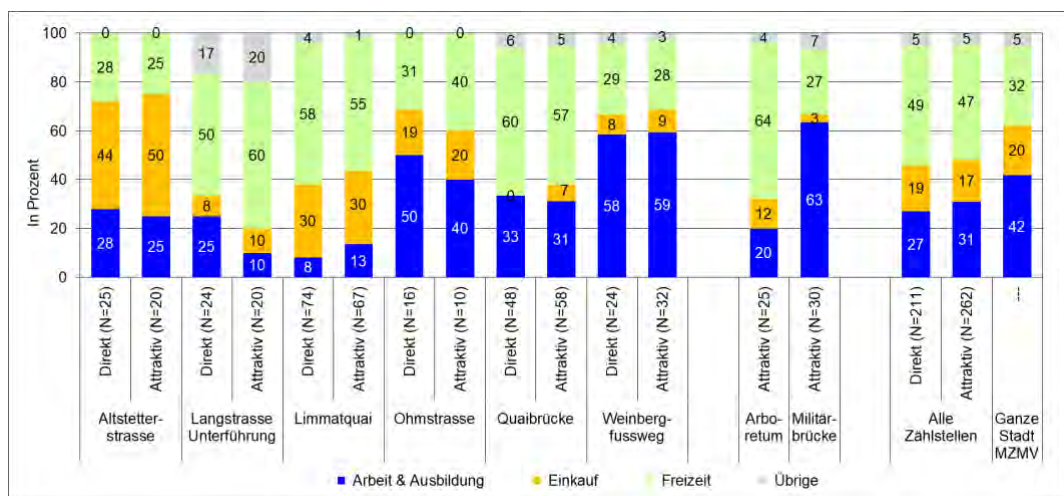


Abb. 130 Verteilung der Wegzwecke an einzelnen Zählstellen der Stadt Zürich gemäss Ableitung der Mikrozensus-Etappen und der Einteilung nach direkten bzw. attraktiven Routen

Wollte man eine repräsentative Entwicklung des Fussverkehrs gemäss den Wegzweck-Anteilen des MZMV für die Stadt Zürich zusammenstellen, müsste man die richtige Mischung von Zählstellen finden. Allerdings bleibt auch dann noch offen, inwieweit die Wegzweckverteilung tatsächlich zutrifft. Dies müsste alle 5 Jahre mit den Daten des MZMV neu berechnet und allenfalls justiert werden. Allerdings brächte eine wiederholte Umlegung auch zahlreiche neue Probleme mit sich, deren Interpretation sehr schwierig sein dürfte, da sich innerhalb von fünf Jahren doch vieles ändern kann.

Unabhängig von der Zuordnung nach direkten und attraktiven Wegen ergeben sich bezüglich der Verteilung der Wegzwecke z.T. plausible Resultate, z.T. aber auch solche die aufgrund der Nutzung am Zählstellenort weniger plausibel sind bzw. deren Tagesganglinie eine etwas andere Verteilung nahelegen. Die beiden Kategorien werden kurz anhand von Beispielen dargestellt.

- 1) Zu den plausiblen Resultaten gehört z. B., dass am Weinbergfussweg oder bei der Militärbrücke die Zwecke Arbeit und Ausbildung vorherrschend sind, im Arboretum hingegen die Freizeitnutzung. Auch die Aufteilung der Zwecke an der Quaibrücke mit einer Mischung aus Freizeit (ca. 60%) und Pendlerverkehr (ca. 30%) weist eine gewisse Plausibilität auf.

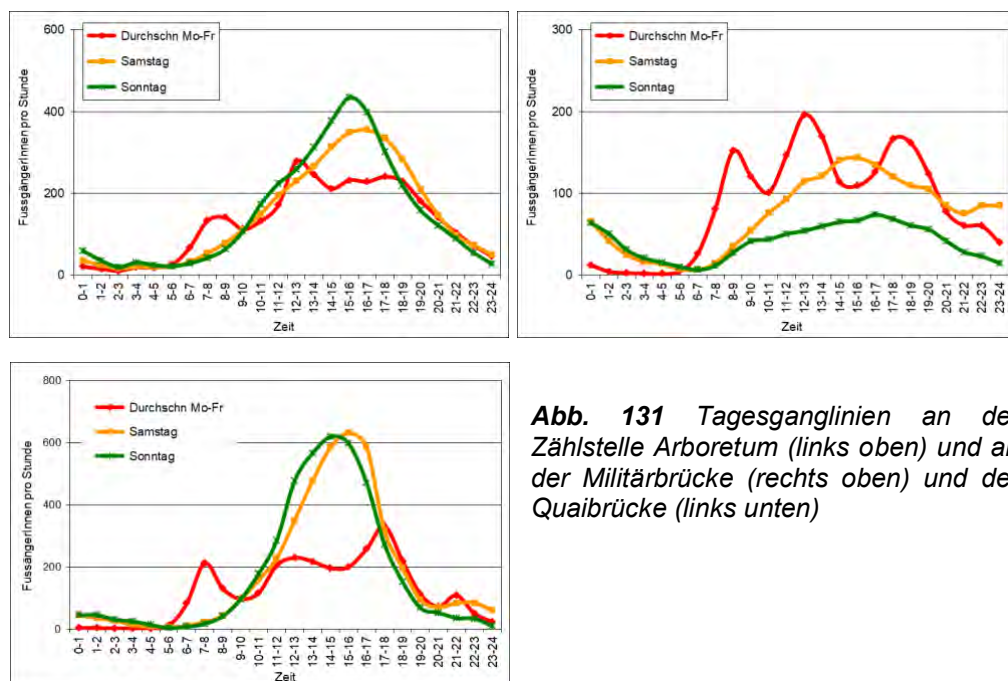


Abb. 131 Tagesganglinien an der Zählstelle Arboretum (links oben) und an der Militärbrücke (rechts oben) und der Quaibrücke (links unten)

- 2) Eine eher andere Verteilung der Wegzwecke als das Ergebnis der Mikrozensus-Umlegung anzuzeigen scheint, dürfte z. B. auf die Altstetterstrasse zutreffen. Hier würde aufgrund der Tagesganglinie deutlich mehr Pendlerverkehr (Arbeit/Ausbildung) als Einkaufsverkehr erwartet. An der Ohmstrasse wiederum scheint der Anteil des Pendlerverkehrs plausibel, der Anteil des Einkaufsverkehrs jedoch etwas unter- und jener des Freizeitverkehrs überschätzt. Bei der Langstrasse scheint der Freizeitverkehr im Vergleich zum Pendlerverkehr deutlich überschätzt. Zwar liegt die Unterführung im Zugangsbereich zum Ausgehviertel, aber der Tagesgang unter der Woche legt einen hohen Anteil an Arbeits- und Ausbildungsverkehr nahe.

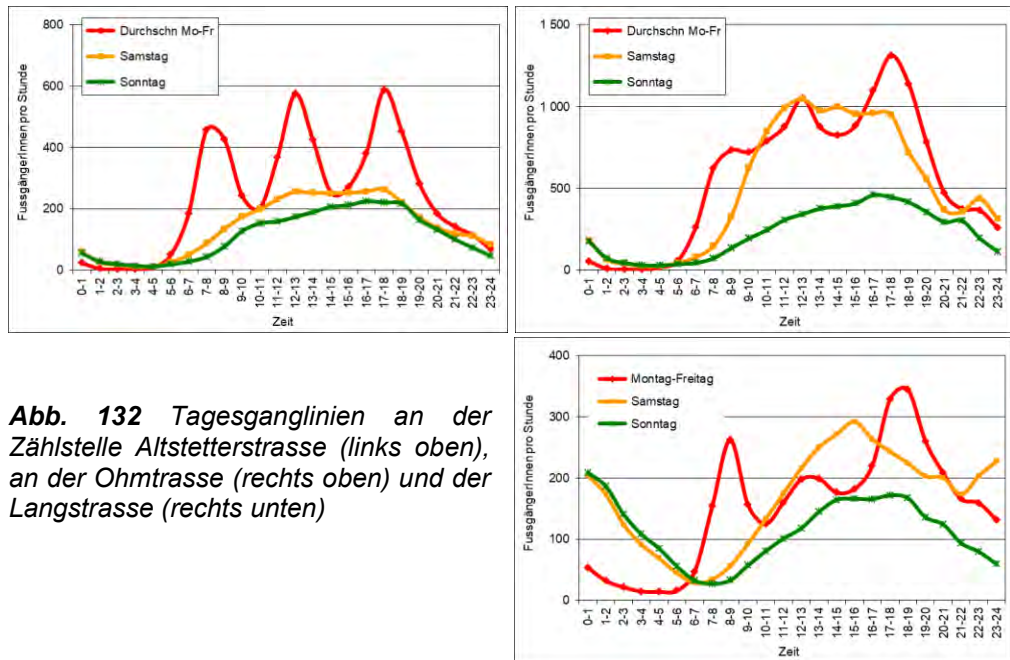


Abb. 132 Tagesganglinien an der Zählstelle Altstetterstrasse (links oben), an der Ohmtrasse (rechts oben) und der Langstrasse (rechts unten)

Fazit

Die Unterscheidung zwischen direkten und attraktiven Wegen zeigt in Bezug auf die Wegzweckverteilung an den einzelnen Zählstellen nur wenige Differenzen. Vergleicht man die Wegzweck-Anteile mit den Tagesgängen an den Zählstellen ergeben sich zum Teil gute Übereinstimmungen, z.T. aber auch Differenzen. Insgesamt ist die Aussagekraft für die meisten Zählstellen aufgrund der geringen Anzahl an Etappen am jeweiligen Wegabschnitt beschränkt. Es können höchstens Tendenzen ausgewiesen werden.

Trotzdem wäre für grössere Städte zu prüfen, ob – wie im Kanton Basel-Stadt oder auch hier am Beispiel der Stadt Zürich dargestellt –, die Mikrozensus-Daten Hinweise auf die Standorte von repräsentativen Zählstellen liefern könnten, welche wiederum die Entwicklung auch in den Jahren zwischen den Mikrozensus-Erhebungen aufzeigen könnten. Eine wiederholte Umlegung bringt aber auch zahlreiche Probleme mit sich, deren Interpretation sehr schwierig sein dürfte, da sich innerhalb von fünf Jahren doch sehr viel ändern kann.

4.5.5 Zusammenfassende Erkenntnisse und Schlussfolgerungen

- Die Umlegung der Etappen des MZMV auf das Wegnetz der Stadt Zürich erlaubt eine gute Übersicht über die Belastungen und die Hauptroutenwahl in der Stadt. Der Nutzen ist mit einem relativ geringen Aufwand erzielbar.
- Das Instrument ist vor allem in der Innenstadt und in Quartierzentren nutzbar; in Quartierstrassen ist die Zahl der zugrundeliegenden Etappen zu gering für ein aussagekräftiges Bild.
- Die Auflösung der Daten ist genug gut für die Bestimmung eines Hauptzählstellennetzes, das die verschiedenen Zwecke grob abbilden kann. Zusammen mit dem lokalen Wissen über einzelne Routen, lässt sich damit ein Zählstellennetz in einer ersten Runde gut bestimmen.
- Eine Unterscheidung von direkten vs. attraktiven Wegen ist nur beschränkt aussagekräftig. Das tatsächliche Bewegungsverhalten und die daraus resultierenden Belastungen im Fussverkehrsnetz hängen nicht nur von der Attraktivität des Umfelds (Grünraum, Wasser etc.) oder der Direktheit der Wegführung ab, sondern es spielen auch weitere Effekte wie Verkehrszweck, Wahrnehmungen, Zwischenziele etc. eine Rolle (Zudem war in der vorliegenden Analyse das Wegnetz nicht immer vollständig, insbesondere bei den attraktiven Wegen).

5 Schlussbemerkungen

5.1 Empfehlungen

Die vorliegende Forschung zu «Empfehlungen zur Zählung des Fussverkehrs» wollte insbesondere zwei Fragen klären: Welche Technologien eignen sich zur Erhebung des Fussverkehrs und können aus den verfügbaren und erhobenen Daten Horchrechnungsfaktoren und Typenganglinien abgeleitet werden.

Um Empfehlungen abzugeben, wurde einerseits eine Recherche zu den verfügbaren Technologien durchgeführt. Die gemäss der Literatur geeigneten Technologien wurden in Piloterhebungen zu den folgenden sieben Anwendungsgebieten getestet:

Betrachtungsebene Netz:

1. **Repräsentative Zählstellenauswahl (Zählkonzept) für ein Monitoring**
2. **Grossräumige Wegbeziehungen**

Betrachtungsebene Fläche:

3. **Lineare Fussverkehrsströme: Fussgängerzonen, Trottoirs, Wege**
4. **Mischfläche für den Fuss- und Veloverkehr**

Betrachtungsebene Querungen:

5. **Querungen: Mit oder ohne Mittelinsel**
6. **Komplexe Knoten und Fussverkehrsbereiche**
7. **Schnittstellen mit öffentlichem Verkehr: Haltestellen und Bahnhöfe**

Nachfolgend sind aufgrund der Erfahrungen mit den Pilotprojekten ein paar wichtige Empfehlungen zum Vorgehen und zur Auswahl der Technologien zusammengestellt.

Erhebungskonzept

Als erstes ist ein Erhebungskonzept auszuarbeiten. Dazu ist eine gute Kenntnis der Situation und ein Augenschein vor Ort erforderlich. Ein Konzept umfasst z. B.:

- Ziel der Zählung bzw. zu beantwortende Fragestellung
- Dauer der Erhebung: kurz, mittel oder lang
- Zuordnung des Zählortes zu einem Typ gemäss Kapitel 4.3.2
- Bester Wochentag und beste Zählstunden für die Zählung (bei kurzer Erhebungsdauer)
- Welche Verkehrsmittel müssen erfasst werden: nur Fussverkehr oder auch andere Verkehrsmittel
- Handzählung oder automatisierte Erfassung
- Technologie/Anbieter bei einer automatisierten Zählung
- Kontrollzählung
- Erhebungsstandorte

Erhebungsdauer als massgebender Faktor für die Technologiewahl

Die Auswertung der verschiedenen Piloterhebungen hat ergeben, dass es weniger die Fragestellungen an sich sind, welche die Wahl der einzusetzenden Technologie beeinflussen als vielmehr die Frage der Erhebungsdauer. Denn bei kurzzeitigen Erhebungen darf z. B. der Aufwand für die Installation nicht so gross sein wie bei einer Dauererhebung. Im letztgenannten Fall lohnt sich auch die Einrichtung einer separaten Stromversorgung, während bei kurzen Zählungen der Betrieb eher mit Batterie oder Solarpanel zu bewerkstelligen ist.

Um zu beurteilen, welche Technologie für welche Art der Erhebung geeignet ist, werden drei Erhebungsdauern unterschieden:

- Kurze Erhebungsdauer: 2-12 Stunden
- Mittlere Erhebungsdauer: 1-14 Tage
- Längere Erhebungsdauer: 1-2 Jahre oder eine Dauerzählstelle

Bei Erhebungen unter vier Stunden lohnen sich automatisierte Erhebungen selten, da grundsätzlich bei jeder Technologie eine manuelle Kontrollzählung von mindestens zwei Stunden erforderlich ist.

Häufig steht am Anfang auch die Frage, welchen Kennwert man braucht. Ist es die Spitzenstunde oder der durchschnittliche tägliche Verkehr? Braucht man eine Wochengang- oder gar Jahresganglinie oder will man die langfristige Entwicklung dokumentieren? Je nachdem werden andere Erhebungsdauern vorgeschlagen gemäss der folgenden Tabelle.

Tab. 91 Erhebungsdauer in Abhängigkeit des gewünschten Ergebnisses

Gewünschtes Ergebnis	Erhebungsdauer
DTV und Spitzenstunde	Kurz (2-12 Stunden, abhängig davon, ob Gehrichtungen relevant und Hochrechnungsfaktoren verfügbar sind.)
Tagesganglinie	Kurz-Mittel (Mindestens 12 Stunden)
Wochenganglinie	Mittel (Mindestens 7 Tage, optimal 14 Tage)
Jahresganglinie	Lang
Langfristige Entwicklung	Lang oder wiederholt kurz oder mittel

Kurze Erhebungsdauer

Kurzerhebungen sind für Abschätzungen des Fussverkehrsaufkommen geeignet, z. B. zur Klärung der Frage, ob ein Fussgängerstreifen der richtige Querungstyp ist oder um den Einfluss des querenden Fussverkehrs auf die Leistungsfähigkeit des MIV zu quantifizieren.

Bei kurzen Erhebungen stehen manuelle Methoden im Vordergrund. Der zeitliche Aufwand für die Installation und die Kalibration der automatisierten Methoden übersteigt oft den Zeitaufwand für die manuelle Zählung. Im Fokus stehen manuelle Zählungen vor Ort oder das manuelle Auswerten von Videodaten. Die erhobenen Daten können dann mithilfe der Hochrechnungsfaktoren und Typenganglinien generalisiert werden. Manuelle Methoden haben den Vorteil, dass zusätzliche Merkmale der Fussgänger und Fussgängerinnen erfasst werden können (insbesondere das Alter oder das Geschlecht). Dank den in Kapitel 4.4 entwickelten Hochrechnungsfaktoren und Typenganglinien können Kurzerhebungen im urbanen Raum in der Deutschschweiz und in der Romandie auf das Tagesaufkommen hochgerechnet werden.

Mittlere Erhebungsdauer

Eine Zählung mittlerer Erhebungsdauer dient dazu, den Verkehrsablauf eines Ortes zu verstehen. Sie dient z. B. einer Erfolgskontrolle bei Projekten oder als erweiterte Grundlage für die Planung. Eine mittlere Erhebungsdauer ist auch dann notwendig, wenn keine Typenganglinie zugeordnet werden kann oder wenn es keine Typenganglinien gibt (z. B. in der italienischen Schweiz oder in kleineren Orten).

Bei Zählungen mit einer mittleren Erhebungsdauer zwischen einem und vierzehn Tagen lohnt sich der Aufwand zur Installation von Zählgeräten. Zudem werden Technologien bevorzugt, die über die Erhebungsdauer mit Batterie betrieben werden können.

Längere Erhebungsdauer

Dauerzählstellen eignen sich dazu, die langfristige Entwicklung des Fussverkehrs zu beobachten oder zur längerfristigen Wirksamkeitsüberprüfung von Massnahmen.

Für längere Erhebungsdauern eignen sich alle Technologien mit einer automatischen Auswertung der Daten im Sensor. Geeignet sind pyroelektrische Sensoren, Infrarotkameras, stereooptische und optische Kameras wie auch der Laserscanner. Die meisten Technologien sollten ans Stromnetz angeschlossen werden. Für Dauerzählstellen ohne Stromanschluss kann nur der pyroelektrische Sensor empfohlen werden.

Erfassen von Gehlinien und Wegbeziehungen und Konfliktanalyse

Das Erfassen von Gehlinien und Wegbeziehungen ist interessant für eine kurze und mittlere Erhebungsdauer. Für das Erfassen von kleinräumigen Gehlinien eignen sich sowohl optische wie auch stereooptische Kameras. Letztere sind oft präziser als die einfachen Kameras, erfassen aber einen kleineren Bereich. Mittels Bluetooth- und WiFi-Tracking lassen sich auch Wegbeziehungen analysieren. Die Herausforderung besteht darin, Erhebungsstandorte zu definieren, an denen nur die Geräte von zu Fuss Gehenden erfasst werden. Ansonsten gestaltet sich die Zuordnung zu unterschiedlichen Verkehrsmitteln schwierig. Zur automatisierten Erfassung von Rückstaus bei einer LSA und von Konfliktanalysen konnten die getesteten Sensoren nicht überzeugen.

Eignung der Technologien nach Erhebungsdauer und Erfassungsbereich

Abb. 133 zeigt die Technologien, welche sich für die jeweilige Erhebungsdauer und die gewünschten Erfassungsbereiche (Querschnitte, kleinräumige Gehlinien, persönliche Merkmale oder Wegbeziehungen) eignen.

Die meisten Technologien können grundsätzlich auch in Mischverkehrssituationen den Fussverkehr zählen. Bei einzelnen Produkten ist dies aber nur zusammen mit einer zweiten Technologie möglich. Vorsicht ist bei der automatisierten Auswertung von optischen Daten geboten. Die Zuverlässigkeit der Auswertung schwankt bei den unterschiedlichen Anbietern. Die Fehler sind meist nicht systematisch und können deshalb nicht kalibriert werden.

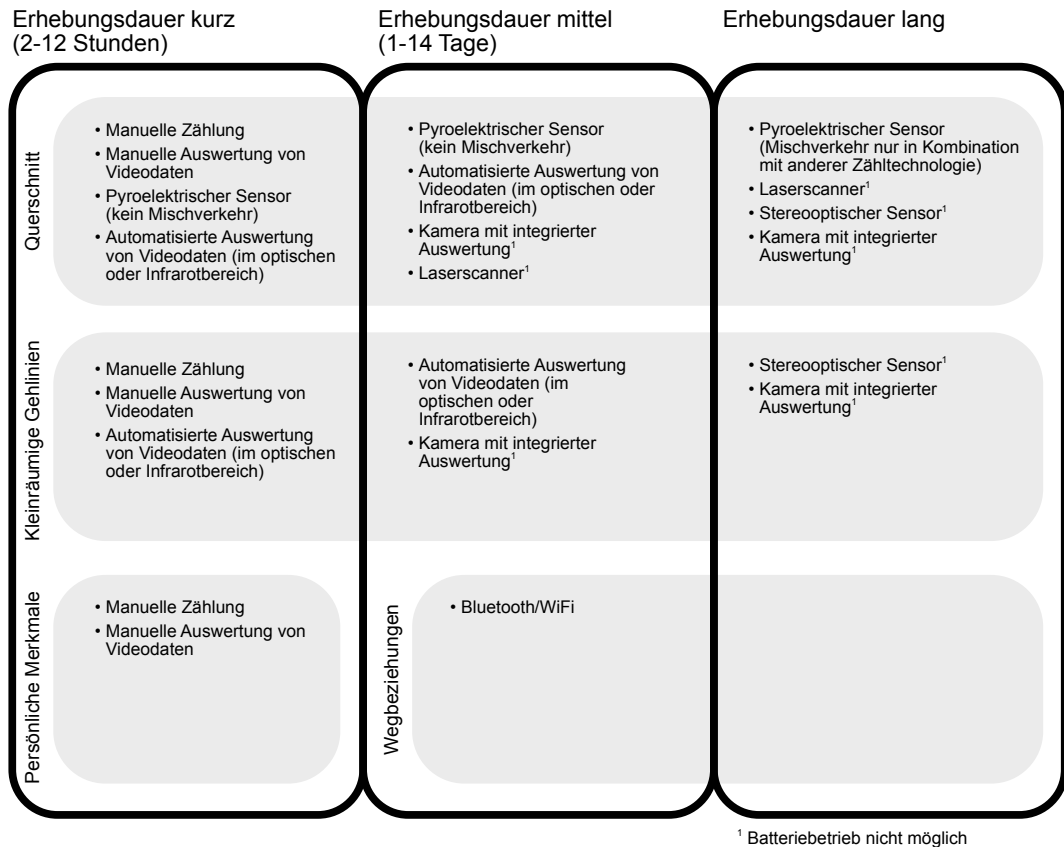


Abb. 133 Einsatzbereich der verschiedenen Zähltechnologien

Vorbereitungen

Für die Vorbereitungsarbeiten sollte genügend Zeit einplant werden. Je nach Fragestellung, Situation und vorgesehener Technologie kann die Vorbereitung sehr aufwändig sein. Vor der Zählung sind z. B. folgende Arbeiten erforderlich:

- Besichtigung vor Ort zur Klärung der Montagemöglichkeiten, Möglichkeiten für Elektroanschluss usw.
- Zähltermine und Termine für eine allfällige Kontrollzählung festlegen
- Abklärungen mit Privaten für Installation der Geräte und Elektroanschluss
- Montage und Elektroanschluss vorbereiten und beauftragen, Hebebühne
- Datenschutz, Information Bevölkerung (s. unten)
- Installationstermin definieren

Datenschutz

Mit allen Geräten, ausser der Passiv-Infrarot-Technologie, werden personenbezogene Daten erfasst. Die Speicherung und Auswertung solcher Daten sind in Bezug auf den Datenschutz grundsätzlich heikel. Die Erfahrungen aus den Pilotprojekten zeigen, dass je nach Kanton oder Gemeinde die Anforderungen an den Umgang mit den Zähl-daten sehr unterschiedlich sein können. Es wird deshalb empfohlen, nach der Wahl der Erhebungstechnologie frühzeitig mit den Verantwortlichen für den Datenschutz Kontakt aufzunehmen.

Je nach Technologie und Beurteilung der Datenschutzzfachstelle genügt eine schriftliche Bestätigung, dass die Datenschutzbestimmungen eingehalten werden, oder es ist ein Datenschutzkonzept einzureichen. Ein Datenschutzkonzept umfasst z. B. folgende Punkte:

- Was ist der Zweck der Erhebung?
- Welche personenbezogenen Daten werden erfasst?
- Wie werden die Daten anonymisiert?
- Welche Daten werden gespeichert?

- Wie erfolgt der Diebstahlschutz von vor Ort gespeicherten Daten?
- Wie erfolgt die Auswertung ohne Rückschlüsse auf Personen?
- Wie erfolgt die anonymisierte Darstellung der Ergebnisse?
- Wie erfolgt die sichere Löschung der Daten nach Auftragsende?

Zusätzlich zur Vereinbarung mit der Datenschutzfachstelle wird empfohlen, die Bevölkerung mittels Medienmitteilung und/oder Informationstafeln vor Ort über den Zweck und die Art der Erhebung und das Einhalten der Datenschutzbestimmungen zu informieren.

Kontrolle der erfassten Daten

Kontrollzählungen sind grundsätzlich bei allen Erhebungstechnologien empfohlen, entweder um die erhobenen Daten zu kalibrieren oder eine Aussage zu deren Genauigkeit zu erhalten.

Ist das Ziel einer permanenten Zählung nur die Beobachtung der Entwicklung der Fussverkehrsleistung und nicht das Erfassen von möglichst genauen Zählwerten, so kann auf Kontrollzählungen verzichtet werden.

Eine Kontrollzählung soll mindestens während drei Stunden durchgeführt werden, und zwar eine Stunde mit wenig Verkehr, eine Stunde bei mittlerem Aufkommen und eine Stunde bei hoher Fussverkehrsfrequenz. Erfasst werden jeweils die Viertelstunden-Werte. Somit hat man 12 Vergleichsdaten bei unterschiedlichem Aufkommen.

Bei den Technologien Passiv-Infrarot, Laserscanner, Infrarot-Kamera und 3D-Kamera wird die Kontrollzählung zur Kalibrierung der erfassten Daten verwendet. Werden nur geringe Abweichungen von 5-10% festgestellt, so kann auf eine Kalibrierung auch verzichtet werden, denn die manuell erhobenen Daten sind ebenfalls nicht fehlerfrei.

Für die optischen Kameras kann die Kontrollzählung dazu dienen, Fehler in der automatischen Auswertung zu finden und Aussagen zur Genauigkeit der Auswertung zu machen. Eine Kalibrierung ist kaum möglich, da die automatische Auswertung i.d.R. keine systematischen Fehler aufweist. Abweichungen ergeben sich durch besondere Licht- und Witterungsverhältnisse (Nacht, Regen, Spiegelungen usw.). Anstelle einer Kontrollzählung vor Ort ist auch eine manuelle Zählung der Videoaufnahmen oder eine automatisierte Auswertung mit einer anderen Software zur Kontrolle möglich.

Die rohen Daten von Bluetooth-/WiFi-Sensoren sind ohne Kalibrierung ungenau, da einerseits nicht alle Personen ein Gerät mit eingeschaltetem Bluetooth- oder WiFi-Signal dabei haben und andererseits Personen mit mehreren Geräten unterwegs sind. Mindestens bei einem Sensor sind die Fussverkehrsmengen zusätzlich mit einer anderen Technologie zu erfassen, vorzugsweise über die gesamte Erhebungszeit.

Typenganglinien und Hochrechnungsfaktoren

Für die Erarbeitung von Typenganglinien und Hochrechnungsfaktoren wurde eine detaillierte Analyse der Daten des MZMV und von Zählungen durchgeführt. Die erstmals vorgenommene detaillierte Analyse der Tagesgänge des Fussverkehrs auf Basis des MZMV zeigt, dass die grössten Unterschiede im Tagesverlauf nach Altersgruppen und Wegzwecken auftreten. Der Tagesrhythmus von Kindern und Jugendlichen ist aufgrund der Dominanz der Ausbildungswege ein anderer als jener von Erwachsenen mit einer Mischung aus Arbeits-, Freizeit- und Einkaufswegen und dieser wiederum anders als jener der SeniorInnen. Diese sind häufig antizyklisch vor allem am Vor- und Nachmittag unterwegs.

Zwischen den Urbanisierungsgraden (Stadt, Agglomeration, Land) und den Sprachregionen sind die Unterschiede beim Tagesgang gemäss MZMV relativ klein. Nur der italienischsprachige Teil der Schweiz und der ländliche Raum ticken je nach Wegzweck leicht anders. Wettermässig beeinflussen einzig Regen und Schnee das

Fussverkehrsaufkommen und dabei ausschliesslich die Wege in der Freizeit und zum Einkaufen, v. a. nachmittags.

Die Analyse der Daten von 32 Dauerzählstellen aus dem Kanton Basel-Stadt und den Städten Zürich, Biel und St. Gallen der Jahre 2018 und 2019 zeigt, dass sich die Ganglinienmuster über den Tag, über die Woche und das Jahr in 6 verschiedene Typen einteilen lassen (siehe Abb. 134). Die Resultate der Auswertungen gelten in erster Linie für grössere Städte in der Deutschschweiz und hier am ehesten für zentrumsnahe Gebiete. In der italienischen Schweiz sowie in Agglomerations- und Landgemeinden sind uns noch keine permanenten Fussverkehrszählungen bekannt, weshalb für diese Gebiete auch die Datengrundlagen für definitive und zuverlässige Aussagen fehlen.

Typ 1: Freizeit – Naherholung	Spazieren, Joggen, Ausflüge usw.
Typ 2: Einkaufsachse Innenstadt (in grösseren Städten)	Haupt-Wegzwecke: Einkauf sowie etwas Freizeit (Ausgang, Gastronomie).
Typ 3: Pendlerverkehr: Ausbildung und Arbeit	Zugang zu Schulen, Arbeitsgebieten und öV.
Typ 4: Orts- und Quartierzentren mit öV-Bedeutung	Haupt-Wegzwecke: Arbeit/Ausbildung, Einkauf und etwas Freizeit.
Typ 5: Quartierachsen mit lokaler Versorgung	Haupt-Wegzwecke: Arbeit/Ausbildung, Einkauf und etwas Freizeit.
Typ 6 Zugänge zu Ausgehmeilen in grösseren (Innen-)Städten	Haupt-Wegzwecke: Freizeit (Gastronomie, Unterhaltung usw.) Arbeit/Ausbildung sowie Einkauf.

Abb. 134 Gebildete Typologie der untersuchten Zählstellen

Für jeden der aus den Zählstellenverläufen hergeleiteten Typen wurden in einem nächsten Arbeitsschritt Hochrechnungsfaktoren errechnet und die jeweiligen relativen Fehler bestimmt. Die Analyse zeigt, dass sich die hergeleiteten Faktoren gut dafür eignen, um die Werte von Kurzzeitzählungen auf den Tagesverkehr sowie mittels Korrektur des Wochentags und Monats auf einen DTV und DWV hochzurechnen.

Die besten Hochrechnungsstunden auf den Tagesverkehr eines Werktags – das sind jene mit dem geringsten relativen Fehler – liegen bei den meisten Typen zwischen 16 und 18 Uhr. Einzig bei der Ausbildung sind es die Morgen- und Mittagsstunden, im Arbeitsverkehr auch die Stunde zwischen 18 und 19 Uhr (siehe Tab. 92). Verwendet man Doppelstunden verbessert sich der relative Fehler merklich. Am Samstag sind die besten Erhebungsstunden am frühen Nachmittag zwischen 13 und 14 Uhr zu finden, beim Typ Einkauf Innenstadt in grösseren Städten auch erst etwas später (siehe Tab. 93).

Tab. 92 Einzelstunden nach Haupttyp: Montag-Freitag *

	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
Alle Typen (ohne Typ 1)											19%	18%	19%	
Typ 1: Freizeit-Naherholung											29%	27%		
Typ 2: Einkauf Innenstadt								15%				14%		
Typ 3: Ausbildung & Arbeit			22%										19%	
Ausbildung		18%					18%							
Arbeit			18%											16%
Typ 4: Orts-/Quartierzentren											13%	14%		
Typ 5: Quartierachsen										18%	16%	16%		
Typ 6: Zugang zu Ausgehmeilen												13%	15%	
SVI-Studie 2005											19%	23%		
Rossmerkel 2017									17%		15%			

Tab. 93 Einzelstunden nach Haupttyp: Samstag (und Sonntag) *

	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
Alle Typen (ohne Typ 1&3)							21%	20%			21%			
Typ 1: Freizeit-Naherholung								29%	30%					
Sonntag								25%	28%					
Typ 2: Einkauf Innenstadt									18%	18%	17%			
Typ 3: Ausbildung & Arbeit														
Typ 4: Orts-/Quartierzentren							14%	13%						
Typ 5: Quartierachsen								17%	19%	19%				
Typ 6: Zugang zu Ausgehmeilen							18%	17%						

Legende: ■ Beste Hochrechnungsstunde ■ Zweitbeste Hochrechnungsstunde

* Die Prozentwerte geben den relativen Fehler auf dem Niveau von 68% an (\pm eine Standardabweichung). Das heisst, 68% der hier einbezogenen Zählwerte befinden sich innerhalb dieses Bereichs.

Die Wochentage zwischen Dienstag und Donnerstag sind am besten geeignet für eine Zählung, da sie meist ein mittleres Werktagsaufkommen aufweisen, am Montag ist es etwas niedriger, am Freitag etwas höher. Der Freitag weist zudem zum Teil einen leicht anderen Tagesverlauf auf. Trotzdem ist an diesem Wochentag gemäss Auswertung der relative Fehler oft am geringsten, weshalb er ebenfalls für eine Hochrechnung verwendet werden kann. Der Samstag ist für eine Hochrechnung meist weniger geeignet.

Im Jahresvergleich ist über alle Typen gesehen, das Aufkommen im Frühling und Herbst eher höher, in den Sommermonaten sowie im Januar und Februar tiefer. Ausnahme hierzu bilden die Typen „Freizeit-Naherholung“ und „Zugang zu Ausgehmeilen“, wo der Sommer jeweils ein höheres Aufkommen aufweist als die anderen Jahreszeiten.

Für die Zählpraxis ist zu beachten, dass Spitzenzeiten und Richtungsbelastungen je nach Ort und Typ über den Tag stark variieren können. So treten z. B. in der Nähe von Schulen und auf Arbeitswegen häufig Morgenspitzen, in innerstädtischen Bereichen hingegen Mittagsspitzen auf. In den Vormittagsstunden gibt es praktisch keinen Schulverkehr. Spitzenstunden und -tage sind beim Einkauf häufig am Samstag, in der Freizeit (Naherholung) am Sonntag zu finden. Generell ist zu berücksichtigen, dass die Bewegungsmuster des Fussverkehrs eine viel grössere Vielfalt haben als jene des MIV oder öV, und zwar aufgrund der Kleinräumigkeit des Fussverkehrs und der deutlich kürzeren Wegdistanzen im Vergleich zu den anderen Verkehrsmitteln. Dadurch sind die beobachteten Fusswege und somit deren Wegzwecke auch oft direkter von den Aktivitätsangeboten in der unmittelbaren Umgebung abhängig. Die Typen und Werte sind deshalb als Idealverläufe zu sehen. Jede (manuelle) (Kurzzeit-)Zählstelle ist deshalb im Hinblick auf eine Hochrechnung sorgfältig auszuwählen und vorab kurz darauf hin zu prüfen, wie sie tickt. Konkret heisst das z. B. welchem Typ sie prima Vista zuzuordnen ist, ob bestimmte Nutzergruppen vorherrschen und ob es allenfalls Zufallseinflüsse gibt, welche die Zählung verzerren könnten.

5.2 Offene Forschungsfragen

Konfliktanalysen und Erhebung des Aufenthalts

Die Zähltechnologien entwickeln sich sehr schnell. Die Empfehlungen zum automatischen Zählen des Fussverkehrs werden deshalb bald wieder veraltet sein. Aktuell zeigt sich, dass noch keine Empfehlungen zu Konfliktanalysen und zur Erhebung des Aufenthalts gemacht werden können. Zwar gibt es erste Videoauswertungssoftware auf dem Markt, die versuchen eine automatisierte Konfliktanalyse zu erstellen. Gerade für Konfliktanalysen mit Beteiligung von Fussgängerinnen und Fussgängern liegen jedoch noch keine brauchbaren Ergebnisse vor. Ebenso zeichnet es sich ab, dass Algorithmen entwickelt werden, die mittels Videodaten, die Belegung von Parkfeldern und der Parkierdauer erfassen können. Es gibt aber bisher keine Auswertungsmöglichkeit für die Aufenthaltsdauer von Fussgängern und Fussgängerinnen auf Plätzen oder in Parks. Im Bereich der Konfliktanalysen und der Erhebung des Aufenthaltes des Fussverkehrs besteht deshalb weiterer Forschungsbedarf.

Erfassung von Rückstaus vor einer Fussgänger-LSA

Wie das Pilotprojekt Luzern gezeigt hat, stellen Fussgängerstreifen mit hohen Frequentierungen und (Gross-)Gruppen hohe Anforderungen an die Zähltechnologie, die nur schwer zu erfüllen sind. Aussagen über allfällig zu hohe Dichten und gegenseitige Behinderungen von vor einer Fussgänger-LSA wartenden und durchgehenden Personen waren mit den verschiedenen eingesetzten Geräten bzw. der Auswertungssoftware nicht möglich. Hier sind weitere Entwicklungen der Gerätetechnologie und Auswertungssoftware abzuwarten.

Typenganglinien für den ländlichen Raum und die italienische Schweiz

Mit der vorliegenden Arbeit lag erstmals genügend Material von längeren Zählungen vor, damit die Erarbeitung von belastbaren Typenganglinien und Hochrechnungsfaktoren möglich war. Es ist aber zu beachten, dass die Grundlage für diese Hochrechnungsfaktoren aller Zählungen aus Städten aus der Deutschschweiz sind und die Grundlage damit ziemlich einseitig ist. Aufgrund der Analyse des MZMV, kann die Annahme getroffen werden, dass diese Hochrechnungsfaktoren in urbanen Gebieten der Deutschschweiz und der Romandie eingesetzt werden können. Die Analyse der Daten des MZMV zeigt aber auch, dass die Typenganglinien und Hochrechnungsfaktoren in Gemeinden unter 10'000 Personen und in der italienischen Schweiz nicht oder nur mit grösster Zurückhaltung anwendbar sind. Eine zukünftige Forschung sollte die hier errechneten Typenganglinien mit Zähldaten aus der Romandie und aus Agglomerationsgemeinden überprüfen. Für die italienische Schweiz und den ländlichen Raum müssen eigene Typenganglinien und Hochrechnungsfaktoren bestimmt werden. Dafür müsste dort auch ein Zählstellennetz errichtet werden. Für den ländlichen Raum wird dies wohl ohne kantonale oder nationale Förderung nicht geschehen, weil der Nutzen einer einzelnen Gemeinde im ländlichen Raum selten die Einrichtung einer Dauerzählstelle rechtfertigt.

Typenganglinien für spezielle Orte und Veranstaltungen

Mit der vorliegenden Forschungsarbeit konnten wichtige Typenganglinien und Hochrechnungsfaktoren erarbeitet werden. Neben den oben erwähnten fehlenden Ganglinien für die italienische Schweiz und ländliche Gemeinden, fehlen auch solche für spezielle Orte wie z. B. für Tourismusgebiete oder solche für (Gross-)Veranstaltungen. Daten für die Herleitung von Typenganglinien fehlen und müssten durch das Einrichten spezifischer Zählstellen erhoben werden.

Anhänge

I	Zähltechnologien	217
I.1	Charakteristiken der getesteten Zählgeräte	217

I Zähltechnologien

I.1 Charakteristiken der getesteten Zählgeräte

Die Angaben in den Tab. 94 bis Tab. 96 stammen von den Herstellern der Geräte im Jahr 2020.

Tab. 94 Charakteristiken von Infrarotkameras und Passiv-Infrarot-Geräten

	Infrarot-Kamera (Wärmebildkamera)	Infrarot-Kamera (Wärmebildkamera)	Passiv-Infrarot-Gerät
Einsatzorte - Testerhebungen	Zürich, Olten, Brugg	Luzern	Zürich, Basel, Olten, Solothurn
Hersteller/Anbieter	Universität Lausanne ab 2022: Nilousense (www.nilousense.ch)	EcoCounter	EcoCounter
Produktname	Nilousense IRview	Citix-IR	Pyro-Box Compact
Gewicht - Gerät - Batterie - Zubehör	0.975 kg	1.7 kg	2.7 kg
Abmessungen	220 x 135 x 105 mm Abmessungen neues Gerät ab 2022: 240 x 135 x 120 mm	140 x 133 x 80 mm	195 x 110 x 275 mm
Empfohlene Installationshöhe Gerät (Bereich)	2.5 m	2.2 - 4.8 m	0.8 m
Reichweite (für zuverlässige Datenerfassung des Fussverkehrs)	Max. 12 m	4.5 m	1 – 15 m
Stromzufuhr Betriebsdauer Batterie	Interne Batterie (hält bei dauernder Aufnahme max. 3 Tage, bei Bewegungsaktivierung 1-2 Wochen)	Stromanschluss notwendig mit Solarpanel ausrüstbar	Interne Batterie (hält ca. 2 Jahre)
Geräteinstallation durch Anbieter oder durch Anwender	Beides möglich	Anwender	Anwender
Einrichten und kalibrieren durch Anbieter oder durch Anwender	Beides möglich	Anbieter	Anwender
Installationsdauer inkl. einrichten und kalibrieren	0.5 h	2.5 h	0.25 h
Speicherort der Daten	Micro-SD-Karte, Übertragung mit speziellem Datentransfer-Programm	Im Gerät; Daten werden jede Nacht an Server des Anbieters übermittelt	Im Gerät; Daten werden jede Nacht an Server des Anbieters übermittelt
Eignung Zähldauer - projektbezogen (temporär) - periodisch (wiederkehrend temporär) - permanent	Temporär (projektbezogen/periodisch)	Temporär (projektbezogen/periodisch)	Projektbezogen (temporär) Periodisch Permanent
Kosten Gerät (exkl. MwSt.)	CHF 1'580	€ 3'250	€ 3'000.00 bis 4 m Erfassungsbreite € 3'600 bis 15 m Erfassungsbreite € 4'550 mit 2 Sensoren je bis 15 m Erfassungsbreite (Montage in Wegmitte)

Tab. 94 Charakteristiken von Infrarotkameras und Passiv-Infrarot-Geräten

	Infrarot-Kamera (Wärmebildkamera)	Infrarot-Kamera (Wärmebildkamera)	Passiv-Infrarot-Gerät
Kosten Zubehör / Beschreibung Zubehör (exkl. MwSt.)	–	–	–
Miete Gerät inkl. Zubehör pro Monat (exkl. MwSt.)	CHF 420	€ 850	€ 850
Kosten für Installation durch Anbieter (exkl. MwSt.)	Nach Aufwand (CHF 120 / Std.)	€ 980 (nur Unterstützung und Kalibrierung, Montage wird selber vorgenommen)	–
Kosten Datenmanagement (exkl. MwSt.)	CHF 0.40/h beim Kauf des Geräts sind 800 h Auswertung inbegriffen (Zähldauer von ca. 1 Monat) Bei Miete Auswertung inbegriffen	€ 300 / Jahr und pro Gerät	€ 300 / Jahr und pro Gerät
Beabsichtigte Weiterentwicklung der Geräte	2022: Neuer Auswertungsalgorithmus, Auswertung vor Ort mit Computer-Modul (kompatibel mit existierendem Gerät)	–	Neues kleineres Modell mit mehr Flexibilität bei der Übertragung (4x pro Tag bis Echtzeit möglich)
Neue Geräte voraussichtlich auf dem Markt ab	Revidierte Hardware ab 2022 auf dem Markt (aktuelle Hardware ist ein Prototyp)	–	Oktober 2020

Tab. 95 Charakteristiken von Video- und 3D-Kameras

	Video-Kamera	Video-Kamera	3D-Kamera	3D-Kamera
Einsatzorte	Zürich	Winterthur	Zürich, Basel, Luzern	Luzern
Hersteller/Anbieter	Miovision Technologies	SWISSTRAFFIC	EcoCounter	LASE
Produktname	Miovision Scout	swiss SCOUT	Citix-3D	PeCo SCX Outdoor
Gewicht - Gerät - Batterie - Zubehör	Teleskopmast und Kamera: 8.2 kg Kontrolleinheit samt interner Batterie: 10.9 kg Power Pack (Zusatzbatterie): 13.8 kg	Kamera: ca. 300 g an Teleskopantenne Batteriekasten ca. 10 kg	19.5 kg	0.750 kg
Abmessungen	Kontrolleinheit: 30 x 33 x 30 cm Teleskopmast: eingefahren: 137 x 36 x 20 cm ausgefahren: 600 x 36 x 20 cm	Kamera: Durchmesser ca. 3 cm; 8 cm Länge	1200 x 205 x 110 mm	380 x 88 x 74 mm
Empfohlene Installationshöhe Gerät (Bereich)	6 m mit Teleskopmast	3.5 – 7 m	5 – 7 m	6 – 9 m
Reichweite (für zuverlässige Datenerfassung des Fussverkehrs)	Bis 38 m	Max. 30 m	Max. 12 m	Fläche von 9.82 x 7.12 m um Sensor

Tab. 95 Charakteristiken von Video- und 3D-Kameras

	Video-Kamera	Video-Kamera	3D-Kamera	3D-Kamera
Stromzufuhr Betriebsdauer Batterie	Interne Batterie Standard Akkulaufzeit: 72 Std. Aufnahme Akkulaufzeit mit Power Pack: 168 Std. Aufnahme Standby: 8 Wochen	Stromanschluss oder Batterie (Batterie hält 2-8 Tage) Kann mit Solarpanel erweitert werden.	Stromanschluss notwendig	Stromanschluss oder Netzwerk (PoE) notwendig
Geräteinstallation durch Anbieter oder durch Anwender	Anwender	Anwender	AW Anwender	Beides möglich
Einrichten und kalibrieren durch Anbieter oder durch Anwender	Anwender	Anwender	Anbieter	Beides möglich (zur Einrichtung und Kalibrierung wird allerdings eine Schulung benötigt)
Installationsdauer inkl. einrichten und kalibrieren	10-15 Minuten	20 min pro Kamera vor Ort ca. 30 min für die Kalibrierung der mit den Videos verknüpften Zählzonen / Linien (Auswertung mit künstlicher Intelligenz)	2h (ohne Installation Stromanschluss)	1.5 h (ohne Installation Stromanschluss)
Speicherort der Daten	Lokal auf SD-Karte; 2 Slots à max. 32 GB = 14 Tage Video bei niedrigster Auflösung	Daten werden in Echtzeit auf Cloudserver des Anbieters oder via API auf Kundenserver übermittelt	Im Gerät; Daten werden alle 15 Min. an Server des Anbieters übermittelt	Im Gerät. Daten werden regelmässig per LTE-Router oder über das Kundennetzwerk auf Server des Anbieters übermittelt
Eignung Zähldauer - projektbezogen (temporär) - periodisch (wiederkehrend temporär) - permanent	Temporär (projektbezogen/peri odisch)	Projektbezogen (temporär) Periodisch	Permanent	Permanent
Kosten Gerät (exkl. MwSt.)	Standard Hardware, Software und Kundensupport: je nach Konfiguration € 4.000 - € 5.000 zusätzlich projektbezogene Auswertungskosten je nach Studienart	CHF 4'800.-	€ 8'400.00	€ 2'900
Kosten Zubehör / Beschreibung Zubehör (exkl. MwSt.)	Power Pack inkl. 32 GB SD-Karte: € 750 Dreibein Stativ: € 1000 Alle Ersatzteile lieferbar, Preis auf Anfrage	CHF 2'200 / 120 Ah Bitr-Pack für zusätzliche 6 Tage Autonomie CHF 830 / Transportkoffer	–	Ca. € 300, abhängig von gewünschter Halterung und den jeweiligen Kabellängen
Miete Gerät inkl. Zubehör pro Monat (exkl. MwSt.)	n.v.	nur als Dienstleistung	€ 1'400	€ 110 monatliche Miete (bei Abschluss eines 5- Jahresvertrages)
Kosten für Installation durch Anbieter (exkl. MwSt.)	n.v.	Auf Anfrage	Euro 980.00 (nur Unterstützung und Kalibrierung, Montage wird selber vorgenommen)	€ 890

Tab. 95 Charakteristiken von Video- und 3D-Kameras

	Video-Kamera	Video-Kamera	3D-Kamera	3D-Kamera
Kosten Datenmanagement (exkl. MwSt.)	Software zum Datenmanagement beim Kauf von Hardware inkludiert. Projektbezogene Auswertungskosten je nach Studienart, z. B. Fußgängerstudie (z. B. Zebrastreifen bidirektional): € 8.40 / Stunde Junction-Analyse (z. B. für mehrarmigen Zebrastreifen): € 12.60 / Stunde. Weitere Studien auf Anfrage	CHF 4'800.- für unbeschränkte Echtzeit-Auswertungen pro Jahr	€ 300 / Jahr und pro Gerät	€ 35 / Monat und pro Messlinie, jede weitere Messlinie € 15
Beabsichtigte Weiterentwicklung der Geräte	–	Personen-/Objekterkennung für FG- und Velo-OD	Leichteres System mit ca. 5 kg	–
Neue Geräte voraussichtlich auf dem Markt ab	–	Oktober 2020	Ende 2021	–

Tab. 96 Charakteristiken von Video-Kamera mit integrierter Auswertung, Laser und Bluetooth-/WiFi-Sensoren

	Kamera mit integrierter Auswertung	Laser	Laser	Bluetooth-/WiFi
Einsatzorte	Zürich	Basel, Luzern	Solothurn	Brugg
Hersteller/Anbieter	SWISSTRAFFIC	LASE	SWISSTRAFFIC	Universität Lausanne ab 2021: Nilousense (ab November 2020 www.nilousense.ch)
Produktname	swiss AI-Sensor (LTE, LoRa)	Peco LC 2.0	swiss LASER	Nilousense BTpath
Gewicht - Gerät - Batterie - Zubehör	Quader von 1,5 kg Stromanschluss oder Batteriekasten von ca. 9 kg	2.6 kg	Gerät: 3 kg Box Fester Anschluss, Solar oder Batteriekasten von ca. 9 kg	0.4 kg (ohne Batterie) 25 kg (mit Batterie)
Abmessungen	Quader von 250 mm x 220 mm x 130 mm ohne die Halterung	247 x 121 x 109 mm	296 x 178 x 209 mm Eventuell mit Solarpanel 1,5 x 0,7m / Batteriekasten B40xH60xT25	600 x 300 x 480 mm (im Batteriebetrieb) 90 x 60 x 30 mm (mit Stromanschluss)
Empfohlene Installationshöhe Gerät (Bereich)	3.5 – 8 m	4 – 20 m	3.5 m – 4 m	grundsätzlich flexibel, meist ca. 10 cm über Boden. Auch auf den Boden stellen ist ok.
Reichweite (für zuverlässige Datenerfassung des Fussverkehrs)	Max. 30 m	Je nach Anstellwinkel max. 40 m	bis 5 m Wegbreite	Etwa 20 m

Tab. 96 Charakteristiken von Video-Kamera mit integrierter Auswertung, Laser und Bluetooth-/WiFi-Sensoren

	Kamera mit integrierter Auswertung	Laser	Laser	Bluetooth-/WiFi
Stromzufuhr Betriebsdauer Batterie	Stromanschluss 24/7 oder Nachtstrom mit Batterie (Batterie hält 2 Tage) Stromversorgung: 7-32V DC oder 85-264V AC Energieverbrauch: 13 Watt (Spitze 19 Watt)	Stromanschluss notwendig	Stromanschluss 230V oder Externe Stromversorgung mit Batterien und Solarpanelen notwendig. Stromversorgung: 12 oder 24V Energieverbrauch: 400 mA (Spitze 2A)	Interne Batterie (hält ca. 2 Wochen)
Geräteinstallation durch Anbieter oder durch Anwender	Anwender	Beides möglich	Anwender	Beides möglich
Einrichten und kalibrieren durch Anbieter oder durch Anwender	Anwender	Beides möglich (zur Einrichtung und Kalibrierung wird allerdings eine Schulung benötigt)	Anwender	Beides möglich
Installationsdauer inkl. einrichten und kalibrieren	30 min pro Sensor ca. 30min für die Kalibrierung der Zählzonen / Linien	1.5 h (ohne Installation Stromanschluss)	1h pro Sensor inkl. Kalibration 45min für Installation Solarpanel und Batteriepack pro Sensor 30min Zusatzkalibration bei Installationen mit mehreren Sensoren	0.5 h + bei Wandbefestigung Bohrhaken montieren (+ 0.5h)
Speicherort der Daten	Daten werden in Echtzeit auf Cloudserver des Anbieters oder via API auf Kundenserver übermittelt	Im Gerät (bis zu drei Monate). Daten werden regelmässig per LTE-Router auf Server des Anbieters übermittelt	Daten werden in Echtzeit auf Cloudserver des Anbieters oder via Push auf Kundenserver übermittelt	Transfer per SIM-Karte oder Ethernet-Netzwerk auf Server
Eignung Zähldauer - projektbezogen (temporär) - periodisch (wiederkehrend temporär) - permanent	Permanent	Permanent	Projektbezogen (temporär) Periodisch Permanent	Temporär im Batteriebetrieb Permanent mit Stromanschluss
Kosten Gerät (exkl. MwSt.)	CHF 4100	€ 4'300	CHF 3500	CHF 340 (nur Zählgerät) CHF 850 (komplett ausgerüstet für Batteriebetrieb, mit Batterie und Batteriekofer)
Kosten Zubehör / Beschreibung Zubehör (exkl. MwSt.)	CHF 190 / LoRa-Modul CHF 1200-2200 verschiedene Bttr-Packs	Ca. € 750, abhängig von gewünschter Halterung und den jeweiligen Kabellängen	CHF 750 Solarkit CHF 1300 60 Ah Batterie	Ersatz-Batterie: CHF 260 Kosten für SIM-Karten-Übertragung: 15 CHF / Monat
Miete Gerät inkl. Zubehör pro Monat (exkl. MwSt.)	nur als Dienstleistung	€ 150 monatliche Miete (bei Abschluss eines 5-Jahresvertrages)	nur als Dienstleistung	CHF 160 nur Zählgerät CHF 330 pro Gerät bei Batteriebetrieb
Kosten für Installation durch Anbieter (exkl. MwSt.)	Auf Anfrage	€ 890	Auf Anfrage	Nach Aufwand (CHF 120 / Std.)

Tab. 96 Charakteristiken von Video-Kamera mit integrierter Auswertung, Laser und Bluetooth-/WiFi-Sensoren

	Kamera mit integrierter Auswertung	Laser	Laser	Bluetooth-/WiFi
Kosten Datenmanagement (exkl. MwSt.)	CHF 660 / Jahr	€ 35 / Monat	CHF 500 / pro Jahr	-
Beabsichtigte Weiterentwicklung der Geräte	Personen-/Objekterkennung für FG- und Velo-OD	LC 3.0 (Klassifizierung Personen / Fahrradfahrer/ Autos	Software-Updates laufend	2022: integrierte Kalibrierung möglich
Neue Geräte voraussichtlich auf dem Markt ab	Oktober 2020	2022	2021	ab 2021 auf dem Markt (aktuelle Hardware ist ein Prototyp)

Glossar

Begriff	Bedeutung
DNWV	Durchschnittlicher Nicht-Werktagesverkehr
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
DWV	Durchschnittlicher Werktagesverkehr
FG	FussgängerIn
LSA	Lichtsignalanlage
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MZMV	Mikrozensus „Mobilität und Verkehr“, 2015
öV	öffentlicher Verkehr
SBB	Schweizerischen Bundesbahnen
SN	Schweizer Norm
SVI	Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten
VBZ	Verkehrsbetriebe Zürich
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute
Wochentage	
Mo	Montag
Di	Dienstag
Mi	Mittwoch
Do	Donnerstag
Fr	Freitag
Sa	Samstag
So	Sonntag

Literaturverzeichnis

Normen

- [1] VSS 40 005 Verkehrserhebungen: Ganglinien und durchschnittlicher werktäglicher Verkehr (2019).
- [2] VSS 40 241 Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr; Fussgängerstreifen (2019).

Dokumentation

- [3] Agglo St. Gallen – Bodensee (2016): Agglomerationsprogramm St. Gallen-Bodensee, 3. Generation, Umsetzungshorizont 2019-2022, Hauptbericht. St. Gallen.
- [4] Alta (2009): National bicycle and pedestrian documentation project. Automatic count technology overview.
- [5] Berg W., Stöcklin M. (1985): Zeitliche Gesetzmässigkeiten im Strassenverkehr (Ganglinien). Im Auftrag des Bundesamtes für Strassen ASTRA. Zürich und Basel.
- [6] Berg W., Troxler K. (2000): Aktualisierung der Gangliniennorm SN 640 005. Forschungsauftrag VSS 04/99, Schriftenreihe, 461, Bundesamt für Strassen, ASTRA, Bern.
- [7] Bernard M., Axhausen K.W. (2009): Überprüfung der schweizerischen Ganglinien. VSS 2006/201.
- [8] Bernardino J., Lopes M., Lozzi G., Stoycheva D., Živanović P. (2016): Walking and Cycling Tracking for Planning. Information and guidelines on using tracking data for mobility planning.
- [9] BFS/ARE Bundesamt für Statistik und Bundesamt für Raumentwicklung (2017): Verkehrsverhalten der Bevölkerung. Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015. Neuchâtel.
- [10] Boku, Universität für Bodenkultur Wien (2019): Machbarkeitsstudie Passantenzählung in Wien. Endbericht. AutorInnen: Pfaffenbichler, P., Meschick, M., Fanning, C., Sauter D.; im Auftrag der Wirtschaftskammer Wien, Wien.
- [11] Bortz J. (1979): Lehrbuch der Statistik. Für Sozialwissenschaftler. Berlin, Heidelberg, New York.
- [12] Bu F., Chan C.-Y., Marco D., Zhang W.-B. (2005): Pedestrian Detection for Transit Bus Platforms. 12th World Congress on Intelligent Transportation Systems.
- [13] Danalet A. (2013): Quand le WiFi se met au service du réseau piétonnier. Flash Informatique EPFL, (2), 3-7.
- [14] Dubuis A. (2013): Umgang mit grossen Fussgängermengen. Vertiefungsprojekt MSE Public Planning. HSR Technikum Rapperswil.
- [15] Eady J. (Éd.) (2014): Measuring walking: a guide for councils. Melbourne: Victoria Walks. <http://www.victoriawalks.org.au/measuring/>.
- [16] FLOW (2017): Furthering Less Congestion by creating Opportunities for more Walking and cycling. <http://h2020-flow.eu> (Zugriff 8.12.2017).
- [17] Fussverkehr Schweiz (2015a): Pour que la marche compte - Les systèmes de comptages piétons et leurs applications.
- [18] Fussverkehr Schweiz (2015b): Qualität von öffentlichen Räumen Methoden zur Beurteilung der Aufenthaltsqualität.
- [19] Gasser Ph., Zhang C., Mortreux Ch., Nguyen My H., Delgado J.C., Bierlaire, M., Flamm, M. (2017): Makroskopische Modellierung des Fuss- und Veloverkehrs. SVI-Bericht 2014/001.
- [20] Gehl Institute, City of San Francisco, Copenhagen Municipality, Seattle Department of Transportation, Gehl (2017): The Open Public Life Data Protocol. Version: Beta.
- [21] Grün Stadt Zürich (2020): Dokumentation zu Grün Vernetzt. Svoboda F., Winkler R., 7.5.2020.
- [22] Heidemann C. (1966): Gesetzmässigkeiten städtischen Fussgängerverkehrs. Braunschweig.
- [23] Infodev (2013): Comparative analysis of counting technologies. <https://web.archive.org/web/20170821113419/https://www.infodev.ca/en/about/read-our-articles/comparative-analysis-of-counting-technologies.html>.
-

-
- [24] Jolicœur M., Handfield G., Carpentier L. (2009): Guide de comptages des piétons et des cyclistes. Vélo Québec Association. Montréal.
-
- [25] Kanton Basel-Stadt (2017): Verkehrsstatistik Fussgänger, Januar-Dezember 2017.
-
- [26] Kittelson und Associates, Ryan Snyder Associates, Los Angeles County Bicycle Coalition (2013): Conducting Bicycle and Pedestrian Counts. A Manual for Jurisdictions in Los Angeles County and Beyond. Southern California Association of Governments.
-
- [27] Kuutti J., Blomqvist K., Sepponen R. (2014): Evaluation of Visitor Counting Technologies and Their Energy Saving Potential through Demand-Controlled Ventilation. *Energies* 7, Nr. 3 (21. März 2014): 1685–1705. <https://doi.org/10.3390/en7031685>.
-
- [28] Meteo Schweiz (2018): Klimabulletin Frühling 2018. <http://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/klima-der-schweiz/monats-und-jahresueckblick.html>. (Zugriff 30.8.2021).
-
- [29] Ministère wallon de l'équipement et des transports (2008): Des comptages. Pourquoi? Comment? La CeMathèque, dossier thématique, Namur.
-
- [30] Monheim R (1999): Methodische Gesichtspunkte der Zählung und Befragung von Innenstadtbesuchern. In: Heinritz G. (Hrsg.): Die Analyse von Standorten und Einzugsbereichen. Methodische Grundfragen der geographischen Handelsforschung. Passau.
-
- [31] Pestalozzi C. und Kirsch U. (2016): Automatische Fussverkehrszählungen im Kanton Basel-Stadt: Messstellennetz als Grundlage für ein zuverlässiges Monitoring. In *Strasse und Verkehr* 5/2016, S. 28-36.
-
- [32] Rossmerkel M. (2017): Ganglinien des Fussverkehrs. Studienarbeit Technische Universität Dresden.
-
- [33] Rudl T. (2014): WLAN-Tracking unter iOS 8 weiterhin möglich. *heise.de* (blog), 27. September 2014. <https://www.heise.de/mac-and-i/meldung/WLAN-Tracking-unter-iOS-8-weiterhin-moeglich-2404719.html> (Zugriff 8. März 2021)
-
- [34] Sauter D. (2009): Automatische Zählsysteme zur Erfassung des Fussverkehrs – Übersicht und Bewertung.
-
- [35] Sauter D. (2011): Erfahrungsbericht zu automatischen Fussgänger- und Velozählgeräten im Rahmen des Monitoring Erholung Unterer Limmatraum 2010. Im Auftrag v. Grün Stadt Zürich.
-
- [36] Sauter D. (2016a): Auswertung der automatischen Fussgänger- und Velozählungen. Alle Jahresauswertungen von 2010 bis 2015. Im Auftrag von Grün Stadt Zürich.
-
- [37] Sauter D. (2016b): Internationaler Datenstandard für den Fussverkehr: Den Fussverkehr in Mobilitätshebungen besser abbilden. In *mobilogisch!* 3/2016.
-
- [38] Sauter D. (2017): Fuss- und Veloverkehr entlang der Thur in Wattwil. Ergebnisse der automatischen Zählungen Sommer 2017. Im Auftrag des Kantons St. Gallen.
-
- [39] Scherer M. (2012): Fussgängerzählungen, Stadt Luzern, Brücken im Altstadtbereich. Tiefbauamt Stadt Luzern.
-
- [40] Schneider S. und Hirzel D. (2015): Forschungsbündel Erhebung verkehrsplanerischer Grundlagedaten: Teilprojekt 2: Methoden der Verkehrsbeobachtung. VSS 2009/102.
-
- [41] Seewer U. (1992): Fussgängerverkehr Berner Innenstadt: Teil 2: Ausgewählte Methoden zur Erfassung des Fussgängerverkehrs in städtischen Räumen. Literaturübersicht und Hinweise für die praktische Anwendung. Bern.
-
- [42] Sensorio (o.J.): Technologies. <http://www.sensorio.be/fr/applications/technologies/>. (Zugriff 15. August 2014).
-
- [43] Shatu F., Yigitcanlar T., Bunker J. (2019): Shortest path distance vs. least directional change: Empirical testing of space syntax and geographic theories concerning pedestrian route choice behaviour. *Journal of Transport Geography*, Volume 74, January 2019, Pages 37-52. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692318303867>.
-
- [44] Stadt Zürich (2012): Mobilität in Zahlen 2012/3 – Verkehrszählungen.
-
- [45] Stadt Zürich (2019): Fahrgastzahlen VBZ 2019. https://data.stadt-zuerich.ch/dataset/vbz_fahrgastzahlen_ogd. (Zugriff 30.8.2021).
-
- [46] Stadt Zürich (2018/2019): Daten der automatischen Fussgänger- und Velozählung 2018 und 2019. https://data.stadt-zuerich.ch/dataset/ted_taz_verkehrszahlungen_werte_fussgaenger_velo. (Zugriff 30.8.2021).
-
- [47] TRACE (2017): Walking and Cycling Tracking Services. <http://h2020-trace.eu> (Zugriff 10.12.2018).
-

-
- [48] Transport for London (2007): Automatic Pedestrian Counting Trials, Stage Two Trials - Final Report. London.
- [49] Transports Intelligents (o.J.): Capteurs. <http://www.transport-intelligent.net/technologies/capteurs-77/> (Zugriff 15. August 2014).
-
- [50] Velokonferenz Schweiz (2016): Nur was gezählt wird, zählt!. Info Bulletin 1/2016, Sondernummer zu Veloverkehrszählungen.
-
- [51] Widmer P., Aemisegger Ph., Ruesch M., Moreni G., Wagner M., Axhausen K.W. (2016): Anforderungen an zukünftige Mobilitätsenerhebungen. SVI-Bericht 2011/015.
-
- [52] Zweibrücken K., Sauter D., Schweizer Th., Stäheli A., Beaujean K. (2005): Erhebung des Fuss- und Veloverkehrs. Forschungsprojekt SVI 2001/503.
-

Piloterhebungen

-
- [53] Erhebung des Fuss- und Veloverkehrs auf der Kreuzackerbrücke in Solothurn und auf der Alten Aare Brücke in Olten – Vergleich von unterschiedlichen Erhebungstechnologien; Kanton Solothurn, Amt für Verkehr und Tiefbau; August 2020 (www.svi.ch)
-
- [54] Fussgängerströme Bahnhofplatz Winterthur – Erhebung von Fussgängerströmen auf einem grossflächigen Platz durch Videotechnologie und automatisierte Auswertung; Stadt Winterthur, Tiefbauamt; Februar 2021 (www.svi.ch)
-
- [55] Zählung des Fussverkehrs in der Gerbergasse – Vergleich von unterschiedlichen Erhebungstechnologien; Kanton Basel-Stadt, Amt für Mobilität; September 2020 (www.svi.ch)
-
- [56] Zählung des Fussverkehrs an Fussgängerstreifen am Beispiel Limmatplatz – Vergleich von unterschiedlichen Erhebungstechnologien; Stadt Zürich, Dienstabteilung Verkehr; November 2020 (www.svi.ch)
-
- [57] Zählung des Fussverkehrs in der Stadt Luzern: Seebrücke, Schwanen- und Löwenplatz – Vergleich von unterschiedlichen Erhebungstechnologien; Stadt Luzern, Tiefbauamt; Mai 2020 (www.svi.ch)
-
- [58] Zählung des Fussverkehrs Bahnhof Brugg: Erhebung der Fussgängerströme in den Personenunterführungen durch Anwendung der Bluetooth- und WiFi-Technologie; Kanton Aargau, Juli 2021 (www.svi.ch)
-
- [59] Konzept zur Bestimmung eines Zählstellennetzes für den Fussverkehr in der Agglomeration St. Gallen; Stadt und Kanton St. Gallen, Oktober 2021 (www.svi.ch)
-

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: 25.10.2021

Grunddaten

Projekt-Nr.: SVI 2017/009
 Projekttitel: Empfehlungen zur Zählung des Fussverkehrs
 Enddatum: 31.01.2022

Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Die Forschung hat verschiedene Technologien zur Zählung des Fussverkehrs mit Testerhebungen evaluiert und anhand von erhobenen Zählungen, Daten von Dauerzählstellen und der Mikrozensushebung typisierte Ganglinien und Hochrechnungsfaktoren berechnet. Welche Methode sich zur Zählung des Fussverkehrs eignet, ist von vielen Faktoren abhängig: Welche Fragestellung soll beantwortet werden? Reicht eine Abschätzung über das tägliche Verkehrsaufkommen, wird eine Tages-, Wochen- oder Jahresganglinie benötigt oder soll die Entwicklung des Fussverkehrs über eine längere Zeit (Monitoring) erhoben werden? Sind weitere Merkmale wie Alter und Geschlecht der Fussgänger und Fussgängerinnen zu erfassen? Auf welche Art ist eine Installation von automatischen Zählgeräten möglich?

Für eine kurze Erhebungsdauer von einigen Stunden ist die Erhebung von Hand die effizienteste Methode, die auch genügend genaue Ergebnisse liefert. Soll dennoch ein automatisches Zählgerät eingesetzt werden, so ist auf eine einfache Montage, Geräte mit Batteriebetrieb und solche mit einer direkten Übertragung und Auswertung der Daten zu achten. Dies ist z. B. mit einem pyroelektrischen Gerät gewährleistet. Mit den im Rahmen der Forschung entwickelten Hochrechnungsfaktoren lässt sich auch aus einer Zählung von kurzer Dauer der durchschnittliche tägliche (Werk-)Tagesverkehr bestimmen.

Für mittlere und lange Erhebungsdauern ab einem Tag stehen verschiedene Zähltechnologien auf dem Markt zur Verfügung. Je nach Situation und Aufgabenstellung eignen sich pyroelektrische Sensoren, Laserscanner, 3D-, Wärmebild- und Video-Kameras. Entscheidend für die Wahl der Technologie sind u. a. die Fragestellung, die gewünschten Ergebnisse, die Montage- und Stromanschlussmöglichkeiten vor Ort. Grundsätzlich ist beim Einsatz eines automatischen Zählgerätes eine Kontrollzählung von Hand während rund drei Stunden erforderlich, um die Daten des Geräts zu kalibrieren. Die Daten der automatisch ausgewerteten Aufnahmen von Videokameras lassen sich jedoch kaum kalibrieren, da die Fehler meist nicht systematisch, sondern abhängig von Licht- und Wetterverhältnissen auftreten. Zur Erfassung und Darstellung von Gehlinien eignen sich Videoaufnahmen, sofern eine entsprechende Auswertungssoftware vorliegt, oder Bluetooth-/WiFi-Sensoren. Bei der Anordnung letzterer ist besonders darauf zu achten, dass keine "fremden" Signale von Personen in Fahrzeugen oder dem öffentlichen Verkehr erfasst werden.

Erhebungen über eine mittlere und lange Zeitdauer erlauben besser validierte Ergebnisse, eine Darstellung von Ganglinien (Tag, Woche, Jahr) oder das Aufzeigen von Entwicklungen des Fussverkehrs (langfristiges Monitoring). Um diese Entwicklung in einer Gemeinde zu verfolgen, sind oft mehrere Zählstandorte erforderlich. Dazu ist zu definieren, ob die allgemeine Entwicklung des Fussverkehrs beobachtet werden soll oder diejenige von einzelnen Verkehrszwecken oder bestimmten Gebieten. Die Wahl der Zählstandorte kann meistens durch genügende Ortskenntnisse erfolgen. In Städten und der Agglomeration lohnt sich allenfalls der Bezug von statistischen Daten (z. B. Mikrozensus).

Eine Analyse der Daten von 32 Dauerzählstellen aus dem Kanton Basel-Stadt und den Städten Zürich, Biel und St. Gallen der Jahre 2018 und 2019 zeigt, dass sich die Ganglinienmuster über den Tag, über die Woche und das Jahr in 6 verschiedene Typen einteilen lassen. Für jeden Typ wurden Hochrechnungsfaktoren errechnet und die jeweiligen relativen Fehler bestimmt. Die Analyse zeigt, dass sich die hergeleiteten Faktoren gut dafür eignen, um die Werte von Kurzzeitzählungen auf den Tagesverkehr sowie mittels Korrektur des Wochentags und Monats auf einen DTV und DWV hochzurechnen.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Zielerreichung:

Die Ziele der Forschung wurden erreicht. Die heute auf dem Markt erhältlichen und für die Fussverkehrszählung im Siedlungsraum geeigneten Technologien wurden getestet. Hier ist allerdings anzumerken, dass einerseits je Technologie meist nur ein Gerät eines Anbieters getestet werden konnte und andererseits sich einige Geräte und Auswertungstechnologien noch in Entwicklung befanden. Die gewonnen Erkenntnisse und Empfehlungen sind dennoch im Grundsatz richtig, doch muss die technologische Entwicklung laufend beobachtet werden. Dies gilt insbesondere hinsichtlich der Zuverlässigkeit der Datenerfassung, der automatischen Auswertung von optischen Kameras und der Auswertung von Gehlinien. Offen bleibt, wie Konflikte und der Aufenthalt automatisch erfasst und ausgewertet werden können, was allerdings nicht direkt mit der Zählung des Fussverkehrs zu tun hat, jedoch ebenfalls interessante Fragestellungen in der Praxis sind. Durch Auswertung verschiedener Zähldaten und der Daten des Mikrozensus konnten typische Ganglinien für verschiedene Verkehrszwecke hergeleitet werden. Dies ermöglichte das Bestimmen von Hochrechnungsfaktoren, um aus Zählungen von kurzer Dauer den durchschnittlichen Tagesverkehr zu ermitteln.

Folgerungen und Empfehlungen:

Das Ergebnis der Forschung zeigt, welche automatischen Zählgeräte je nach Fragestellung, Dauer der Erhebung und weiteren Kriterien empfohlen werden. Dies stellt eine wichtige Grundlage dar, damit Zählungen des Fussverkehrs vermehrt eingesetzt werden, sei es zur Beobachtung der Entwicklung des Fussverkehrs, für die Planung und Projektierung oder für die Wirkungskontrolle von Projekten und Massnahmen. Darüber hinaus dienen die typisierten Ganglinien wie auch die Hochrechnungsfaktoren dazu, Zählungen des Fussverkehrs mit kurzer Dauer besser einordnen zu können. Die erarbeiteten Empfehlungen können damit direkt in der Praxis angewendet werden.

Publikationen:

Empfehlungen zur Zählung des Fussverkehrs, Forschungsprojekt SVI 2017/009,
Pestalozzi C., Bucheli D., Sauter D. et al., ASTRA, Januar 2022

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Pestalozzi

Vorname: Christian

Amt, Firma, Institut: Pestalozzi & Stäheli GmbH, 4052 Basel

Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:

FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Formular Nr. 3: Projektabschluss

Beurteilung der Begleitkommission:

Beurteilung:

Mit der vorliegenden Forschungsarbeit wurde das Thema: "Empfehlungen zur Erhebung des Fussverkehrs" untersucht. Besonders wertvoll ist die Evaluation verschiedener, am Markt erhältlicher Technologien zur Zählung des Fussverkehrs mit Testerhebungen sowie die anhand von erhobenen Zählungen, Daten von Dauerzählstellen und der Mikrozensushebung typisierten Ganglinien und Hochrechnungsfaktoren. Beide Bereiche weisen einen hohen Praxisbezug aus und können für verschiedene Fragestellungen seitens der Involvierten (Gemeinden, Kantone, Planungsbüros etc.) relativ einfach herangezogen werden. Der fundierte Forschungsbericht ist sehr ausführlich, wobei Einleitung und Schluss jedes Kapitels eine gute Hilfestellung für eine abgekürzte Lektüre geben. Die relevanten Inhalte und Ergebnisse der umfangreichen Arbeiten werden sehr gut abgebildet.

Umsetzung:

Insgesamt ist zu erwarten, dass Erhebungen des Fussverkehrs unter Beizug der Forschungsarbeit zielgerichteter und präziser erfolgen können. Zudem werden Hochrechnungen aufgrund der ermittelten Ganglinien einfacher und systematischer erfolgen. Wer eine konkrete Fragestellung hat, findet in der Forschungsarbeit eine Anleitung, wie vorzugehen ist.

weitergehender Forschungsbedarf:

In einzelnen Teilbereichen ist weitergehender Forschungsbedarf notwendig (Details vgl. Forschungsarbeit):

- Konfliktanalysen und Erhebung des Aufenthalts
- Typenganglinien für den ländlichen Raum und die italienische Schweiz

Generell handelt es sich beim Forschungsbereich "automatisierte Zählungen Fussverkehr" um einen jungen Forschungsbereich, in dem noch viel Forschungsdynamik und Entwicklungspotential vorhanden ist. Es kann sinnvoll sein, in einigen Jahren die aktuellen Technologien nochmals grundsätzlich zu überprüfen.

Einfluss auf Normenwerk:

Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: Baker

Vorname: Julian

Amt, Firma, Institut: Kontextplan AG

Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission:

