

Empfehlungen zur Zählung und Hochrechnung des Fussverkehrs

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.



Abb. 1: Testerhebung am Löwenplatz in Luzern mit 3D-Kameras

Für die eilige Leserschaft

In der Forschungsarbeit «Empfehlungen zur Zählung des Fussverkehrs» wurden verschiedene Technologien zur Zählung des Fussverkehrs untersucht. Dazu wurden Testerhebungen mit unterschiedlichen Fragestellungen in verschiedenen Städten und

Kantonen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Testerhebungen sind in separaten Berichten dokumentiert (Link zu den Berichten auf der SVI-Webseite). Die Tests haben gezeigt, dass die Fragestellung zwar vor Beginn einer Erhebung geklärt sein muss, für die

Impressum

Herausgeber:

SVI Schweizerische Vereinigung der Mobilitäts- und Verkehrsfachleute
www.svi.ch

Verfassende des Merkblattes:

Christian Pestalozzi, Pestalozzi & Stäheli GmbH
Daniel Sauter, Urban Mobility Research
Dominik Bucheli, Fussverkehr Schweiz

Genehmigung:

Dieses Merkblatt wurde am 09.05.2023 durch den Vorstand der Schweizerische Vereinigung der Mobilitäts- und Verkehrsfachleute genehmigt und zur Veröffentlichung frei gegeben.

Das Merkblatt darf unter Angabe der Quelle vollständig oder auszugsweise kopiert und in Unterlagen sowie Berichte eingefügt werden.

Wahl der Zählmethode jedoch die Dauer der Erhebung massgebend ist. Für kurze Zählungen von einigen Stunden ist die manuelle Erfassung in vielen Fällen die beste Methode. Für Erhebungen von der Dauer eines Tages oder länger stehen verschiedene Technologien zur Verfügung. Die Gerätewahl erfolgt in Abhängigkeit der Fragestellung, des gewünschten Erfassungsbereichs (Querung, Trottoir, Platz) sowie der Möglichkeit für Montage und Stromversorgung.

Darüber hinaus wurden in der Forschung vorhandene Daten von Dauerzählstellen und vom Mikrozensus «Mobilität und Verkehr» ausgewertet. Daraus konnten sechs typische Ganglinien, wie z. B. Freizeit, Einkaufsachse oder Pendlerverkehr, abgeleitet werden (s. Abb. 6). Für diese sechs Typenganglinien wurden Hochrechnungsfaktoren ermittelt, um aus Kurzzeit-Zählungen des Fussverkehrs die Tageswerte (Durchschnittlicher Tagesverkehr DTV bzw. Durchschnittlicher Werktagverkehr DWV) zu berechnen. Gleichzeitig konnte ermittelt werden, an welchen Wochentagen und zu welchen Zeiten Kurzzeitzählungen durchgeführt werden sollten, um möglichst verlässliche Tageswerte zu erhalten.

Erhebungsdauer als massgebender Faktor für die Technologiewahl

Um zu beurteilen, welche Technologie für welche Art der Erhebung geeignet ist, werden drei Zähl dauern unterschieden. Die erforderliche Zähl dauern leitet sich aus dem Datenbedarf der jeweiligen Fragestellung ab. Bei kurzen Erhebungen sollte der Aufwand für die Installation klein sein und das Zählgerät sollte mit Batterie oder Solarpanel betrieben werden können. Je länger die Zählung dauert umso eher lohnen sich ein grösserer Installationsaufwand und das Einrichten einer externen Stromversorgung.

Die meisten Technologien können auch in Mischverkehrssituationen den Fussverkehr zählen. Bei einigen Produkten ist dies jedoch nur in Verbindung mit einer zweiten Technologie möglich.

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

Abb. 2: Erhebungsdauer in Abhängigkeit des Datenbedarfs

Kurze Erhebungsdauer

Kurzerhebungen sind für Abschätzungen des Fussverkehrsaufkommens geeignet, z. B. auf Trottoirs oder zur Klärung der Frage, ob ein Fussgängerstreifen nach Norm zulässig ist. Dafür eignen sich manuelle Zählungen oder das manuelle Auswerten von Videodaten. Manuelle Methoden haben den Vorteil, dass zusätzliche Merkmale erfasst werden können (z. B. das Alter oder das Geschlecht). Dank der entwickelten Hochrechnungsfaktoren und Typenganglinien können die Daten aus Kurzerhebungen im urbanen Raum in der Deutschschweiz und in der Romandie auf das Tagesaufkommen hochgerechnet werden. In der italienischen Schweiz sowie in Agglomerations- und Landgemeinden sind bisher nur wenige bzw. keine permanenten Fussverkehrszählungen bekannt, weshalb für diese Gebiete verlässliche Hochrechnungsfaktoren noch fehlen.

Mittlere Erhebungsdauer

Eine Zählung mit mittlerer Erhebungsdauer dient z. B. der Erfolgskontrolle von Projekten oder als erweiterte Grundlage für die Planung. Eine mittlere Erhebungsdauer ist zudem dann angezeigt, wenn die Zählstelle keiner Typenganglinie zugeordnet werden kann oder wenn keine Typenganglinien vorhanden sind (z. B. in der italienischen Schweiz oder in kleineren bzw. ländlichen Orten). Bei Zählungen mit einer mittleren Erhebungsdauer zwischen einem und vierzehn Tagen lohnt sich der Aufwand zur Installation von Zählgeräten. Mit Batterie oder Solarpanels betriebene Geräte sind für diese Erhebungsdauer zu bevorzugen.

Längere Erhebungsdauer

Dauerzählstellen eignen sich dazu, die langfristige Entwicklung des Fussverkehrs zu beobachten oder die Wirksamkeit von Massnahmen längerfristig zu überprüfen. Alle Technologien mit einer automatischen Auswertung der Daten im Sensor sind dafür geeignet. Ebenfalls einsetzbar sind pyroelektrische Sensoren, Infrarotkameras, stereooptische und optische Kameras sowie Laserscanner. Die meisten Technologien sollten ans Stromnetz angeschlossen werden. Für Dauerzählstellen ohne Stromanschluss kann nur der pyroelektrische Sensor empfohlen werden.

	Erhebungsdauer kurz (2-12 Stunden)	Erhebungsdauer mittel (1-14 Tage)	Erhebungsdauer lang
Querschnitt	<ul style="list-style-type: none"> • Manuelle Zählung • Manuelle Auswertung von Videodaten • Pyroelektrischer Sensor (kein Mischverkehr) • Automatisierte Auswertung von Videodaten (im optischen oder Infrarotbereich) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pyroelektrischer Sensor (kein Mischverkehr) • Automatisierte Auswertung von Videodaten (im optischen oder Infrarotbereich) • Kamera mit integrierter Auswertung¹ • Laserscanner¹ 	<ul style="list-style-type: none"> • Pyroelektrischer Sensor (Mischverkehr nur in Kombination mit anderer Zähltechnologie) • Laserscanner¹ • Stereooptischer Sensor¹ • Kamera mit integrierter Auswertung
Kleinräumige Gehlinien	<ul style="list-style-type: none"> • Manuelle Zählung • Manuelle Auswertung von Videodaten • Automatisierte Auswertung von Videodaten (im optischen oder Infrarotbereich) 	<ul style="list-style-type: none"> • Automatisierte Auswertung von Videodaten (im optischen oder Infrarotbereich) • Kamera mit integrierter Auswertung¹ 	<ul style="list-style-type: none"> • Stereooptischer Sensor¹ • Kamera mit integrierter Auswertung¹
Persönliche Merkmale	<ul style="list-style-type: none"> • Manuelle Zählung • Manuelle Auswertung von Videodaten 	<p>Wegbeziehungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bluetooth/WiFi 	

¹ Batteriebetrieb aktuell nicht möglich

Abb. 3: Empfohlene Technologien in Abhängigkeit der Erhebungsdauer und des Erfassungsbereichs

Erfassen von Gehlinien und Wegbeziehungen sowie Konfliktanalyse

Das Erfassen von Gehlinien und Wegbeziehungen erfordert eine kurze bis mittlere Erhebungsdauer. Für das Erfassen von klein-räumigen Gehlinien eignen sich sowohl optische wie auch stereooptische Kameras. Bluetooth- und WiFi-Tracking können ebenfalls zur Analyse von Wegbeziehungen eingesetzt werden. Die Herausforderung besteht darin, Erhebungsstandorte zu definieren, an denen nur Geräte (z. B. Smartphones) von zu Fuss Gehenden erfasst werden. Ansonsten gestaltet sich die Zuordnung zu unterschiedlichen Verkehrsmitteln schwierig.

Für die automatisierte Erfassung von Pulkbildungen bei einer Fussgänger-LSA und von Konfliktanalysen konnten die getesteten Sensoren nicht überzeugen. Hier besteht noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf.



Abb. 4: Wärmebildkamera zur Kalibrierung der Bluetooth-/WiFi-Daten, Testerhebung am Bahnhof Brugg

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. Zählungen mit einem systematischen Fehler lassen sich mittels Kontrollzählungen gut kalibrieren.

Dazu sind manuelle Kontrollzählungen von etwa 3 Stunden notwendig. Daten aus einer automatisierten Auswertung von optischen Videodaten weisen unsystematische Fehler auf und können deshalb nicht kalibriert werden. Hier lohnen sich Testerhebungen, um zu prüfen, ob die verwendete Software mit den Bildern der eingesetzten Kamera genügend genau arbeitet.

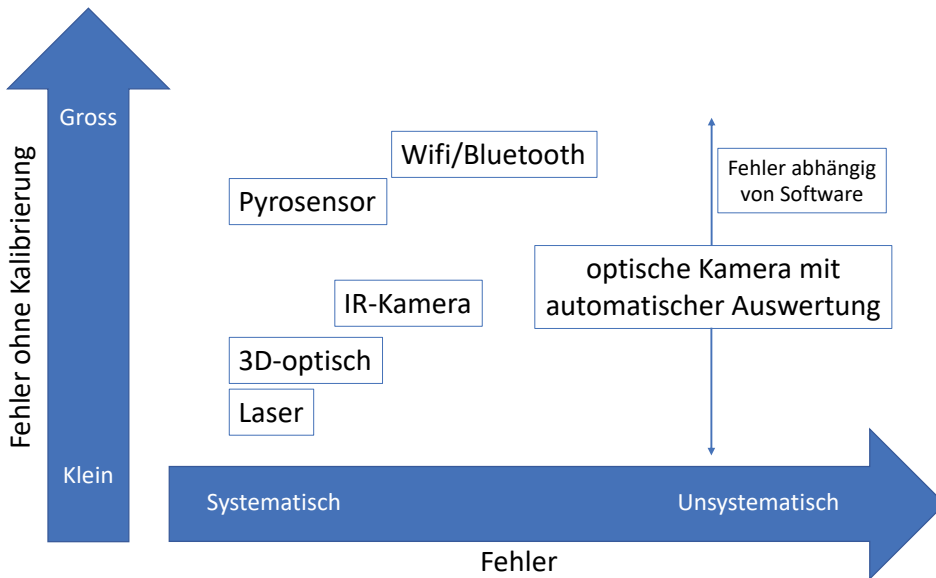


Abb. 5: Genauigkeit der verschiedenen Zähltechnologien

Hochrechnen von Zähldaten

Typenganglinien:

Für die Erarbeitung von Typenganglinien und Hochrechnungsfaktoren wurde eine detaillierte Analyse der Daten des Mikrozensus und von Zählungen durchgeführt. Die Analyse zeigt, dass sich die Ganglinienmuster über den Tag, die Woche und das Jahr in sechs verschiedene Typen einteilen lassen. Die Typen können zum einen nach Aktivität (Haupt-Wegzweck) und zum andern nach Örtlichkeit unterschieden werden. Je nach Typ steht die eine oder

andere Bedeutung im Vordergrund. Die Resultate der Auswertungen gelten in erster Linie für grössere Städte in der Deutschschweiz und wahrscheinlich auch für die Romandie. In der italienischen Schweiz sowie in Agglomerations- und Landgemeinden sind bisher nur wenige bzw. keine permanenten Fussverkehrszählungen bekannt, weshalb für diese Gebiete die Datengrundlagen für definitive und zuverlässige Aussagen fehlen.

Typ	Haupt-Wegzwecke
Typ 1: Freizeit – Naherholung	Spazieren, Joggen, Ausflüge usw.
Typ 2: Einkaufsachse Innenstadt (in grösseren Städten)	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	Arbeit/Ausbildung, Einkauf und etwas Freizeit
Typ 5: Quartierachsen mit lokaler Versorgung	Arbeit/Ausbildung, Einkauf und etwas Freizeit
Typ 6: Zugänge zu Ausgehmeilen in grösseren (Innen-)Städten	Freizeit (Gastronomie, Unterhaltung usw.), Arbeit/Ausbildung sowie Einkauf

Abb. 6: Beschreibung der sechs Typenganglinien

Für den Typ 1 und den Typ 3 sind nachfolgend die typischen Ganglinien dargestellt.

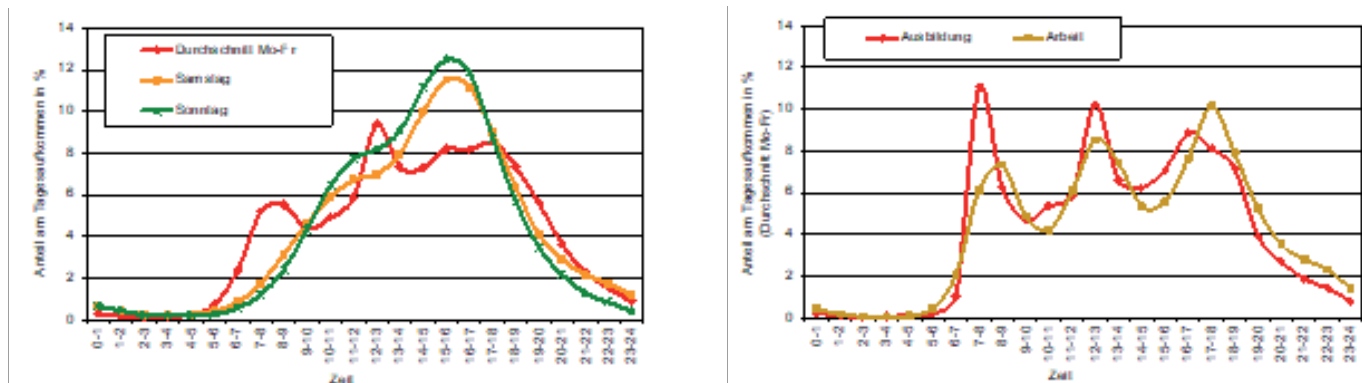


Abb. 7: Typenganglinien für Typ 1 Freizeit-Naherholung (links) und Typ 3 Pendlerverkehr (rechts)

Hochrechnungsfaktoren

Für die 6 Typen wurden Hochrechnungsfaktoren und die jeweiligen relativen Fehler bestimmt. Diese Faktoren eignen sich, um die Werte von Kurzzeitzählungen auf den Tagesverkehr sowie mittels Korrektur des Wochentags und Monats auf einen DTV und DWV hochzurechnen. Die besten Erhebungszeiten für die Hochrechnung auf den Tagesverkehr liegen bei den meisten Typen an Werktagen zwischen 16 und 18 Uhr. Die Wochentage zwischen Dienstag und Donnerstag sind am besten geeignet für eine Zählung, da sie tendenziell ein mittleres Werktagaufkommen aufweisen. Am Montag ist dieses etwas niedriger, am Freitag etwas höher. Der Freitag weist zudem in einigen Fällen leicht abweichende Tagesverläufe auf. Trotzdem ist an diesem Wochentag der relative Fehler oft am geringsten, weshalb der Freitag ebenfalls für eine Hochrechnung verwendet werden kann. Der Samstag ist im Allgemeinen für eine Hochrechnung 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. Eine Ausnahme bilden die Typen „Freizeit-Naherholung“ und „Zugänge zu Ausgehmeilen“, bei denen der Sommer jeweils ein höheres Aufkommen als die anderen Jahreszeiten aufweist.

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 und 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 moto-

risierten oder des öffentlichen Verkehrs. Entsprechend sind die Typen und Werte als Idealverläufe zu sehen. Jede Zählstelle ist im Hinblick auf eine Hochrechnung sorgfältig auszuwählen.

Vorgehen für eine Kurzerhebung mit Hochrechnung

Vor der Zählung

Vor einer Zählung ist die Hauptnutzung des zu zählenden Querschnittes abzuschätzen. Dies erfolgt normalerweise mittels kurzer Beobachtung vor Ort. Die Beobachtung wird mit der Ganglinie des bestpassenden Typs verglichen. Lässt sich der Querschnitt keinem Typ zuordnen, wird als Referenz die Ganglinie über alle Typen (ohne Typ 1 «Freizeit-Naherholung») verwendet.

In einem zweiten Schritt kann ermittelt werden, welche Tageszeiten und Wochentage sich für den jeweiligen Typ am besten für eine kurzzeitige Erhebung mit anschließender Hochrechnung eignen (s. Abb. 8). Es sind dies vorzugsweise Stunden und Tage, die einen geringen relativen Fehler oder einen hohen Anteil am Tagesaufkommen aufweisen.

Nach der Zählung

Im Anschluss an die Zählung können die Daten mit den Hochrechnungsfaktoren auf den Tagesverkehr hochgerechnet werden («Hochrechnungsfaktor Tag» s. Abb. 8). 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.

Zur Korrektur des Wochentags wird in einem nächsten Schritt der Tageswert mit dem «Hochrechnungsfaktor Wochentag» bzw. «Hochrechnungsfaktor

Typ	empfohlene Zählstunden	Hochrechn.-faktor Tag	Relativer Fehler *	optimaler Wochentag	Hochrechn.-faktor Wochentag	Hochrechn.-faktor Werktag	Relativer Fehler *
Typ 1	16-19 Uhr	4.2	21%	Donnerstag	1.12	1.02	28%
Typ 2	16-18 Uhr	5.7	13%	Dienstag	1.05	1.05	14%
Typ 3	17-19 Uhr	5.8	18%	Dienstag	0.89	0.99	11%
Typ 4	16-18 Uhr	5.4	11%	Dienstag	0.90	0.99	8%
Typ 5	16-18 Uhr	5.9	13%	Donnerstag	0.94	1.00	10%
Typ 6	16-18 Uhr	6.4	10%	Donnerstag	0.97	0.97	10%
Typ 2-6	16-19 Uhr	4.0	13%	Dienstag	0.93	1.00	12%
Typ 2-6	16-19 Uhr	4.0	13%	Donnerstag	0.92	0.99	12%

* Die Prozentwerte geben den relativen Fehler auf dem Niveau von 68% an. Das heisst, 68% der Zählwerte befinden sich innerhalb dieses Bereichs.

Abb. 8: Empfohlene Zählstunden und Wochentage sowie deren Hochrechnungsfaktoren

Werktag» multipliziert und damit auf einen mittleren Wochen- bzw. Werktag hochgerechnet. In einem weiteren Schritt erfolgt die Korrektur des Monats. Hier wird der Wert aus dem zweiten Schritt mit dem monatlichen Hochrechnungsfaktor multipliziert und damit auf den DTV bzw. den DWV umgerechnet.

Beispiel

Im Monat März soll eine Querschnittszählung in einem Quartierzentrum durchgeführt 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 Abb. 8 für den Typ 4 «Orts- und Quartierzentren mit öV-Bedeutung» eignet sich eine Erhebungszeit von 16-18 Uhr für eine Hochrechnung am besten. Als besten Wochentag wählen wir den Dienstag. In den beiden Stunden von 16-18 Uhr werden an diesem Dienstag im März 300 Personen gezählt.

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. Für die Berechnung des mittleren Wochen- bzw. Werktags werden die 1'620 Personen mit dem Faktor 0.90 bzw. 0.99 multipliziert. Daraus resultiert ein Aufkommen an einem mittleren Wochentag von 1'460 und ein mittleres Werktagaufkommen von 1'600 Personen. Der Fehlerbereich für den Dienstag liegt bei 8%.

Der durchschnittliche Wochen- bzw. Werktagewert muss noch mit dem Monatsfaktor korrigiert werden. Für den Monat März und Typ 4 werden die DTV- und DWV-Werte 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. Der Fehlerbereich für die Monatskorrektur beträgt 5%. Der kombinierte Fehler aus Stunden-, Wochentag- und Monatskorrektur beträgt somit $\sqrt{0.11^2 + 0.08^2 + 0.05^2} = 14\%$. Das heisst, der DTV liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 68% zwischen 1'170 und 1'550 beziehungsweise der DWV zwischen 1'280 und 1'700 Personen.

Empfehlungen zur Zählung und Hochrechnung des Fussverkehrs

SVI - Merkblatt 2024/02

Grundlagen

Empfehlungen zur Zählung des Fussverkehrs
(Januar 2022, SVI 2017/009, FB 1720)

www.mobilityplatform.ch

Pestalozzi & Stäheli GmbH:
Christian Pestalozzi

Urban Mobility Research:
Daniel Sauter

Fussverkehr Schweiz:
Dominik Bucheli