

Zählung des Fussverkehrs in der Stadt Luzern: Seebrücke, Schwanen- und Löwenplatz

Vergleich von unterschiedlichen Erhebungstechnologien



Schlussbericht

Verfasser: Daniel Sauter, Urban Mobility Research, Zürich

Zürich, Mai 2020

**Piloterhebung im Rahmen des Forschungsprojektes SVI 2017/009
Empfehlungen zur Zählung des Fussverkehrs**

Impressum

- Titel:** Zählung des Fussverkehrs in der Stadt Luzern: Seebrücke, Schwanen- und Löwenplatz. Vergleich von unterschiedlichen Erhebungstechnologien.
Piloterhebung im Rahmen des SVI-Forschungsprojekts 2017/009
„Empfehlungen zur Zählung des Fussverkehrs“
- Auftraggeber:** Tiefbauamt der Stadt Luzern
- Autor:** Daniel Sauter, Urban Mobility Research, Mühlebachstrasse 69, 8008 Zürich
daniel.sauter@urban-mobility.ch
- Fotos:** Wo nichts anderes vermerkt: Daniel Sauter, Urban Mobility Research
- Fachliche Unterstützung:** Milena Scherer, Martin Urwyler, Martin Luternauer, Tiefbauamt der Stadt Luzern
- Copyright ©:** Urban Mobility Research und Stadt Luzern, Mai 2020

Inhaltsverzeichnis

1. Projektbeschreibung.....	4
1.1 Ausgangslage und Ziel	4
1.2 Aufbau des Berichts	4
2. Seebrücke.....	5
2.1 Rahmenbedingungen der Zählung.....	5
2.2 Kontrollzählungen/Kalibrierung – Genauigkeit der Geräte.....	7
2.3 Ergebnisse – Fussverkehrsaufkommen auf der Seebrücke	9
2.4 Vergleich mit den Erhebungen 2012 und 2017	14
2.5 Aufwand, Erfahrungen und Erkenntnisse – ein Fazit.....	16
3. Schwanenplatz	19
3.1 Rahmenbedingungen der Zählung.....	19
3.2 Kontrollzählungen/Kalibrierung – Genauigkeit der Geräte.....	21
3.3 Ergebnisse – Fussverkehrsaufkommen am Schwanenplatz	27
3.4 Aufwand, Erfahrungen und Erkenntnisse – ein Fazit.....	33
4. Löwenplatz	39
4.1 Rahmenbedingungen der Zählung.....	39
4.2 Kontrollzählungen/Kalibrierung – Genauigkeit der Geräte.....	41
4.3 Ergebnisse – Fussverkehrsaufkommen am Löwenplatz	47
4.4 Aufwand, Erfahrungen und Erkenntnisse – ein Fazit.....	51
5. Anhang.....	56
5.1 Medienmitteilung der Stadt Luzern vom 23. August 2019	56
5.2 Tagesaufkommen am Schwanenplatz über alle Erhebungstage.....	57
5.3 Tagesaufkommen am Löwenplatz über alle Erhebungstage	58
5.4 Kriterienliste.....	59
5.5 Projektbeschreibung der Forschung	60
5.6 Bilder der Installations- und Demontagearbeiten	62

1. Projektbeschreibung

1.1 Ausgangslage und Ziel

Zurzeit fehlen schweizweit zuverlässige Angaben über geeignete Technologien zur automatischen Erfassung des Fussverkehrs, insbesondere in komplexeren Umgebungen. Mit dem SVI-Forschungsprojekt 2017/009 „Empfehlungen zur Zählung des Fussverkehrs“ werden Grundlagen und Empfehlungen zur Durchführung von solchen automatischen Fussgängerzählungen erarbeitet (siehe Projektbeschreibung im Anhang). Hierzu werden in Zusammenarbeit mit verschiedenen Städten, Gemeinden und Kantonen Tests mit unterschiedlichen Technologien vorgenommen, um deren Eignung (Vor- und Nachteile) sowie die Einsatzbedingungen zu prüfen. Zusammen mit der Stadt Luzern wurden vier Technologien an der Seebrücke sowie am Schwanen- und Löwenplatz getestet.

Das Fussgängeraufkommen über die Brücken in der Luzerner Innenstadt wurde durch temporäre Zählungen schon wiederholt erhoben. Auf der Seebrücke soll nun ein geeignetes System erprobt werden, welches sich als permanente Zählstelle eignet. Entlang der Hauptachse gibt es zudem mehrere stark frequentierte, Lichtsignalgesteuerte Fussgängerstreifen. Von Interesse ist hier zum einen das Aufkommen im Durchschnitt und zu Spitzenzeiten sowie der Zusammenhang zwischen Fussgängermengen, Wartezeit, Personenströmen und -dichten sowie Aussagen zu Auswirkungen bei verschiedenen Umlaufzeiten auf ebendiese Grössen.

Das Vorgehen für die Erhebung an den drei Pilotorten Seebrücke, Schwanen- und Löwenplatz war grundsätzlich jeweils das Gleiche: Abklärung der geeigneten Gerätestandorte, Installation, Erhebung inkl. Kontrollzählung gefolgt von Datenaufbereitung und Auswertung.

Abbildung 1: Zählstellen im Pilotprojekt Luzern: Seebrücke (beide Seiten), Schwanen- und Löwenplatz



Quelle Luftbilder: Stadtplan Luzern (<https://map.stadtluzern.ch/citymap>)

1.2 Aufbau des Berichts

In diesem Bericht werden die Erhebungsorte einzeln dargestellt beginnend mit den Zählungen auf der Seebrücke in Kapitel 2, gefolgt von jenen am Schwanenplatz in Kapitel 3 und am Löwenplatz in Kapitel 4. In jedem Kapitel werden zuerst die Ausgangslage und das Ziel der Zählung geschildert und es werden technische Angaben zu den eingesetzten Geräten und deren Installation gemacht. Anschliessend wird die Genauigkeit der Geräte im Vergleich zu den Kontrollzählungen beurteilt. Zudem werden allfällige Kalibrierungsfaktoren bestimmt. Es folgt die Darstellung der Zählergebnisse mit dem Fussverkehrsaufkommen nach unterschiedlichen Kriterien (Tagesganglinien, Tagestotal sowie Richtungsanteile). Abgeschlossen werden die Kapitel mit einem Fazit zu Aufwand, Erfahrungen und Erkenntnissen und es werden Empfehlungen abgegeben.

2. Seebrücke

2.1 Rahmenbedingungen der Zählung

2.1.1 Ausgangslage und Ziel der Zählung

Das Fussgängeraufkommen über die Brücken in der Luzerner Innenstadt wurde durch temporäre Zählungen schon wiederholt erhoben. Im Hinblick auf die Einrichtung einer permanenten Zählstelle wurden im Pilotprojekt auf der Seebrücke zwei Zählsysteme evaluiert und miteinander verglichen.

2.1.2 Technische Angaben zu den eingesetzten Geräten und deren Installation

Auf der Seeseite der Brücke wurde eine Infrarotkamera (Citix IR) der Firma EcoCounter installiert und auf der Reussseite ein Lasergerät (Peco LC 2.0) der Firma LASE Peco Systemtechnik GmbH. Die beiden (montierten) Geräte sind untenstehend abgebildet. EcoCounter ist eine französische Firma aus Lannion (siehe <https://www.eco-compteur.com/de>), die Firma LASE ist im deutschen Wesel domiziliert (siehe www.lase-peco.com).

Die Citix-IR basiert auf passiver Infrarot-Technologie, d.h. die Personen werden mittels Wärmebild erfasst. Beim Laser wird ein fürs menschliche Auge unsichtbarer Lichtimpuls (im Infrarotbereich) in kleinsten Einheiten gesendet und die Reflektion vom Gerät ausgewertet. Die Erfassungshöhe ist einstellbar. Für mehr Details zu den Technologien siehe den Hauptbericht des Forschungsprojekts.

Abbildung 2: Fotos der beiden Zählgeräte: links die Infrarotkamera Citix-IR der Firma EcoCounter, rechts der Laser 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 fand am Donnerstag, 22. August 2019 statt und 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 EcoCounter 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 (siehe Bild unten).

Das Infrarotgerät kann nur eine Wegbreite von rund 4 Metern abdecken (im Prospekt wird eine Breite bis 4.5m) angegeben. Das Trottoir auf der Seebrücke ist rund 4.5 Meter breit. Wir entschieden uns, den Test trotz der nicht optimalen Voraussetzungen bei der Erfassungsbreite durchzuführen, um die Technologie grundsätzlich beurteilen zu können.

Abbildung 3:
Installation des Lasers
mittels einer Hebebühne



Auf der Reuss-Seite wurde während der Installation und bei den Kontrollzählungen festgestellt, dass im Erfassungsbereich des Lasers auch einzelne Besuchergruppen mitgezählt werden, welche von der Seebrücke aus die Altstadt fotografieren, die Brücke aber nicht überqueren. Für eine Dauerzählung würde der Standort etwas gegen die Brückenmitte verschoben.

Tabelle 1: Übersicht über die eingesetzten Geräte und die physischen Rahmenbedingungen

	Seite See	Seite Reuss
Gerätetyp	Infrarot Citix-IR der Firma EcoCounter	Laser Peco LC 2.0 der Firma LASE
Breite des Querschnitts	4.5m	4.5m
Installationshöhe Gerät	4m	6m
Gewicht & Abmessungen	1.7 kg / 140 x 133 x 80 mm	2.6 kg / 247 x 121 x 109 mm
Installation durch	Stadt Luzern mit Unterstützung einer Fachperson der Firma EcoCounter	Techniker der Firma LASE zusammen mit der Stadt Luzern
Installationsdauer*	1 Std plus Kalibrierung ca. 1.5 Std.	1 Std plus Kalibrierung ca. 45 Min.
Besonderheiten	Die Erfassungsbreite war gerätebedingt auf ca. 4 Meter beschränkt. Damit wurde ein Teil entlang des Strassenrandes nicht erfasst.	Besuchergruppen wurden mitgezählt, welche von der Seebrücke aus nur fotografieren, diese aber nicht überqueren.

* Beide Geräte benötigten eine externe Stromversorgung. Die dafür notwendigen Kabel wurden von der Stadt Luzern bereits vorgängig bis zu den Kandelabern gezogen. Das Citix-IR-Gerät ist an sich auch mit einem Nachtstrom-Element oder einer Solarversorgung erhältlich; darauf wurde in diesem Test allerdings verzichtet.

Abbildung 4: Fotos der fertig installierten Zählgeräte auf der Seebrücke



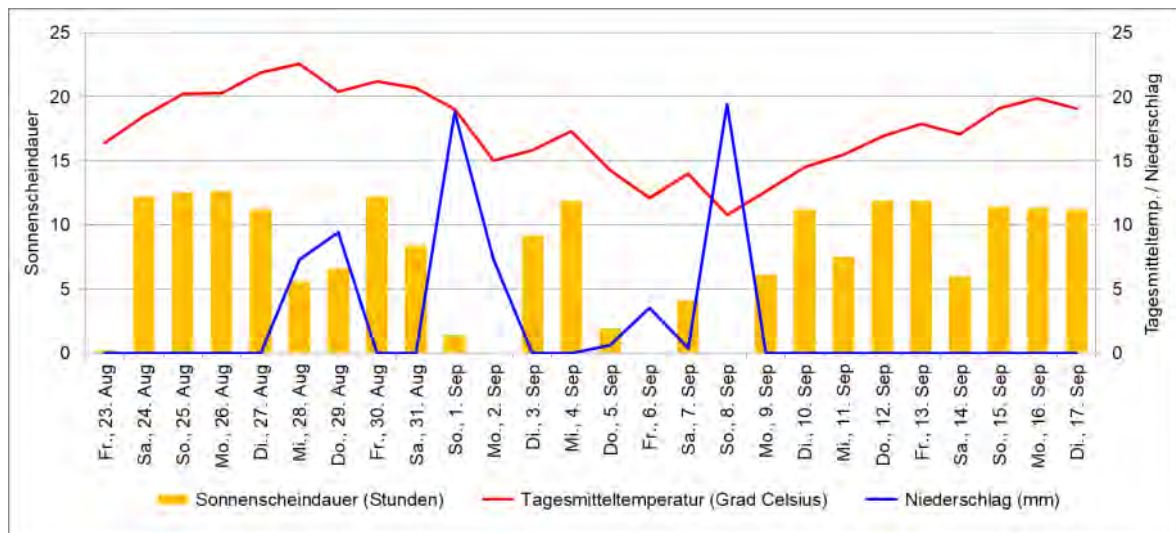
Auf den Beginn der Zählung hin (23. August 2019) hat die Stadt Luzern eine Medienmitteilung zu den Tests der Zählgeräte veröffentlicht. Damit war die Bevölkerung informiert. Gemäss Aussagen der Stadt gab es jedoch keine Rückmeldungen darauf. Die Medienmitteilung ist im Anhang angefügt.

2.1.3 Dauer der Zählung und Wetter

Die Zählungen auf der Seebrücke 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.

Das Wetter war grösstenteils sonnig und warm. Nur an den beiden Sonntagen, 1. und 8. September war es sehr regnerisch (je rund 19 mm Niederschlag) mit keiner oder nur wenig Sonne. Zudem betrug die mittlere Tagestemperatur am Sonntag, 8. September nur rund 11 Grad, der Höchstwert lag bei für die Jahreszeit kühlen 13 Grad. Die Wetterauswirkungen werden in Punkt 2.3.5 thematisiert.

Abbildung 5: Wetterkennwerte während der Erhebungszeit



2.2 Kontrollzählungen/Kalibrierung – Genauigkeit der Geräte

Am Mittwoch 28. August 2019 wurde zwischen 14.15 Uhr und 18.45 Uhr für je drei halbe Stunden pro Brückenseite eine Kontrollzählung durchgeführt. Auf der Seeseite wurde zudem am Mittwoch, 18. September 2019 von 11.45 Uhr bis 12.45 Uhr eine weitere Stunde kontrollgezählt. Insgesamt liegen so für die Seeseite 2.5 Stunden (10 x ¼ Stunde) und für die Seite Reuss 1.5 Stunden (6 x ¼ Stunde) Kontrollzählungen vor. Anzumerken ist, dass auch manuelle Zählungen, v.a. bei hohem Aufkommen fehlerbehaftet sind, und sie deshalb hier nur als Richtwerte und nicht als „absolute Wahrheit“ betrachtet werden.

2.2.1 Seite See: Infrarotgerät (Citix-IR)

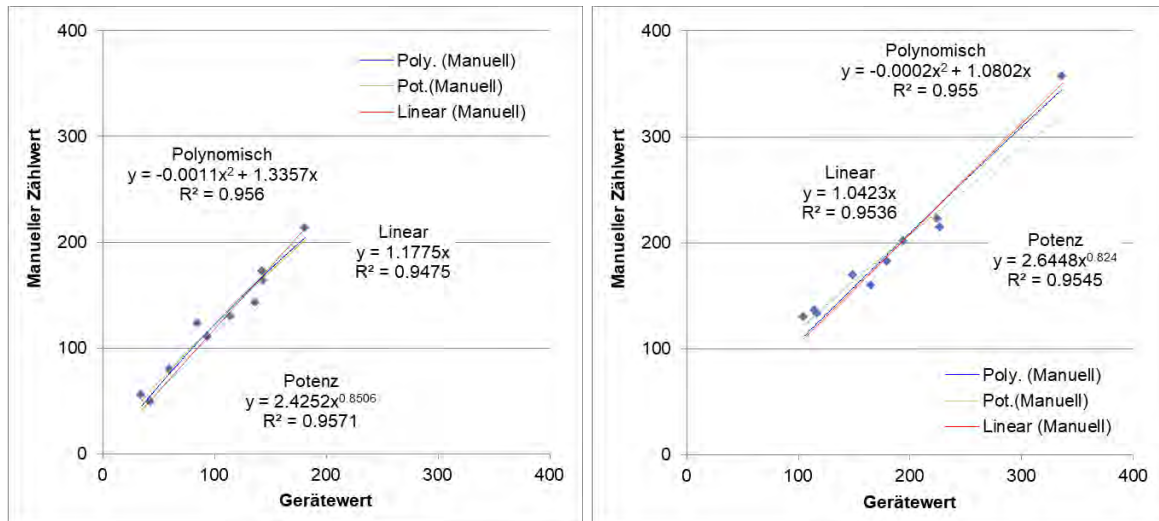
Auf der Seeseite (Infrarotgerät) resultierte insgesamt eine Unterzählung von 11%. In Richtung Bahnhof war sie mit 20% deutlich höher als in Richtung Altstadt/Schweizerhofquai mit 6%. Der Unterschied lässt sich dadurch erklären, dass aufgrund des auch im Fussverkehr vorherrschenden Rechtsverkehrs die meisten Menschen Richtung Bahnhof entlang der Strassenkante gingen, wo das Infrarotgerät nur einen Teil abgedeckt hat. Demgegenüber wurden in Richtung Altstadt/Schweizerhofquai die meisten Menschen erfasst.

Die Unterzählung ist in beiden Richtungen aufgrund der oben geschilderten Situation relativ konsistent, was die hohen Werte des R^2 andeuten (siehe folgende Abbildung). In beiden Richtungen werden rund 95% der Varianz erklärt¹. Zwischen den verschiedenen Typen (linear, polynomisch bzw. Potenz) sind die Differenzen gering. Aufgrund dieser Ausgangslage lassen sich die vorhan-

¹ Wie gut die manuelle und die automatische Zählung übereinstimmen wird geprüft, indem alle Werte in einem Streudiagramm dargestellt werden. Durch die entstehende Punktwolke wird eine Linie gelegt, welche den Zusammenhang bestmöglich abbildet. Diese Linie wird normalerweise als linearer Zusammenhang (Regressionstyp) dargestellt, seltener auch als polynomischer oder als Potenz. Das R^2 ist ein Gütemass zur Beschreibung des jeweiligen Zusammenhangs. Sein Wert liegt immer zwischen 0 (=0%, d.h. kein Zusammenhang) und 1 (=100%, d.h. grösstmöglicher Zusammenhang). Je höher also der Wert, desto grösser und konsistenter ist der Zusammenhang zwischen den zwei Variablen. Das R^2 ist dabei der Anteil der Varianz der abhängigen Variablen (hier des Gerätewerts), der durch die unabhängige Variable (hier der manuelle Zählwert) erklärt wird. Deshalb spricht man auch von der erklärten Varianz.

denen Werte relativ gut hochrechnen. Es wurde dementsprechend in Richtung Bahnhof ein linearer Hochrechnungsfaktor von 1.1775 und in Richtung Altstadt/Schweizerhofquai ein solcher von 1.0423 angewendet.

Abbildung 6: Statistische Kennwerte des Vergleichs von manueller und Gerätezählung auf Seite See (Infrarotgerät): linke Darstellung: Richtung Bahnhof, rechts: Richtung Altstadt/Schweizerhofquai

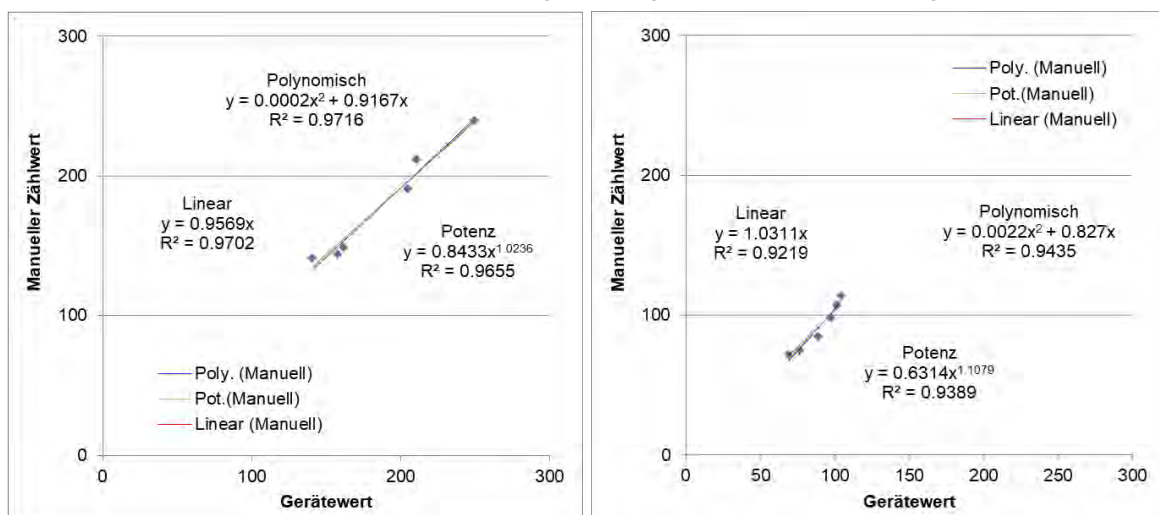


2.2.2 Seite Reuss: Laser (Peco LC 2.0)

Das Lasergerät auf Seite Reuss war sehr genau. In Bezug auf die manuelle Zählung wurde nur eine Abweichung (Überzählung) von 2% registriert. Dabei ist nochmals festzuhalten, dass auch eine manuelle Kontrollzählung durchaus Fehler enthalten kann. Zudem ist die Genauigkeit bei einem Vergleich auf Viertelstundenbasis immer auch eine Frage davon, ob die Uhren des Zählgeräts und jene der manuell Zählenden genau gleich ticken bzw. der Übergang von einer Viertelstunde auf die nächste gleichzeitig verläuft. In Richtung Bahnhof wurde eine Überzählung von 5% gezählt, in Richtung Altstadt eine Unterzählung von 3%.

Auch auf der Seite Reuss ist die erklärte Varianz sehr hoch – in Richtung Bahnhof bei rund 97%, in Richtung Altstadt bei rund 94%. Eine längere Kontrollzählung hätte vor allem Richtung Altstadt weitere Werte bei höherem und niedrigem Aufkommen erbracht und hätte so eine noch genauere Aussage zum R^2 ermöglicht. Auch wenn das Zählgerät eine sehr genaue Erfassung garantiert und eine Kalibrierung von daher nicht notwendig wäre, wurde der Einheitlichkeit halber für jede Richtung ein linearer Hochrechnungs-(Multiplikations)faktor angewandt: 0.9569 in Richtung Bahnhof und 1.0311 in Richtung Altstadt.

Abbildung 7: Statistische Kennwerte des Vergleichs von manueller und Gerätezählung auf Seite Reuss (Laser Peco LC 2.0): linke Darstellung: Richtung Bahnhof, rechts: Richtung Altstadt



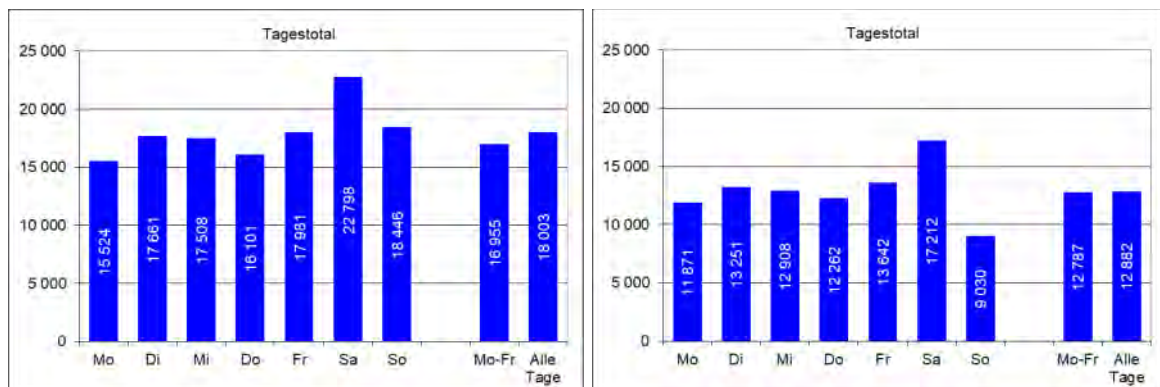
2.3 Ergebnisse – Fussverkehrsaufkommen auf der Seebrücke

2.3.1 Tagesaufkommen und -ganglinien nach Brückenseite

Das Tagesaufkommen ist auf der Seite See deutlich höher als auf der Seite Reuss: über alle Tage gesehen, sind es auf der Seeseite rund 18'000 Personen auf der Reussseite knapp 13'000 Personen. Auf beiden Seiten wird an den Samstagen die höchste Zahl an PassantInnen registriert, auf der Seeseite sind es 22'800 und auf der Reussseite 17'200 Personen. Der Sonntag ist auf Seite Reuss markant tiefer als an den anderen Wochentagen während auf der Seeseite am Sonntag nach dem Samstag das zweithöchste Aufkommen gezählt wird.

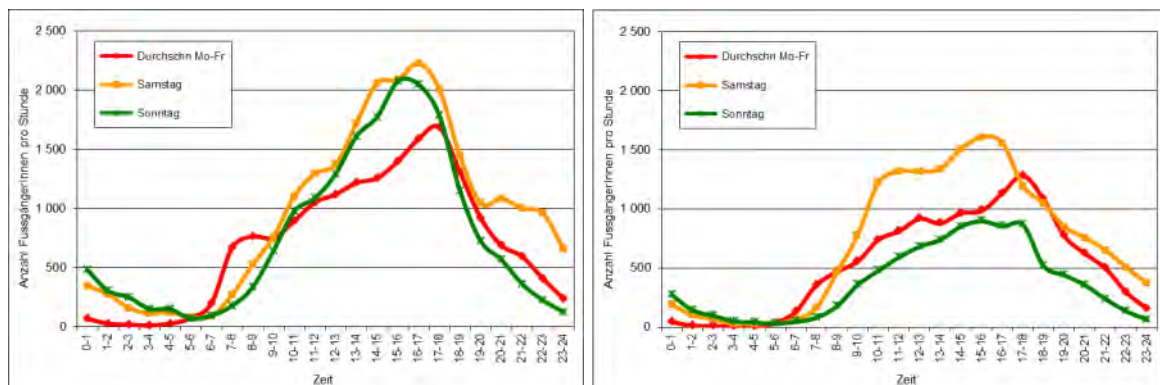
Die Sonntage sind im Vergleich zu den anderen Wochentagen vermutlich etwas unterschätzt, da das Wetter an zwei von vier Sonntagen besonders schlecht war (1. und 8. September 2019). Umgekehrt war es an den Tagen unter der Woche überdurchschnittlich sonnig.

Abbildung 8: Tagesaufkommen auf der jeweiligen Brückenseite; links: Seite See; rechts: Seite Reuss



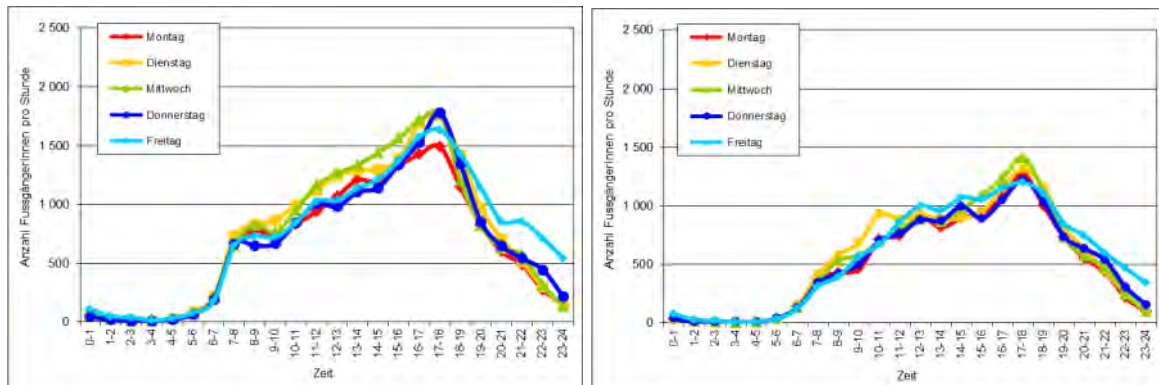
Die Tagesganglinien der beiden Seiten über die Woche unterscheiden sich in einigen Punkten: So steigt die Linie auf der Seeseite an den Werktagen (Mo-Fr) morgens zwischen 6 und 8 Uhr stark an, was auf einen grösseren Anteil des Pendlerverkehrs hindeutet. Am Samstagabend ist auf dieser Seite zwischen 19 und 23 Uhr eine konstant hohe Zahl von rund 1'000 Personen unterwegs – auf der Seite Reuss nimmt das Aufkommen am Samstagabend hingegen kontinuierlich ab. Dafür liegt es zwischen 10 und 16 Uhr auf einem relativ konstanten Niveau zwischen 1'300 und 1'600 Personen. Das Aufkommen über den Tag ist am Sonntag auf der Seeseite mit Ausnahme des Abends relativ ähnlich wie am Samstag. Demgegenüber ist es auf der Seite Reuss an Sonntagen wesentlich niedriger als an den Samstagen.

Abbildung 9: Tagesganglinien (Durchschnitt Mo-Fr, Sa, So); links: Seite See; rechts: Seite Reuss



Zwischen Montag bis Freitag sind die Unterschiede im Tagesverlauf gering – und das auf beiden Brückenseiten. Einzelne Abweichungen dürften eher auf zufälligen Gegebenheiten während der Erhebungszeit beruhen als auf einer systematischen Abweichung. Die einzig deutliche Abweichung ist der Freitagabend, an denen auf beiden Seiten das Aufkommen deutlich grösser ist als an den übrigen Werktagen. Auf der Seeseite ist dies noch etwas markanter als auf der Reussseite.

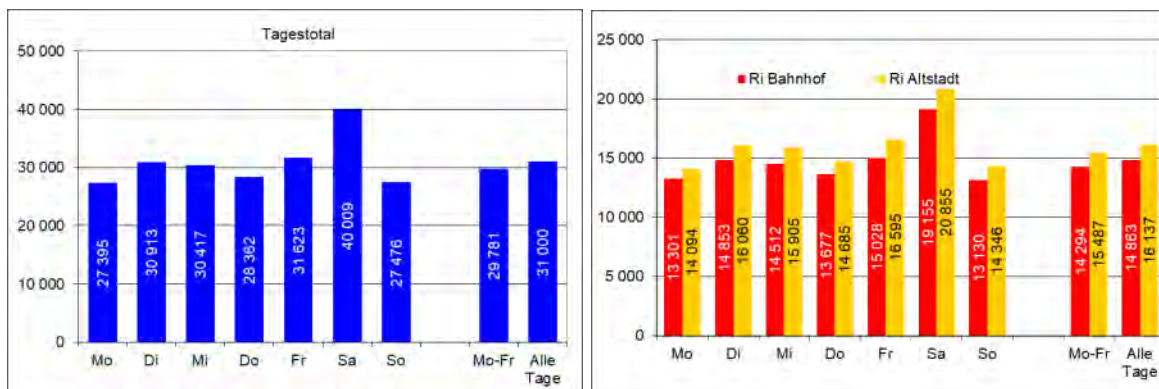
Abbildung 10: Tagesganglinien Montag bis Freitag; links: Seite See; rechts: Seite Reuss



2.3.2 Tagesaufkommen und -ganglinien über die Seebrücke insgesamt

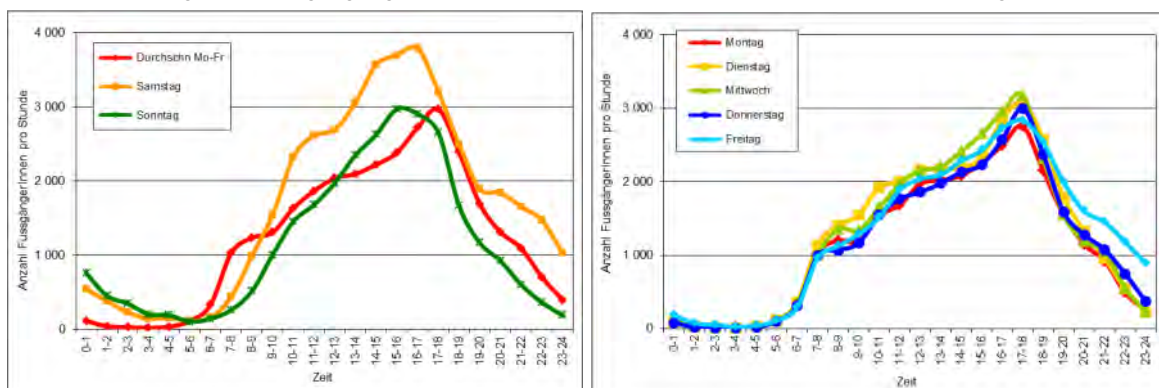
Beide Seiten der Seebrücke zusammen werden an einem durchschnittlichen Tag im Sommer von rund 31'000 Personen zu Fuss überquert. An Samstagen sind es mit 40'000 Personen noch deutlich mehr, im Durchschnitt der Werktage sind es 29'800 und an Sonntagen 27'500 Personen. Im Vergleich dazu: Die Stadt Luzern zählt rund 84'700 EinwohnerInnen (per 31.12.2018). Von den Werktagen wiesen der Montag (27'400) und der Donnerstag mit 28'400 Personen die niedrigsten Frequenzen auf. An allen Wochentagen überwiegt der Bewegungsfluss Richtung Altstadt.

Abbildung 11: Tagesaufkommen nach Wochentagen und nach Richtungen



Das höchste Aufkommen über den Tag findet sich jeweils zwischen 15 und 18 Uhr und unterscheidet sich je nach Wochentag. Am Sonntag ist die Spitze mit knapp 3'000 Personen zwischen 15 und 16 Uhr, am Samstag liegt sie zwischen 16 und 17 Uhr und zählt knapp 3'800 Personen. Unter der Woche liegt die Spitze mit knapp 3'000 Personen zwischen 17 und 18 Uhr. Die Ganglinie zeigt eine stetige Zunahme über den Vormittag – am steilsten ist sie von Montag bis Freitag, gefolgt von einer kleinen Stabilisierung über Mittag und einer weiteren Zunahme bis zu den genannten Spitzenstunden. Anschliessend geht das Aufkommen relativ schnell auch wieder zurück, am Samstagabend mit leichter Verzögerung.

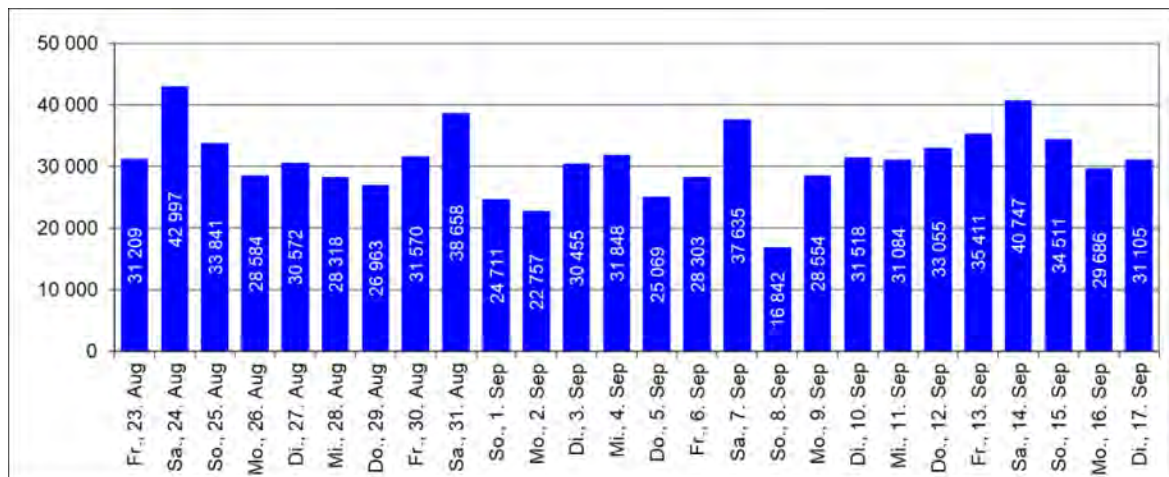
Abbildung 12: Tagesganglinien als Durchschnitt Mo-Fr, Sa, So sowie für Wochentage Mo-Fr



Wie beim Aufkommen nach Brückenseiten ist der Tagesgang unter der Woche (Montag-Freitag) sehr ähnlich. Am Montag und am Freitag sind die Abendspitzen relativ am geringsten; am Freitagabend macht sich der Ausgangsverkehr bemerkbar.

Vergleicht man das Aufkommen über den ganzen Erhebungszeitraum, so zeigt sich, dass am Samstag, 24. August mit Abstand am meisten Personen die Seebrücke überquerten – es waren 43'000 Zufussgehende. Auch die anderen Samstage verzeichneten ein sehr hohes Fussverkehrsaufkommen. Der niedrigste Wert wurde mit 16'800 Personen am Sonntag, 8. September verzeichnet, der ein sehr verregneter und kühler Tag war.

Abbildung 13: Tagesaufkommen über die Erhebungstage (23. August bis 17. September 2019)



2.3.3 Wichtigste Kennzahlen, Spitzenwerte und Richtungsanteile

In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten Kennzahlen für die Seebrücke als Übersicht angeführt. Der Durchschnittliche Tagesverkehr (DTV) zu Fuss beträgt über die Seebrücke insgesamt rund 31'000 Personen. Der grösste Teil von ihnen ist auf der Seeseite unterwegs (18'100).

Der Durchschnittliche Werktagsverkehr von Montag bis Freitag (DWV) liegt etwas unter dem DTV. Mit Abstand am meisten Fussverkehr weist die Seebrücke an Samstagen auf mit rund 40'000 PassantInnen; am niedrigsten ist das Aufkommen an Sonntagen mit rund 27'500 Personen, wobei in der Erhebungsperiode an zwei von vier Sonntagen das Wetter schlecht war und damit der Sonntag vermutlich etwas unterdurchschnittlich im Vergleich zu den anderen Tagen im Sommer abschneidet bzw. die anderen Tage besser im Vergleich zu den Sonntagen.

Tabelle 2: Wichtigste Kennzahlen, Spitzenwerte und Richtungsanteile (auf 50 Personen gerundet)

	Seite See	Seite Reuss	Seebrücke insgesamt
DTV *	18'100	12'900	31'000
DWV **	16'950	12'800	29'750
Samstage	22'800	17'200	40'000
Sonntage	18'400	9'050	27'500
Spitzentag	25'800 Samstag, 24. August	18'050 Samstag, 14. Sept.	43'000 Samstag, 24. August
Spitzenstunde	2'800 So, 15. Sept., 15-16 Uhr	1'740 Sa, 14. Sept., 15-16 Uhr	4'050 Sa, 24. Aug., 16-17 Uhr
Richtungsanteile	Altstadt: 60% Bahnhof: 40%	Altstadt: 41% Bahnhof: 59%	Altstadt: 52% Bahnhof: 48%

* Durchschnittlicher Tagesverkehr; ** Durchschnittlicher Werktagsverkehr (Mo-Fr)

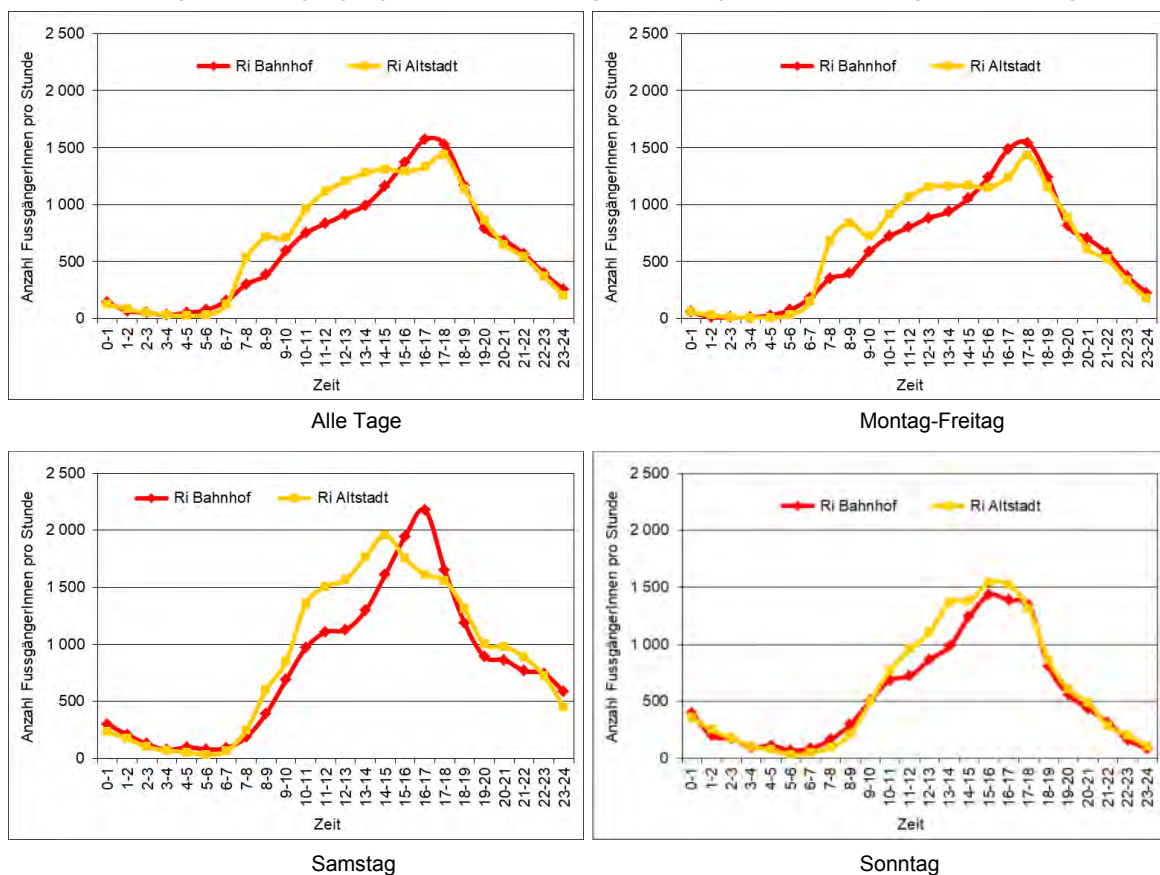
Das höchste Tagesaufkommen wurde am Samstag, 24. August mit rund 43'000 Personen registriert. Dieser Tag war auch der Spitzentag auf der Seeseite mit 25'800 Zufussgehenden. Der Spitzentag auf der Reussseite war hingegen der Samstag, 14. September mit etwas über 18'000 PassantInnen.

Auch die beiden Spitzenstunden differieren zwischen den Brückenseiten: Auf der Seeseite war die Spitzenstunde am Sonntag, 15. September zwischen 15 und 16 Uhr als knapp 2'800 Personen die Brücke dort überquerten. Auf der Reussseite war die Stunde mit dem höchsten Aufkommen hingegen am Samstag, 14. September, ebenfalls zwischen 15 und 16 Uhr. Das lässt sich generalisieren: Auf Seite See finden sich die Stunden mit dem höchsten Aufkommen meist an den Sonntagen, auf Seite Reuss an den Samstagen. Tendenziell sind auf der Seeseite mehr die TouristInnen, auf der Reussseite auch noch zahlreiche Einkaufende unterwegs. Insgesamt über beide Seeseiten wurden am Samstag, 24. August pro Stunde am meisten Zufussgehende registriert und zwar knapp 4'100 Personen zwischen 16 und 17 Uhr.

Auf Seite See sind rund 60% der Zufussgehenden Richtung Altstadt/Schweizerhofquai unterwegs und 40% Richtung Bahnhof; auf der Reussseite ist das Verhältnis genau umgekehrt. Insgesamt gehen leicht mehr Personen in Richtung Altstadt/Schweizerhofquai (52%) als in Richtung Bahnhof (48%).

Bis in den Nachmittag hinein überwiegt an allen Tagen die Gehrichtung Altstadt, gegen Abend ist dann das Aufkommen Richtung Bahnhof etwas höher. Daran lässt sich der (leichte) Einfluss des Pendlerverkehrs ablesen. Ersichtlich ist er auch an der kleinen Morgenspitze von Montag bis Freitag. Am späteren Abend sind die Richtungsanteile wieder recht ausgeglichen.

Abbildung 14: Tagesganglinien nach Richtungen (alle Tage, Mo-Fr, Samstage und Sonntage)

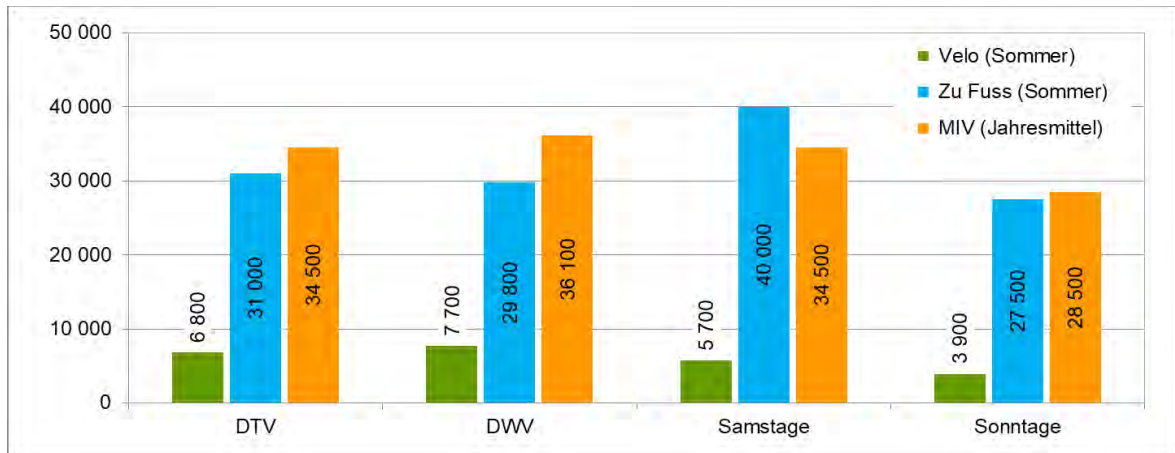


2.3.4 Vergleich des Fussverkehrsaufkommens mit anderen Verkehrsmitteln

Das durchschnittliche Tagesaufkommen des motorisierten Individualverkehrs (MIV) beträgt mit 34'500 Fahrzeugen nur wenig mehr als die Frequenzen des Fussverkehrs (31'000 Personen). Um vergleichbar zu sein, müsste allerdings auch der Besetzungsgrad der Fahrzeuge berücksichtigt werden, der im Durchschnitt bei 1.5 Personen liegt. Zudem ist zu berücksichtigen, dass es sich beim MIV um das Jahresmittel handelt während beim Fussverkehr die Sommerzeit mit einem hohen Touristenaufkommen gezählt wurde. Auf der anderen Seite sind jene Zufussgehenden nicht berücksichtigt, die über die anderen Reussbrücken gehen (siehe unten, Vergleich mit früheren Erhebungen). Der Veloverkehr weist an der Zählstelle Schweizerhofquai in der Nähe der Seebrü-

cke über die gleiche Erhebungszeit wie jene des Fussverkehrs einen DTV von 6'800 Fahrrädern auf. Nicht berücksichtigt ist die Zahl der Passagiere in den Bussen.

Abbildung 15: Tagesaufkommen von Velo-, Fuss- und motorisiertem Individualverkehr MIV im Jahr 2019



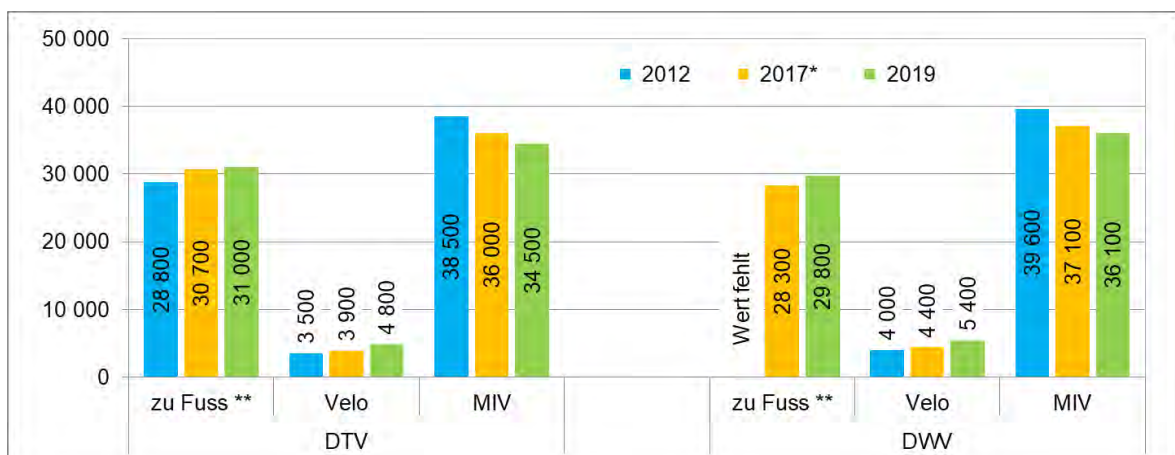
DTV = Durchschnittlicher Tagesverkehr; DWV= Durchschnittlicher täglicher Werktagsverkehr (Mo - Fr)

Beim MIV handelt es sich um die Zahl der Fahrzeuge; der Besetzungsgrad ist dabei nicht berücksichtigt.

Quellen: Velozählstellen in der Stadt Luzern (<http://www.luzernmobil.ch/verkehrsmittel/velo/stadt-luzern/velozaehlung>) sowie Kanton Luzern Resultate der automatischen Strassenverkehrszählungen 2019

Betrachtet man die Entwicklung der verschiedenen Verkehrsmittel seit 2012, so zeigt sich, dass der Fuss- und Veloverkehr über die Jahre etwas zu- und der MIV abnimmt. Dies selbst unter Berücksichtigung, dass im Jahr 2017 eine Belagssanierung auf der Brücke stattfand. Bei den Velo- und MIV-Daten handelt es sich um Jahresmittelwerte, beim Fussverkehr sind es die jeweils im Sommer durchgeführten Zählungen. Die Entwicklung verläuft parallel sowohl beim Durchschnittlichen Tagesverkehr wie beim Werktagsverkehr.

Abbildung 16: Entwicklung des Tagesaufkommens von Velo-, Fuss- und motorisiertem Individualverkehr 2012, 2017 und 2019



* 2017: Belagssanierung der Seebrücke ** zu Fuss: nur Sommerwerte; Velo und MIV Jahresmittelwerte

Beim MIV handelt es sich um die Zahl der Fahrzeuge; der Besetzungsgrad ist dabei nicht berücksichtigt.

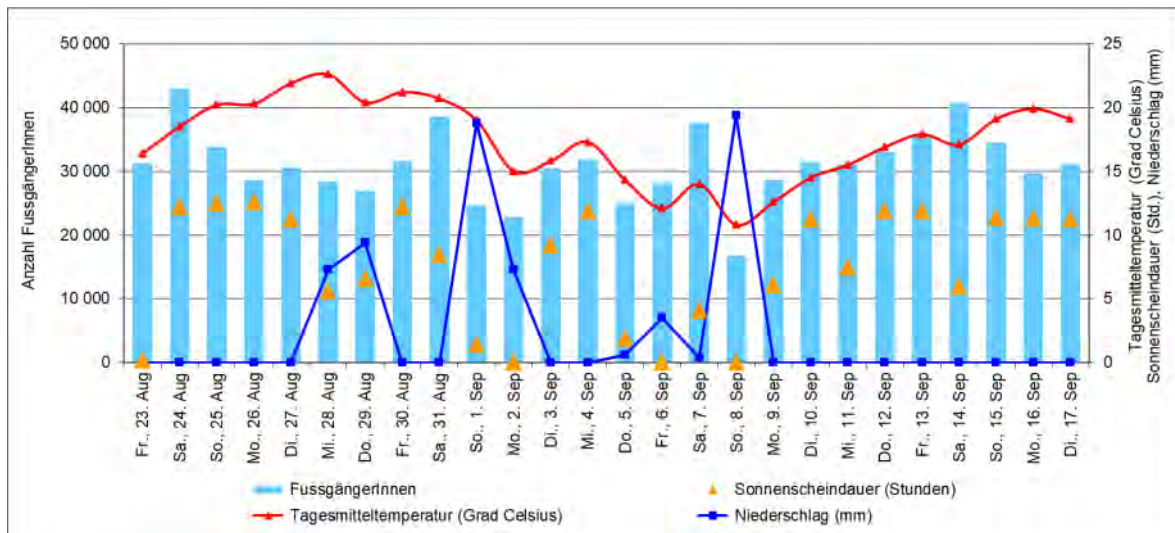
Quellen: Velozählstellen in der Stadt Luzern (<http://www.luzernmobil.ch/verkehrsmittel/velo/stadt-luzern/velozaehlung>) sowie Kanton Luzern: Resultate der automatischen Strassenverkehrszählungen 2012, 2017 und 2019

2.3.5 Wettereinfluss auf das Fussverkehrsaufkommen

Beobachtungen und Ganglinien deuten darauf hin, dass sich auf der Seebrücke verschiedene Wegzwecke der PassantInnen überlagern. Da sind neben den Pendlerinnen und Pendlern, die Einkaufenden und vor allem die Besucherinnen und Besucher als Freizeitverkehr. Dieser ist erfahrungsgemäss stark wetterabhängig, was sich auch auf der Seebrücke niederschlägt. Dies insbesondere an den Sonntagen, wenn die beiden anderen Zwecke anteilmässig deutlich niedriger sind.

Die untenstehende Abbildung zeigt, dass vor allem der Regen an den beiden Sonntagen (1. und 8. September) sich negativ auf das Aufkommen auswirkt. Am zweiten der genannten Sonntage war es zudem für die Jahreszeit kühl, was zu einem noch geringeren Aufkommen führte. Auch an anderen Tagen mit Niederschlag, z.B. Mittwoch und Donnerstag, 28. und 29. August sowie am Montag, 2. und Freitag, 6. September sind die Fussverkehrsfrequenzen sichtlich tiefer als an vergleichbaren Tagen ohne Regen und allenfalls gar Sonnenschein. Die Temperaturen haben – auch das im Einklang mit den Erfahrungen – einen geringeren Einfluss auf das Aufkommen und wirken sich erst aus, wenn sie für die Jahreszeit besonders tief sind – für den hier betrachteten Zeitraum dürfte diese Schwelle bei 10 bis 15 Grad Celsius liegen und am Sonntag, 8. September wirksam gewesen sein.

Abbildung 17: Fussverkehrsaufkommen pro Tag Erhebung 2019 sowie die jeweiligen Wetterkennwerte: Sonnenscheindauer, Temperatur und Niederschlag



Quelle Wetterdaten: MeteoSchweiz 2020 (siehe <https://opendata.swiss/de/dataset/klimamessnetz-tageswerte>)

2.4 Vergleich mit den Erhebungen 2012 und 2017

Im den Jahren 2012 und 2017 hat die Stadt Luzern bereits automatische Zählungen auf der See- und den anderen Reussbrücken durchgeführt. Zum Einsatz kamen zwei so genannte Pyroboxen der Firma EcoCounter mit Passiv-Infrarotsensoren. Die Zählungen fanden jeweils für eine Woche pro Brückenseite statt: 2012 wurde im Zeitraum zwischen dem 18. und 29. Juni gezählt, im Jahr 2017 zwischen dem 9. und 30. Mai.

Da es sich beim Zählgerät um einen Wärmesensor handelt, musste dieser gegen die Strasse hin mit einer Konstruktion aus einem Pflanzentrog abgeschirmt werden (siehe Foto), sonst hätte es auch die Fahrzeuge gezählt (wegen ihrer warmen Motoren).

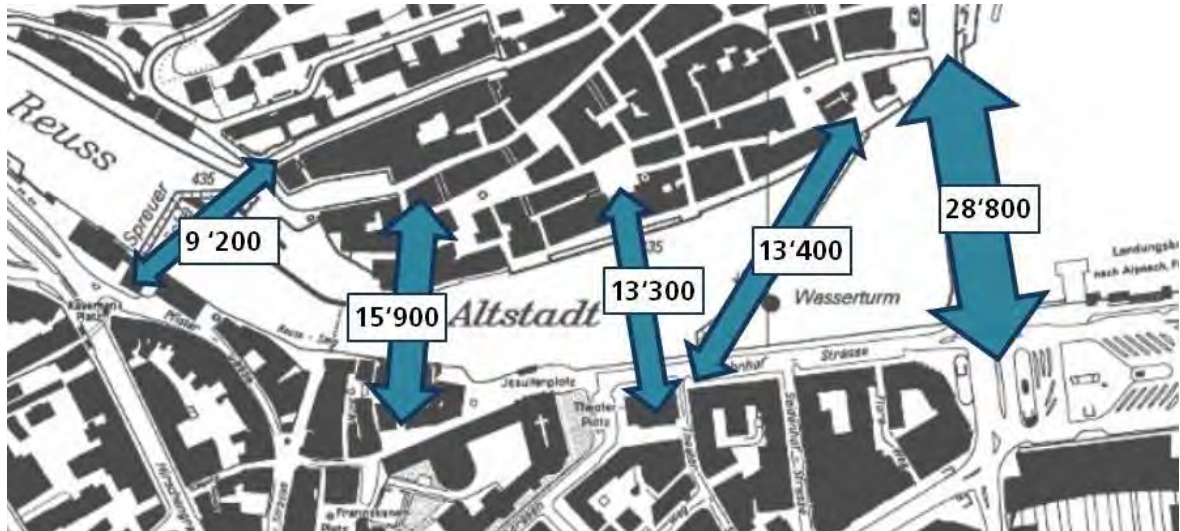
Abbildung 18: Foto der Zählinstallation auf der Seebrücke 2012 mit einem Passiv-Infrarotsensor (Pyrobox) der Firma EcoCounter (analoge Installation 2017)



Foto und Darstellung: Stadt Luzern

Die Resultate 2012 wurden in einem Bericht des Tiefbauamtes der Stadt Luzern mit dem Titel „Fussgängerzählungen Stadt Luzern: Reussbrücken“ veröffentlicht. Sie zeigten wie hoch das Aufkommen über die Brücken an normalen Werktagen, aber vor allem auch an Samstagen ist.

Abbildung 19: Durchschnittliches tägliches Fussgängeraufkommen (DTV) auf den Reussbrücken im Sommer 2012

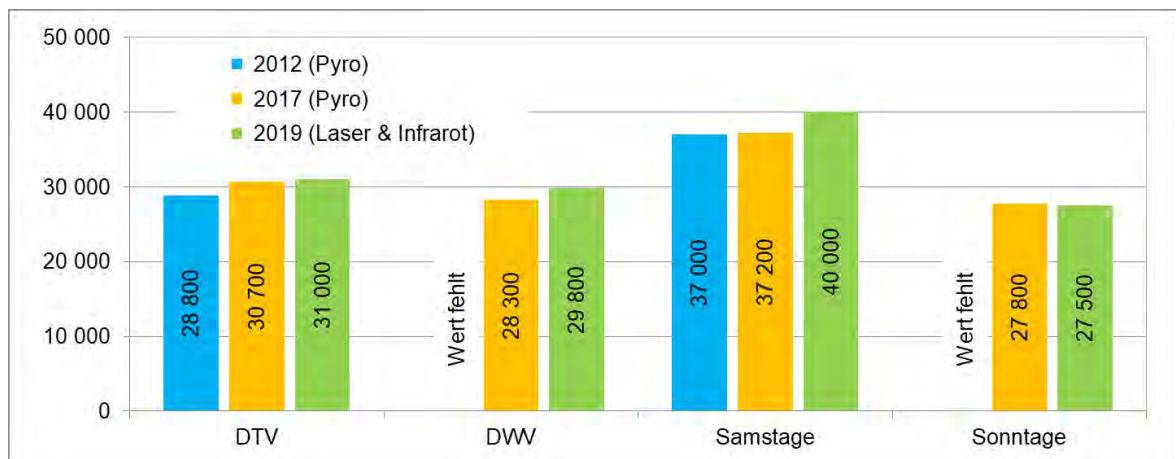


Quelle: Tiefbauamt der Stadt Luzern, 2012: „Fussgängerzählungen Stadt Luzern: Reussbrücken“

Die Resultate der Zählungen von 2017, die wiederum alle Brücken umfassten, wurden nicht publiziert; für die Seebrücke allein, lassen sich aber die Vergleichswerte zur Erhebung 2012 und zu den Zählungen 2019 angeben.

Der Vergleich zeigt eine leichte kontinuierliche Zunahme des Fussgängeraufkommens zwischen 2012 und 2019 über alle Tage von knapp 29'000 auf 31'000 Personen. An den Samstagen hat es eine überdurchschnittliche Zunahme gegeben, die allerdings auch wetterbedingt sein könnte. Für die übrigen Kennwerte (Durchschnittlicher Werktagsverkehr und die Sonntage) ist die Zeitreihe unvollständig. Der leicht tiefere Wert an den Sonntagen zwischen 2017 und 2019 könnte wiederum auf das Wetter – diesmal das schlechtere Wetter – zurückzuführen sein. Allerdings ist bei der Interpretation der Werte Vorsicht geboten, da es sich jeweils nur um relativ kurzzeitige Erhebungen gehandelt hat. Was sich sicher sagen lässt ist, dass sich auch mit einer einzelnen Erhebung die Grössenordnung des Aufkommens relativ zuverlässig schätzen lässt. Für eine valide Langzeitbeobachtung müsste ein permanentes Zählgerät installiert werden, was so von der Stadt Luzern auch vorgesehen ist.

Abbildung 20: Durchschnittliches tägliches Fussgängeraufkommen (DTV) auf den Reussbrücken in den Jahren 2012, 2017 und 2019, jeweils Sommermonate



2.5 Aufwand, Erfahrungen und Erkenntnisse – ein Fazit

2.5.1 Aufwand und Kosten der Geräte

In der folgenden Übersicht sind die Kosten für die Gerätemiete bzw. den -kauf, die Installation und das Datenmanagement aufgeführt. Zum einen werden die Kosten des Forschungsprojekts dargestellt, zum anderen die Katalogpreise für Geräte und Dienstleistungen. Diese sind natürlich auch Verhandlungssache und müssen je nach Zählsituation angepasst werden. Zudem geben sie den Kostenstand vom Frühling 2020 wieder. Angesichts der schnellen technischen Entwicklung im Feld – sowohl hardware- wie softwaremässig – ist mit Veränderungen über die Zeit zu rechnen. Bei den Installationskosten sind die Aufwendungen der Stadt Luzern nicht eingerechnet.

Tabelle 3: Gerätemiete(-kauf), Installations- und Datenmanagementkosten (Total auf 10 € bzw. Fr gerundet)

	Infrarot Citix-IR Firma EcoCounter Zähldauer: 3½ Wochen		Laser Peco LC 2.0 Firma LASE Zähldauer: 3½ Wochen	
Forschungsprojekt	Preis	Kommentar	Preis	Kommentar
Gerätemiete	€ 425 (original: € 850)	Inkl. Zubehör 50% Rabatt (425 €) gewährt, weil Gerät nicht ganzen Quer- schnitt abdecken konnte	€ 470	Inkl. Zubehör
Installation & Inbetriebnahme *	€ 980 **	Installationsunterstützung, Einweisung und Schulung (Tagessatz)***	€ 890	Installation & Inbetriebnahme inkl. Spesen, Reise- und Über- nachtungskosten
Datenmanagement	---	Im Mietpreis inbegriffen	€ 84	28 Tage à € 3
Total ohne MWST	€ 1'410	Fr. 1'570	€ 1'440	Fr. 1'620
Listenpreise				
Gerätekauf	€ 3'250	Nachfolgemodell erhältlich****	€ 4'300	Ohne Zubehör
Installationskosten	€ 980	Nur Unterstützung; eigentliche Installation durch Kunde	€ 890	Inkl. Reisekosten
Datenmanagement	€ 300 / Jahr	Ohne Zusätze wie z.B. Wetterdaten	€ 35 / Monat	

* Ohne Installationsaufwand der Stadt Luzern

** Der Tagesansatz umfasst auch die Unterstützung der Installation am Schwanenplatz (EcoCounter), siehe Kapitel 3.

*** Bei EcoCounter erfolgt die Einweisung zur Erstinstallation kostenlos, weitere Einsätze zum Tagessatz; die Installation muss vom Käufer/Mieter selber vorgenommen werden. In diesem Forschungsprojekt wurde die Gratispauschale der Erstinstallation für die Unterstützung der Montage in Basel beansprucht.

**** Ein kleineres Nachfolgemodell mit besserer Erfassungstechnik basierend auf der Citix-3D (siehe Schwanenplatz) ist gemäss Herstellerangaben in Vorbereitung.



Abbildung 21: Für die Touristinnen und Touristen ist die Installation des Zählgeräts ein interessante Attraktion

2.5.2 Erfahrungen und Erkenntnisse

Zur Beurteilung der Technologien und Geräte wurde vorgängig ein Kriterienkatalog entworfen (siehe Anhang). Dieser wird untenstehend nun für die Beurteilung der auf der Seebrücke verwendeten Zählgeräte angewandt.

Tabelle 4: Erfahrungen und Erkenntnisse des Zählgeräteeinsatzes auf der Seebrücke

Kriterium	Erfahrungen / Erkenntnisse
Vorbereitung / Installation	<p><u>Voranalyse Besucherströme</u> Eine sorgfältige Voranalyse der Besucherströme bzw. des Verhaltens der Menschen ist wichtig. Auf der Seebrücke (Seite Reuss) zeigte sich z.B., dass auch Besuchergruppen mitgezählt wurden, welche von der Seebrücke aus nur fotografiert, sie aber nicht überquert haben.</p> <p><u>Geräteeigenschaften und Montagemöglichkeiten</u> Bei der Citix-IR stellte sich heraus, dass das Gerät nicht die ganze Trottoirbreite abzudecken vermochte. Da die Unterzählung systematisch war, konnte im vorliegenden Fall aber ein Hochrechnungsfaktor berechnet werden.</p> <p><u>Stromversorgung und Installationsvorkehrungen</u> Da für beide Geräte auf der Seebrücke eine Stromversorgung notwendig war und für die Montage eine Hebebühne, mussten die entsprechenden Vorbereitungen frühzeitig an die Hand genommen werden. Zudem muss der doch beträchtliche Aufwand dafür budgetiert werden. Die Stadt Luzern hat diese Vorbereitungsaufgaben hervorragend gelöst, so dass es am Installationstag zu keinen Verzögerungen kam. Auf den Versuch mit einem Solarpanel für die Citix-IR wurde aus logistischen und optischen Gründen verzichtet.</p>
Durchführung Erhebung / Betrieb	<p><u>Kontrollzählung</u> Es braucht genügend Zeit für die Kontrollzählung. Empfohlen werden mindestens 3 Stunden – je eine zur Nieder-, Mittel- und Hochlastzeit. Auf der Seebrücke ist sie aus organisatorischen Gründen relativ kurz ausgefallen. Sowohl bei temporären wie auch bei permanenten Installationen lohnt sich der Aufwand für die Kontrollzählung, da die Zuverlässigkeit der Angaben stark steigt und wo notwendig gute Hochrechnungsfaktoren berechnet werden können.</p> <p><u>Ablauf der Zählung / Betrieb der Zählgeräte</u> Der Betrieb (Zählung, Datenübermittlung etc.) lief bei beiden Geräten problemlos über die ganze Zähldauer.</p>
Nachbereitung / Datenqualität und Datenmanagement	<p><u>Datenqualität: Genauigkeit</u> Das Laser-Gerät hat eine sehr hohe Genauigkeit. Der Fehler über beide Richtungen zusammen genommen beträgt 2%. Das ist ein ausgezeichnete Wert, da auch die manuellen Kontrollzählungen durchaus Fehler enthalten können. Das Infrarot-Gerät war etwas weniger genau, weil es nicht die ganze Trottoirbreite abdecken konnte. Da es sich dabei grösstenteils um eine systematische Unterzählung gehandelt hat, konnten die Daten hochgerechnet werden.</p> <p><u>Datenverwaltung, -abruf und -management</u> Daten von beiden Geräten wurden ein Mal pro Tag an die jeweiligen Server von LASE und EcoCounter übermittelt. Dort konnten sie auf den Datenportalen angeschaut und die Werte in verschiedenen Formaten (xlsx, cvs etc.) heruntergeladen werden. Verfügbar waren bei beiden Anbietern die Viertelstunden, Stunden-, Tages- und Wochenwerte; bei LASE zudem die Werte pro Minute, für 5, 10 bzw. 30 Minuten sowie nach Tageszeit (0-9, 9-12, 12-15, 15-21 und 21-0 Uhr). Verfügbar sind zudem lokale Wetterdaten, bei LASE auch die lokalen Feiertagsdaten. Datenübermittlung und -management haben bei beiden Anbietern bestens funktioniert. Das Datenmanagement ist auf beiden Plattformen einfach und gut nachvollziehbar. Die direkte Einspeisung der Daten in die jeweilige lokale Systemumgebung wie dies verschiedene Städte und Kantone heute aus Datenschutzgründen verlangen und aus praktischen Gründen wünschen, ist nach Absprache bei beiden Anbietern möglich. Eigentümer der Zähl-daten ist der jeweilige Kunde.</p>

2.5.3 Zusammenfassendes Fazit und Empfehlungen

Eignung der Geräte

Beide Geräte eignen sich für den Einsatzbereich wie er im vorliegenden Fall auf der Seebrücke vorhanden war. Wenn sie direkt über dem Erhebungsquerschnitt montiert werden können, haben sie auch eine gute Abdeckung. Mit 4 Metern ist die Abdeckdistanz des Infrarotgeräts aber relativ klein. Beim Laser variiert die Abdeckdistanz je nach Produktgruppe (PeCo Low oder High 2.0), der Montagehöhe und des Montagewinkels. Bei einer Montagehöhe von 10 Metern kann ein Bereich zwischen 8 und maximal 14 Metern unter idealen Bedingungen abgedeckt werden.

Während der Laser immer einen Stromanschluss benötigt, kann das Infrarotgerät auch mit einem Nachtstrom- bzw. Solarstrommodul betrieben werden. Dies ist allerdings höchstens für eine temporäre Zählung zu empfehlen oder wenn es wirklich keine Möglichkeit gibt, einen separaten Stromanschluss zu legen. Auf einen Versuch mit Solarmodul wurde für eine bessere Vergleichbarkeit verzichtet. Anstelle des Infrarotgeräts wird vom Anbieter inzwischen ein Nachfolgemodell auf Basis einer Stereokamera (Weiterentwicklung der CITIX-3D, siehe Schwanenplatz) empfohlen.

Temporäre oder permanente Installation

Während sich das Infrarotgerät bei geringer Erfassungsbreite und idealer Montagemöglichkeit zusammen z.B. mit dem Solarpanel auch für eine temporäre Zählung in Frage kommt, ist das Lasergerät sinnvollerweise nur für den permanenten Einsatz geeignet.

Wie der Vergleich mit der Pyrobox von EcoCounter zeigt, ist dieses Gerät zwar deutlich ungenauer in der Zählweise, der systematische Fehler kann aber sehr gut hochgerechnet werden. Die Pyrobox ist deshalb gut für eine kurzzeitige Zählung und eine Grobabschätzung des Aufkommens geeignet. Allerdings ergeben sich hier Probleme wenn – wie auf der Seebrücke – die Strasse abgeschirmt werden muss, was nicht überall möglich ist.

Daten und Datenqualität

Beide Geräte Citix-IR und Peco LC 2.0 liefern zuverlässig und ergaben eine gute Datenqualität. Das Lasergerät ist sehr genau, beim Infrarot-Gerät kann aufgrund der beschränkten Abdeckung im Test keine endgültige Antwort zur Genauigkeit gegeben werden. Die Daten liessen sich aber relativ einfach hochrechnen.

Die sowohl von LASE wie von EcoCounter zur Verfügung gestellten Datenplattformen erlauben eine gute und schnelle Übersicht sowie den problemlosen Datendownload.

Aufwand und Kosten – Preis-/Leistungsverhältnis

Die Investitions- und Betriebskosten sind moderat und liegen im zu erwartenden Bereich. Der Installationsaufwand kann je nach Situation relativ hoch ausfallen, vor allem wenn ein separater Stromanschluss gelegt werden muss. Für die Montage selber ist auf alle Fälle eine Hebebühne notwendig. Nicht zu unterschätzen sind zudem die Vorabklärungen für den genauen Standort sowie eine genügend grosse Kontrollzählung. Hier lohnt es sich, Zeit für eine sorgfältige Analyse einzusetzen.

Fazit und Empfehlung

Insgesamt scheint für die hier getestete Anwendung der Laser von LASE ein besseres Preis-/Leistungsverhältnis zu haben als das Gerät von EcoCounter. Für eine permanente Zählung auf der Seebrücke wird deshalb der Laser empfohlen.

3. Schwanenplatz

3.1 Rahmenbedingungen der Zählung

3.1.1 Ausgangslage und Ziel der Zählung

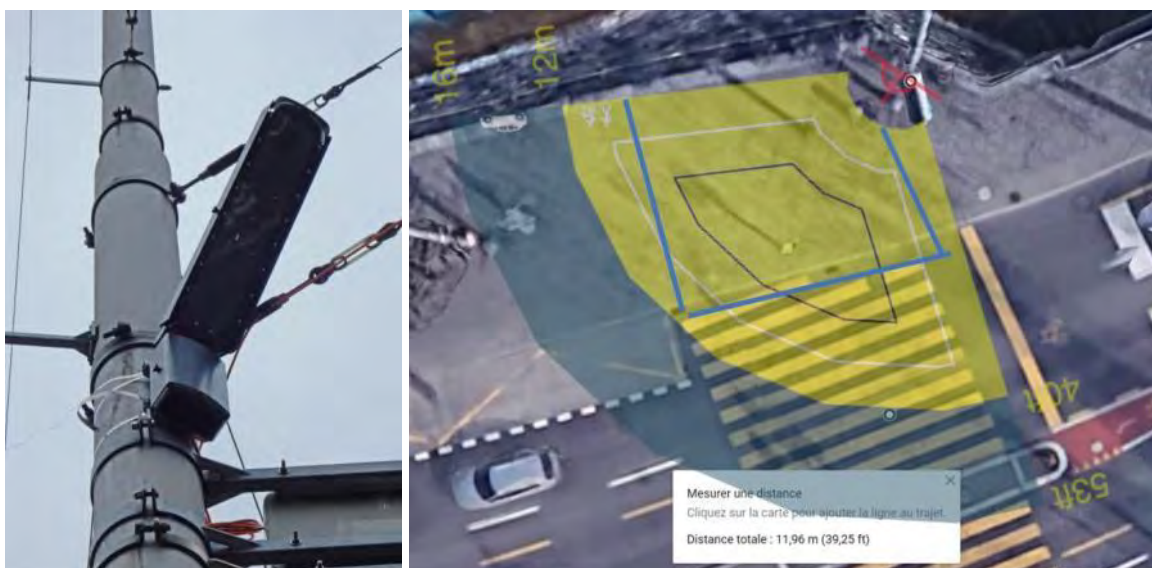
Entlang der Hauptverkehrsachse in Luzern gibt es mehrere stark frequentierte, lichtsignalgesteuerte Fussgängerstreifen. Aufgrund der grossen Besucher- und Touristenströme ist nicht nur das Fussgängeraufkommen an sich, sondern auch der Anteil an Gruppen an diesen Stellen besonders hoch. Dies führt zum Teil zu Problemen, etwa wenn eine grosse Zahl von Personen an einer Lichtsignalanlage (LSA) steht und gleichzeitig andere Personen auf dem dahinterliegenden Trottoir passieren möchten. Solche Situationen treten unter anderem am Schwanen- und am Löwenplatz auf. Deshalb wurden diese beiden Orte auch für den Pilottest der Zählungen gewählt. Dieser Abschnitt fokussiert auf den Schwanenplatz, in Kapitel 4 wird die Zählung am Löwenplatz dargestellt. Ziel ist es, in einem ersten Schritt herauszufinden, wie viele Personen sich in welche Richtung bewegen – hier über den Zebrastreifen, Richtung Seebrücke und Richtung Schweizerhofquai und in einem zweiten Schritt wie das Aufkommen mit der Lichtsignalschaltung zusammenhängt, insbesondere mit den Wartezeiten und dem Platzbedarf der Gruppen (Personendichte), allenfalls auch wann es sicherheitsmässig kritisch wird.

3.1.2 Technische Angaben zum eingesetzten Gerät und dessen Installation

Am Schwanenplatz kam der Citix-3D-Sensor der Firma EcoCounter zum Einsatz. Das System arbeitet mit einer dreidimensionalen Sensor-Technologie und einem speziellen Analysealgorithmus, der gemäss Herstellerangaben eine wesentlich höhere Genauigkeit als bei herkömmlichen Videozählssystemen bietet (siehe <https://www.eco-compteur.com/de>). Auch in völliger Dunkelheit oder unter widrigen Wetterbedingungen soll das Gerät sehr gut funktionieren. Durch die Echtzeitverarbeitung werden keine Bilder aufgezeichnet, was datenschutzrechtlich wichtig ist. Beim Fussverkehr kann das Gerät mit einer Installationshöhe von 6 Metern maximal einen Bereich von 12 Metern abdecken.

Die Installation fand am Donnerstag, 22. August statt und dauerte rund eine Stunde. Die Kalibrierung benötigte nochmals so lange. Die Installation des Geräts und des Stromanschlusses erfolgte durch die Stadt Luzern, für die Kalibrierung war eine Fachperson der Firma EcoCounter zugegen. Für die Montage auf 6 Metern Höhe war eine Hebebühne notwendig.

Abbildung 22: Fotos des Citix-3D-Sensors (links) sowie dessen Erfassungsbereich (rechts)



3.1.3 Charakteristika des Geräts

Aus den untenstehenden Bildern ist die Funktionsweise des Geräts ersichtlich. Zu Prüfzwecken kann ein optisches Kamerabild angeschaut werden (Bild links). Dieses wird durch eine Wärmebildkamera ergänzt (Bild rechts), was für Aufnahmen unter schwierigen Bedingungen unerlässlich ist. Zudem führt dies zusammen mit der Echtzeitverarbeitung der Bilder mittels eines speziellen Algorithmus innerhalb des Geräts zu datenschutzrechtlich unproblematischen Zähldaten. Im System ist ein „Verfolgungs“-Algorithmus („Tracking“) enthalten, der zeigt, welche Personen erfasst werden und woher sie kommen (siehe dunkelrosa Linien in der übernächsten Abbildung). Eine Auswertung des Trackings ist zurzeit allerdings noch nicht möglich.

Abbildung 23: Funktionsweise der Citix-3D: Optisches Kamerabild zu Prüfzwecken (links) sowie das datenschutzrechtlich unproblematische Wärmebild (Infrarot) (rechts)

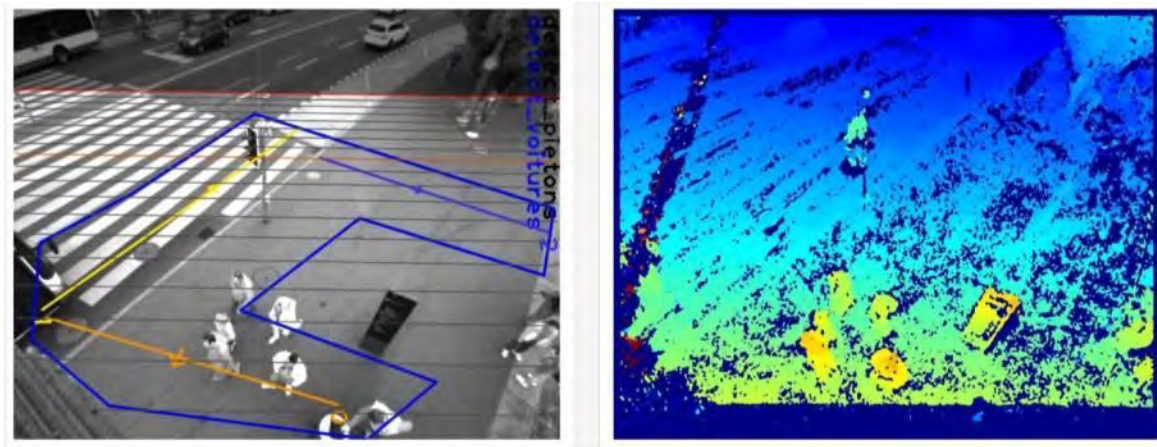


Tabelle 5: Übersicht über das eingesetzte Gerät und die physischen Rahmenbedingungen

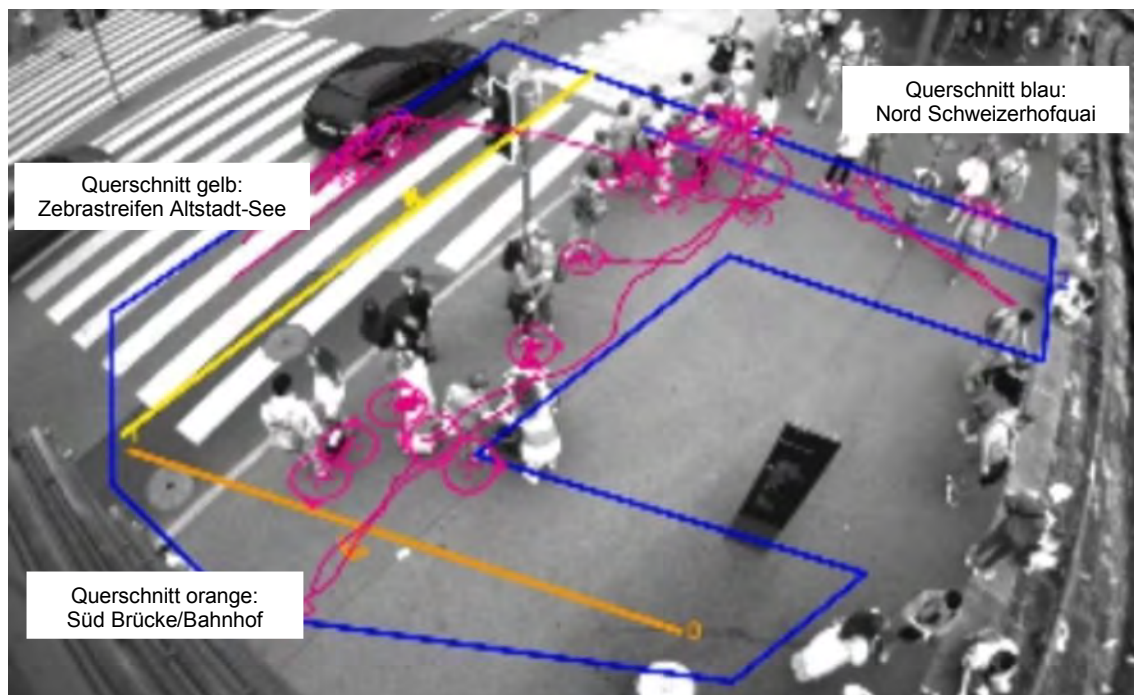
	Schwanenplatz
Gerätetyp	Citix-3D-Sensor der Firma EcoCounter
Breite der Querschnitte	Querschnitt Zebrastreifen: 11.5 Meter Querschnitt Süd (Seebrücke): 6.2 Meter Querschnitt Nord (Schweizerhofquai): 8.5 Meter Gesamte Fläche: ca. 75 m ²
Installationshöhe Gerät	6m
Gewicht & Abmessungen	19.5 kg / 1200 x 205 x 110 mm
Installation durch	Stadt Luzern mit Unterstützung einer Fachperson der Firma EcoCounter
Installationsdauer*	1 Std plus Kalibrierung ca. 1 Std.
Besonderheiten	Eher knapper Erfassungsbereich, vor allem im nördlichen Teil

* Das Gerät benötigte eine externe Stromversorgung. Die dafür notwendigen Kabel wurden von der Stadt Luzern bereits vorgängig gezogen.

3.1.4 Erfassungssperimeter und erfasste Querschnitte

Für die Erhebung wurden im Gerät die Erfassungssperimeter sowie die Zähllinien definiert. Der in der folgenden Abbildung eingezeichnete äussere blaue Bereich umfasst den Erfassungssperimeter, die gelbe Linie (1) markiert den Zählquerschnitt am Zebrastreifen (Verbindung Altstadt-See), die orange Linie (0) den Querschnitt Süd (in Richtung Seebrücke und Bahnhof) und die blaue Linie (2) den Querschnitt Nord Richtung Schweizerhofquai. Die Breite des Zebrastreifen-Querschnitts beträgt rund 11.5 Meter, der Querschnitt Süd misst ca. 6.2 Meter und jener im Norden 8.5 Meter. Insgesamt umfasst die blau eingerahmte Fläche rund 75m².

Abbildung 24: Optisches Kamerabild der Citix-3D mit Zähl-Querschnitten und Erfassungsperimeter sowie der Erkennungs- und Trackingfunktion (dunkelrosa Linien)



3.1.5 Dauer der Zählung und Wetter

Die Zählung am Schwanenplatz dauerte 3 Wochen, vom Freitag, 23. August bis Freitag, 13. September 2019. Sie war damit etwas kürzer als jene auf der Seebrücke. Es herrschten natürlich die gleichen Wetterbedingungen mit grösstenteils warmem und sonnigem Wetter, wobei die beiden Sonntage vom 1. und 8. September eine Ausnahme bildeten. An diesen beiden Tagen waren die Temperaturen für die Jahreszeit sehr kühl und es regnete häufig.

Abbildung 25: Das Zählgerät am Schwanenplatz in Aktion



3.2 Kontrollzählungen/Kalibrierung – Genauigkeit der Geräte

3.2.1 Herausforderung 1: manuelle Kontrollzählung

Erste Vorabklärungen haben schnell ergeben, dass eine manuelle Kontrollzählung auf dem Schwanen- wie auch auf dem Löwenplatz (siehe Kapitel 4) äusserst schwierig ist. Konkrete Tests mit Zählgeräten zeigten, dass es praktisch unmöglich ist, die grosse Zahl an Zufussgehenden, die sich häufig in grossen Gruppen, als Pulk und mäandrierend, immer wieder neu mischend und in verschiedene Richtungen bewegend einigermaßen korrekt zu erfassen. Selbst eine Aufteilung unter mehreren Personen war nicht zielführend. Eine Aufzeichnung der Daten durch den Hersteller war nicht möglich, da das System aus Datenschutzgründen höchstens eine kurzzeitige Beobachtung mit normaler Optik zulässt.

3.2.2 Herausforderung 2: Kontrollzählung ab Video

Die Stadt Luzern hat dann entschieden mit einer eigenen Kamera vom gleichen Standort aus und mit gleichem Erfassungsbereich Aufnahmen zu machen. Die Kamera (Miovision Scout) war während vier Tagen in Betrieb und zwar am Mittwoch und Donnerstag, 28. und 29. August 2019 sowie am Samstag, 31. August und Sonntag, 1. September 2019.

Abbildung 26: Videoausschnitte (Miovision Scout), mit der die Kontrollzählung durchgeführt wurde



Der Bildausschnitt der Videokamera und des 3D-Sensors sind zwar praktisch identisch und auch die Zähllinien in der manuellen Kontrollzählung ab Video wurden gleich gelegt. Aber wann und wie genau der 3D-Sensor die Personen erfasst hat, ist ohne Bilder nicht genau nachzuvollziehen, auch weil sich die Menschen sehr dispers bewegen und nicht überall sichtbar sind. Hierzu einige Beispiele:

Vor allem im Bereich der Zähllinie Nord bewegen sich zahlreiche Personen hin und her, weil sie hier die Berge, die Stadt oder sich selber fotografieren, weil Kinder herumrennen und Leute mit einem Mobiltelefon am Ohr herumspazieren. Zudem sitzen Menschen am Ufer, um zu verweilen. Sie gehen erst nach einer gewissen Zeit wieder über eine Zähllinie. Kurz, es ist ein recht grosses „Gewusel“ und eine genaue Zuordnung zu einer Zähllinie nicht immer möglich. Das gilt auch für die manuelle Auswertung ab Video. Auch hier kommt eine Auswertungsperson trotz mehrfacher Begutachtung eines Videoausschnitts an die Grenzen einer genauen Zuordnung. Die unten angegebenen Vergleichswerte des 3D-Sensors und der Kontrollzählung sind deshalb eine Annäherung an die realen Werte.

Ein Teil der PassantInnen bewegt sich innerhalb, ein weiterer ausserhalb des sichtbaren Bereichs der Kamera(s). Diese beiden Personengruppen wurden bei der Auszählung des Videos je separat erfasst. Allerdings ist in den Grenzbereichen aufgrund des Videos nicht immer klar, welche Personen von der 3D-Kamera tatsächlich gerade noch erfasst worden sind und welche nicht. Um doch eine Aussage machen zu können, wurden zwei Arten von Kalibrierungen angewendet:

- 1) Die Gerätekalisierung im sichtbaren Bereich, also wie genau die Anzahl von Personen vom Gerät im Erfassungsbereich gezählt wurden.
- 2) Die Gesamtkalisierung, die sowohl den sicht- wie den unsichtbaren Bereich umfasst: also, wie gross das Aufkommen tatsächlich im Vergleich zu den Gerätewerten ist.

Abbildung 27: Beispiele für Personen, die sich ausserhalb des Erfassungsbereichs des Zählgeräts befinden



3.2.3 Herausforderung 3: Kontrollzählung mittels weiterer Auswertungstools

Einige Stunden der Videoaufnahmen wurden zusätzlich durch zwei Auswertungsplattformen analysiert. Zum einen durch die Plattform Miovision (<https://miovision.com>) und zum anderen durch Datafromsky (<https://datafromsky.com>). Bei Miovision handelt es sich um eine kanadische Firma, die 2005 an der Universität von Waterloo in Ontario gegründet wurde. Die Firma hat auch eine Filiale in Köln. Datafromsky ist in Brno in der Tschechischen Republik domiziliert und wurde 2014 gegründet. Die Videos werden auf die jeweiligen Plattformen hochgeladen und nach einer gewissen Zeit erfolgt die Nachricht, dass man die Ergebnisse von deren Website beziehen könne. Bei beiden Anbietern lassen sich neben den Querschnitten auch Stromdiagramme erstellen sowie eine Reihe von anderen Parametern berechnen wie z.B. die Geschwindigkeiten.

Bei **Miovision** müssen im Vorhergehen die Zähllinien definiert und eine bestimmte Art von Auswertung ausgewählt werden. Für den Schwanenplatz war dies z.B. eine so genannte „Junction-Analyse“, damit alle drei Wegbeziehungen abgebildet werden. Die Resultate erhält man in Form von Excel-Tabellen, csv-Files oder pdf-Berichten. Die Resultate der Excel-Tabellen lassen sich mittels Pivot-Funktion in der gewünschten Form darstellen und auswerten, z.B. die entsprechenden Werte für die Querschnitte bzw. die Gehbeziehungen (Fussgängerströme). Die Auswertungsintervalle können zwischen 1, 5, 10, 15 Minuten und mehr gewählt werden. Die Herausforderung ist die Nachvollziehbarkeit der Auswertung – siehe dazu die Resultate unter Punkt 2.2.5.

Bei **Datafromsky** wird ein Auswertungsfile bereitgestellt, auf dem man anschliessend auf dem eigenen Bildschirm anhand des Videos genau nachverfolgen kann, welche Personen wann und wie erkannt und kategorisiert worden sind (siehe Abbildung unten). Man kann zudem die Zähllinien sowie Bereiche für die Stromanalyse selber definieren, was eine grosse Flexibilität für die Analyse erlaubt. Die Ergebnisse werden am Schluss als Excel- oder csv-Files ausgegeben. Die Auswertungsintervalle sind frei bestimmbar – von Sekunden bis zu ganzen Tagen. Die grösste Herausforderung bei dieser Plattform bildet die noch nicht ausgereifte Personenerkennung.

Abbildung 28: Personen werden bei Datafromsky mit einer Nummer und der Art ihrer Verkehrsteilnahme identifiziert (Bildschirmfoto vom 28. August 2019, 17:32 Uhr)



3.2.4 Zählgenauigkeit nach Querschnitt

Für die Kontrollzählung ab Video wurde – wie auf der Seebrücke – der Nachmittag und frühe Abend des Mittwoch, 28. August 2019 gewählt und zwar folgende Zeiten: 14 bis 15 Uhr, 15.45 bis 16.15 Uhr sowie 17.30 bis 18.00 Uhr. Insgesamt waren das zwei Stunden. Daraus lassen sich bereits die wichtigsten Erkenntnisse gewinnen. Die Auswertung wird je separat nach den drei Querschnitten dargestellt.

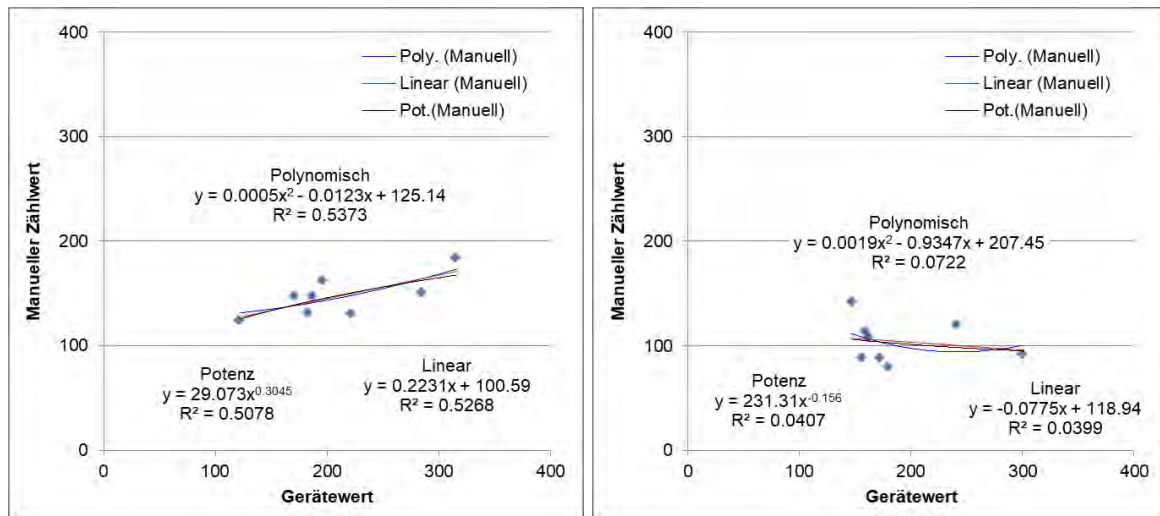
Querschnitt Zebrastreifen (Verbindung Altstadt-See)

Das Zählgerät registriert an diesem Querschnitt deutlich mehr Personen als tatsächlich den Fussgängerstreifen überqueren. Die Gründe dafür werden untenstehend erläutert.

Gerätekalibrierung: Die Abweichung, d.h. die Überzählung beträgt im sichtbaren Bereich knapp 59%. Sie ist Richtung See – also, wenn sich Leute aufs Zählgerät zubewegen – mit 82% fast doppelt so gross wie Richtung Altstadt mit 43%. Während die Abweichungen in Richtung Altstadt noch

eine gewisse, wenn auch geringe Systematik aufweisen (das R^2 beträgt um die 50%), scheinen die Abweichungen Richtung See sehr unsystematisch zu sein (R^2 unter 10%).

Abbildung 29: Statistische Kennwerte des Vergleichs von manueller und Gerätezählung am Querschnitt Zebrastreifen im sichtbaren Bereich; linke Darstellung: Richtung Altstadt, rechts: Richtung See



Nach Angaben des Anbieters ist der Grund für die Abweichung, dass auch einzelne Fahrzeuge als Zufussgehende gezählt worden sind, insbesondere die Busse, da der Algorithmus noch Probleme mit deren Erfassung hat, wenn im Bild nicht das ganze Fahrzeug gleichzeitig erkennbar ist. Wie auf den Bildern unten zu sehen ist, wird auch ein Teil des Fahrzeugs am Rand des blauen Perimeters als Fussgänger definiert (dunkelrosa Trackingspuren – als Fahrzeug sollten diese blau sein). Um eine Mitzählung von Fahrzeugen zu vermeiden, hätte eine bessere Abgrenzung der Perimeterlinie bzw. der Fahrzeugzone vorgenommen werden sollen (siehe rote Markierungslinie auf dem linken Bild). Zu den weiteren Gründen für die Ungenauigkeit gehört gemäss EcoCounter, dass vermutlich der Lichtsignalmast inmitten des Fussgängerbereichs zu Falschzählungen geführt hat (siehe Bild rechts, rot eingekreist). Mit dem Anpassen der Zähllinie (grüne Linie), hätten diese Probleme vermindert werden können. Nicht zuletzt werden aufgrund der beschränkten Reichweite des Geräts grössere Gruppen am oberen Rand des Zebrastreifens nicht immer zuverlässig erfasst, was ebenfalls zu Überzählungen führt.

Abbildung 30: Gründe für die starken Überzählungen am Zebrastreifen gemäss Anbieterangaben

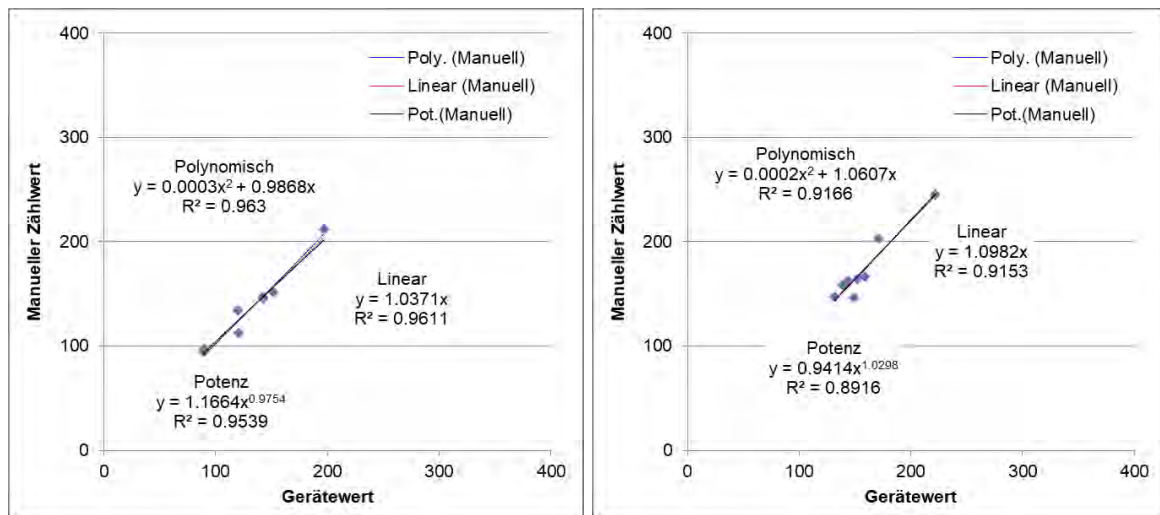


Gesamtkalibrierung: Um die Werte für das gesamte Fussgängeraufkommen hochzurechnen, werden auch solche Personen einbezogen, die den Zebrastreifen ausserhalb des erfassten Zählquerschnitts gequert haben – sofern man dies auf den Videoaufnahmen erkennen konnte. Der Anteil der querenden Personen im nicht erfassten Bereich macht doch rund 18% am Gesamtaufkommen aus. Bezieht man diese Personen mit ein, so ergibt sich noch eine Überzählung des Geräts von insgesamt 31%. In Richtung Altstadt beträgt sie 20% und in Richtung See 46%. Die entsprechenden einfachen Hochrechnungsfaktoren betragen 0.837 in Richtung Altstadt und 0.683 in Richtung See.

Querschnitt Süd (Richtung Seebrücke/Bahnhof)

Der Zählquerschnitt unmittelbar unterhalb des Citix-3D-Sensors wird mit Abstand am genauesten erfasst. Im vom Gerät erfassbaren Bereich ergibt sich eine leichte Unterzählung von 6%. In Richtung Brücke beträgt sie gar nur 3%, in Richtung Schweizerhofquai deren 9%. Angesichts des grossen „Gewusels“ ist das ein sehr gutes Resultat. Die Ungenauigkeit ist über die Zeit auch recht konstant und schwankt relativ wenig, was sich in einem hohen R^2 niederschlägt – in Richtung Bahnhof beträgt dieses 96%, in Richtung Schweizerhofquai 91%.

Abbildung 31: Statistische Kennwerte des Vergleichs von manueller und Gerätezählung am Querschnitt Süd im sichtbaren Bereich; linke Darstellung: Richtung Brücke/Bahnhof, rechts: Richtung Schweizerhofquai



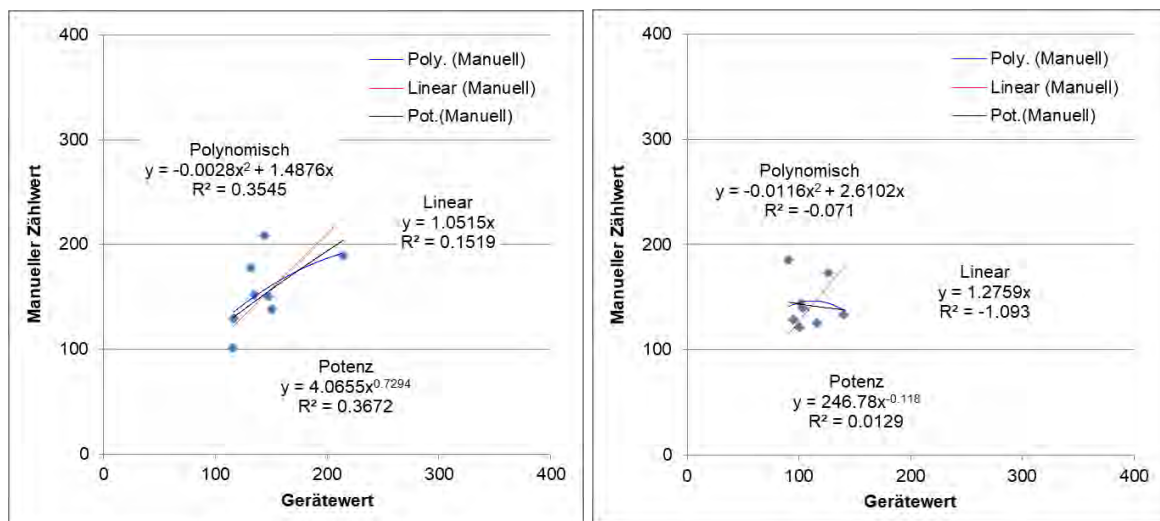
Bezieht man auch die fürs Zählgerät nicht sichtbaren PassantInnen mit ein – es sind vor allem Personen, die Richtung Zebrastreifen oder von diesem Richtung Brücke gehen – resultiert eine Unterschätzung von insgesamt 20%. In Richtung Brücke sind es -14% und in Richtung Schweizerhofquai -24%. Um das gesamte Aufkommen einigermaßen korrekt abzuschätzen werden die Gerätewerte deshalb mit folgenden Hochrechnungsfaktoren multipliziert: in Richtung Brücke mit 1.166 und in Richtung Schweizerhofquai mit 1.313.

Querschnitt Nord (Richtung Schweizerhofquai)

Gerätekalibrierung: Beim nördlichen Querschnitt Richtung Schweizerhofquai differieren die Daten des Zählgeräts und jene der Kontrollzählung ab Video ebenfalls, aber in etwas geringerem Ausmass als am Zebrastreifen. Dabei handelt es sich meist um eine Unterzählung des Geräts. In Richtung Brücke ergibt sich im sichtbaren Bereich eine Unterzählung von 6%, was ein gutes Resultat ist, in Richtung Schweizerhofquai ist sie mit -23% jedoch fast vier Mal so hoch. Im Durchschnitt beider Richtungen beträgt die Abweichung -15%. Allerdings sind die Abweichungen der einzelnen Viertelstunden sehr unsystematisch. Es entsteht in beide Richtungen eine Punktwolke ohne eindeutige Tendenz (siehe Abbildungen unten). Eine Aussage und Hochrechnung ist deshalb schwierig.

In der manuellen Zählung ab Video wurden alle Personen vermerkt, die über die Zähllinie gegangen sind, auch wenn sie dies mehrmals taten. Wie das Zählgerät solche Personen genau erfasst hat, z.B. jene, die genau der Zähllinie entlang vom Zebrastreifen an den See gingen und sich einmal auf dieser Seite und dann wieder auf der anderen Seiten befanden, ist unklar. Der Winkel und die Perspektive des Geräts waren wahrscheinlich nicht optimal für eine Zählung. Selbst die manuelle Auswertung ab Video war alles andere als einfach und klar. Von daher sind die Abweichungen eher als Grössenordnung zu sehen und nicht als präzise Genauigkeitsangabe.

Abbildung 32: Statistische Kennwerte des Vergleichs von manueller und Gerätezählung am Querschnitt Nord im sichtbaren Bereich; linke Darstellung: Richtung Brücke/Bahnhof, rechts: Richtung Schweizerhofquai

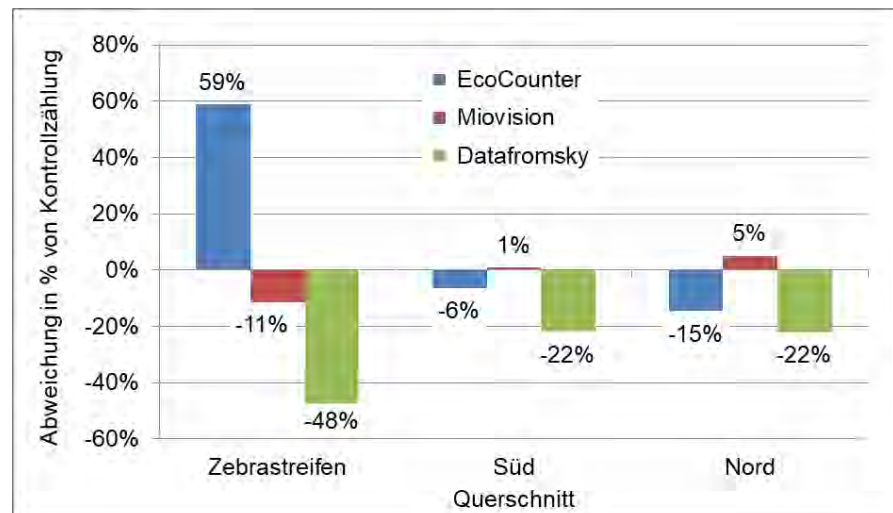


Gesamtkalibrierung: Die Personen, die ausserhalb des Sichtfeldes bzw. an der Zählstelle vorbeigingen, wurden wiederum separat erfasst und für die Gesamtkalibrierung einbezogen. Rund 22% aller Bewegungen der Zufussgehenden fand ausserhalb des Erfassungsbereichs statt. Nimmt man diese Werte dazu, so ergibt sich in Richtung Brücke/Bahnhof eine Unterzählung durch das Gerät von 21%, in Richtung Schweizerhofquai sind es -40% (im Durchschnitt beider Richtungen -30%). Obwohl eine eindeutige Tendenz für eine Hochrechnung schwer auszumachen ist, wurden die Gerätewerte mit folgenden Faktoren multipliziert: Richtung Brücke/Bahnhof mit 1.261 und Richtung Schweizerhofquai mit 1.658.

3.2.5 Vergleich aller drei Querschnitte nach Auswertungs-Instrumenten

Ein Vergleich der drei Auswertungsinstrumente von EcoCounter (Citix-3D), Miovision sowie Datafromsky zeigt, dass über die gesamte Dauer der Kontrollzählung die (kontrollierten) Algorithmen von Miovision an allen Zählstellen das genaueste Resultat liefern, gefolgt von EcoCounter und Datafromsky.

Abbildung 33: Vergleich der drei Auswertungsinstrumente von EcoCounter (Citix-3D), Miovision und Datafromsky für die gesamte 2-stündige Kontrollzählung



Betrachtet man die einzelnen Halbstunden-Intervalle, so ändert sich das Bild etwas (siehe Tabelle unten). Hier fällt auf, dass die Abweichungen bei Datafromsky in Prozenten für den jeweiligen Standort relativ konsistent sind, das heisst, sie variieren nur wenig. Das gleiche gilt auch für Auswertungen von 5-Minuten-Intervallen. Der verwendete Algorithmus erkennt offenbar viele Personen nicht, aber der Fehler scheint relativ systematisch zu sein. Allerdings wurde er – wie auch bei den anderen beiden Anbietern – nur für das Videomaterial an diesem Nachmittag geprüft. Zur Genauigkeit bei anderen äusseren Bedingungen wie Nacht, Regen oder winterlichen Verhältnissen kann keine Angabe gemacht werden.

EcoCounter zeigt vor allem am frühen Abend grössere Schwankungen, also wenn das Aufkommen am grössten und die Erfassung am Schwierigsten ist. Die Erklärungen für die Abweichungen bei EcoCounter, die vor allem den Zebrastreifen betreffen, sind oben angeführt.

Zur Interpretation der Miovisions-Daten muss man wissen, dass die Videos in zwei Gruppen auf die Plattform hinaufgeladen worden sind: eine erste Gruppe für die Zeit zwischen 17-18 Uhr und eine zweite für die Zeit von 14-17 Uhr. Die Auswertungen unterscheiden sich zwischen diesen beiden Chargen, z.B. am Zebrastreifen: zwischen 14.00 und 16.15 Uhr gibt es eine relativ konstante Unterzählung, zwischen 17.30 und 18.00 Uhr eine leichte Überzählung. Anders verhält es sich am Querschnitt Nord, wo die Zählung um die letztgenannte Zeit etwas aus der Reihe zu tanzen scheint. Die Erklärung dafür ist möglicherweise folgende: Miovision lässt gemäss eigenen Angaben von jeder Stunde 12% manuell nachzählen bzw. plausibilisieren. Es ist denkbar, dass diese Kontrolle jeweils innerhalb der gleichen Auswertungs-Charge konsistent ist, aber zwischen Chargen differiert. Auf eine entsprechende Frage antwortete Miovision, dass das Vorgehen immer gleich sei und dass die Unterschiede möglicherweise auf die Kontrollzählung selber zurückzuführen seien. Nun ist es tatsächlich so, dass auch die eigene manuelle Zählung ab Video keineswegs fehlerfrei ist. Trotzdem scheint die andere Erklärung plausibler, da ein ähnlicher Effekt bei einer Auswertung im parallelen Pilotprojekt der Stadt Zürich feststellbar war (siehe separaten Bericht).

Tabelle 6: Vergleich der drei Auswertungsinstrumente von EcoCounter (Citix-3D), Miovision und Datafromsky für die einzelnen Halbstunden-Intervalle der Kontrollzählung

	Querschnitt Zebrastreifen				Querschnitt Süd				Querschnitt Nord			
	Eco-Counter	Mio-vision	Data-fromsky	Aufk.	Eco-Counter	Mio-vision	Data-fromsky	Aufk.	Eco-Counter	Mio-vision	Data-fromsky	Aufk.
14.00-14.30	34%	-16%	-55%	469	-6%	11%	-25%	518	-14%	4%	-24%	523
14.30-15.00	23%	-18%	-50%	536	-5%	-1%	-20%	583	-2%	-1%	-23%	535
15.45-16.15	67%	-17%	-47%	462	-5%	-5%	-17%	571	-15%	4%	-24%	575
17.30-18.00	109%	4%	-41%	547	-9%	0%	-25%	812	-23%	12%	-19%	754
Gesamt	59%	-11%	-48%	2'014	-6%	1%	-22%	2'484	-15%	5%	-22%	2'387

Insgesamt lässt sich unter Berücksichtigung der obigen Erkenntnisse festhalten, dass die Plattform Miovision trotz der Schwankungen in den einzelnen Halbstunden-Chargen über die gesamte zweistündige Kontrollzählung gesehen am genauesten ist. Die Fehlerquote liegt zwischen +1% und -11% und ist damit für eine so komplexe Situation sehr gering, das Ergebnis sehr gut. Allerdings müssten diese Werte mit einer längeren Kontrollzeit noch verifiziert werden.

Deutlich schlechter schneidet Datafromsky ab. Allerdings scheinen die Daten darauf hinzuweisen, dass die Abweichungen zum Teil systematisch sind und so eine Hochrechnung erlauben könnten.

EcoCounter liegt im Genauigkeitsbereich zwischen Miovision und Datafromsky. Selbst wenn man den Querschnitt Zebrastreifen weglässt, ist der Citix-3D Algorithmus etwas ungenauer als die Zählung von Miovision.

Während bei Miovision und Datafromsky zudem Stromdiagramme ableitbar sind, ist dies bei EcoCounter noch nicht möglich ist. Für die entsprechenden Darstellungen bzw. Resultate siehe Kapitel 3.3.2 unten.

3.3 Ergebnisse – Fussverkehrsaufkommen am Schwanenplatz

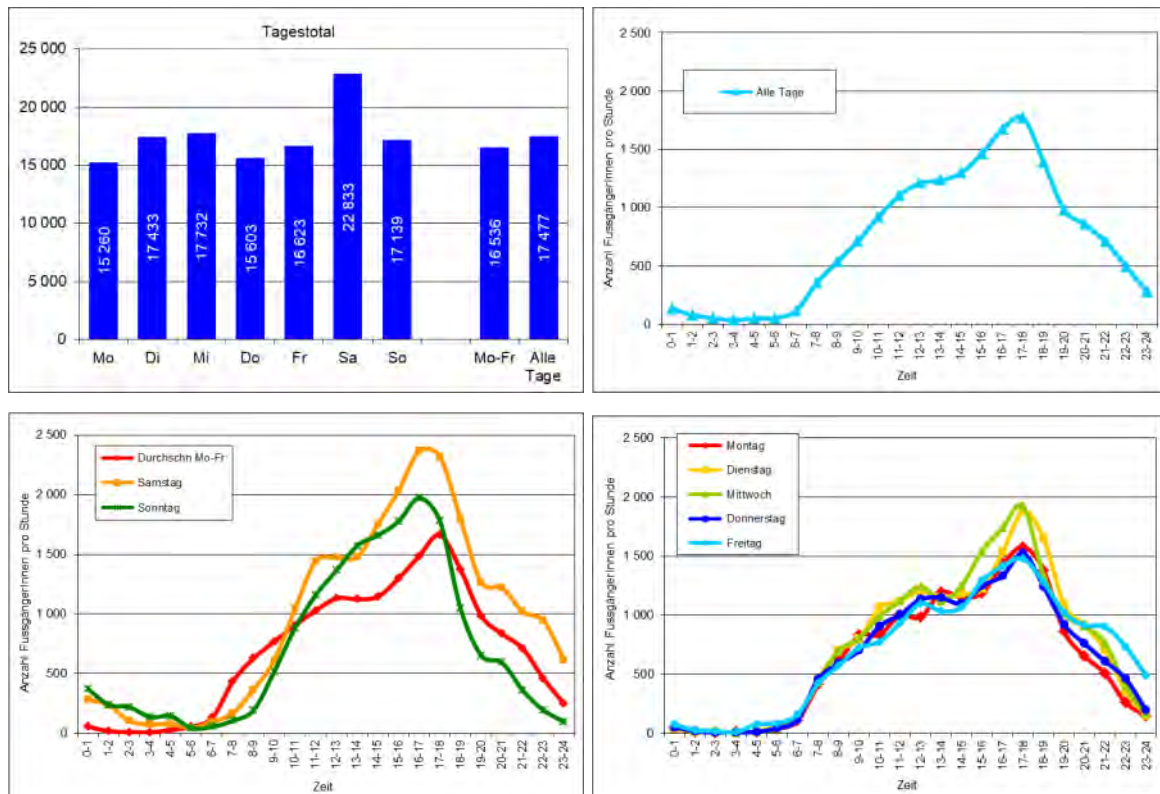
3.3.1 Tagesaufkommen und -ganglinien nach Querschnitten

Querschnitt Zebrastreifen (Verbindung Altstadt-See)

Im Tagesdurchschnitt überqueren im Sommer rund 17'500 Personen den untersuchten Zebrastreifen am Schwanenplatz. An Samstagen sind es gegen 23'000 Personen. Das Aufkommen über die Wochentage ist recht konstant, in der Erhebungszeit war es am Montag und Donnerstag leicht unterdurchschnittlich. Der Tagesgang zeigt am Samstagnachmittag einen Stunden-Maximalwert von knapp 2'400 Personen. Auch den ganzen Sonntagnachmittag über ist das Aufkommen recht

hoch, fällt am Abend dann aber schneller auf tiefere Werte als an den anderen Tagen. An den Werktagen wird die Spitze zwischen 17 und 18 Uhr mit rund 1'700 überquerenden Personen erreicht, an den Dienstagen und Mittwochen bis zu knapp 2'000 Personen. Die Richtungsanteile sind mit 52% Richtung Altstadt und 48% Richtung See relativ ausgeglichen.

Abbildung 34: Tagesaufkommen und Tagesganglinie am Querschnitt Zebrastreifen



Umlaufzeiten der Lichtsignalanlage

Die Umlaufzeit des seeseitigen Teils der Lichtsignalanlage LSA (bis zur Mittelinsel) beträgt in den Spitzenstunden am Abend 100 Sekunden. Davon sind für die FussgängerInnen 18 Sekunden als Grünphase und 7 Sekunden für die so genannte Räumphase (orange) reserviert. Weitere 75 Sekunden warten sie – dann ist das Lichtsignal für den Strassenverkehr auf grün geschaltet. FussgängerInnen erhalten also in der Abendspitzenstunde rund einen Viertel der Umlaufzeit.

In den Nachmittagsstunden beträgt die Gesamtumlaufzeit nur 90 Sekunden – die Länge der Grün- und Orangephase für die Zufussgehenden bleibt gleich, die Wartezeit ist auf 65 Sekunden reduziert. Pro Viertelstunden bedeutet dies 10 Umläufe, bei 100 Sekunden sind es noch 9.

Abbildung 35: Lichtsignalanlage: Umlaufzeiten, Phasen sowie Anzahl Personen pro Durchgang/Grünphase (durchschnittlich sowie maximal)

	Umlaufzeiten	Länge LSA-Phasen für FussgängerInnen			Durchschnitt pro Durchgang/Grünphase			Maximum pro Durchgang/Grünphase		
		Grün	Gelb	Rot	Ri Altstadt	Ri See	Total	Ri Altstadt	Ri See	Total *
14.00-15.00 Uhr	90s	18	7	65	17	13	30	37	44	81
15.45-16.15 Uhr	90s	18	7	65	18	11	29	35	25	47
17.30-18.00 Uhr	100s	18	7	75	22	14	36	55	32	66

* Total beide Richtungen eines Durchgangs (ist nicht Addition der maximalen Richtungsdurchgänge)

Im Durchschnitt queren pro Grünphase rund 30 bis 36 FussgängerInnen den Zebrastreifen in beiden Richtungen. Am Abend sind es erwartungsgemäss etwas mehr als am Nachmittag. Das maximale Aufkommen eines Durchgangs wurde allerdings am Nachmittag mit 81 Personen registriert, was auf die dann häufig grösseren Gruppen an BesucherInnen und Touristen zurückzuführen ist.

Da der Zebrastreifen mit 10 Metern relativ breit ist, kommen sich die FussgängerInnen nur bei grossem Aufkommen in die Quere, v.a. dort wo sich die Ströme von beiden Seiten her kreuzen. Die Auswertung basiert nur auf den 2 Stunden Videomaterial. Es ist durchaus möglich, dass sich zu anderen Zeiten andere Durchschnitts- und Maximalwerte ergeben.

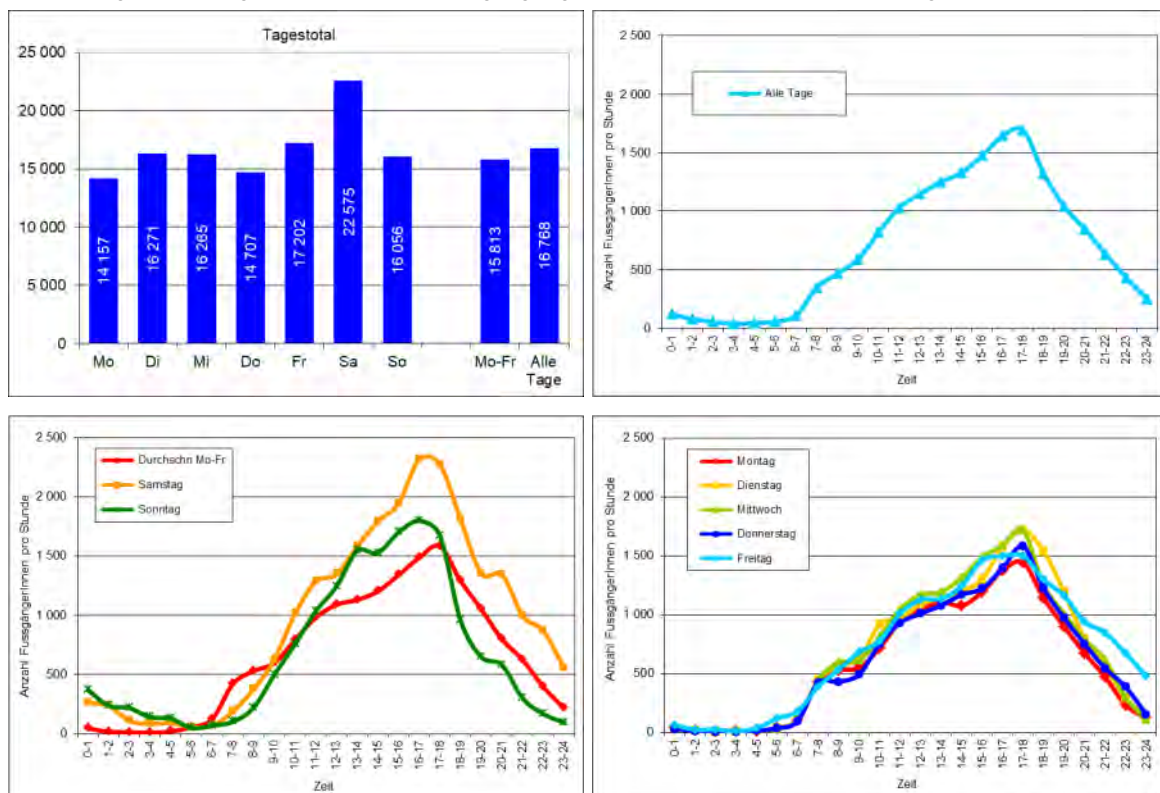
Querschnitt Süd (Richtung Seebrücke/Bahnhof)

Das Tagesaufkommen am Querschnitt Süd ist etwa gleich gross wie jenes am Zebrastreifen mit rund 16'800 Personen pro Tag. Auch hier ist es am Samstag am höchsten sowie montags und donnerstags am niedrigsten. Auch die Tagesganglinien gleichen sich stark mit den Spitzen jeweils am späteren Nachmittag, insbesondere am Wochenende.

Dass das ausgewiesene Aufkommen hier niedriger ist als bei der Zählstelle auf der Seebrücke (siehe oben), dürfte unter anderem mit der kürzeren Erhebungszeit von nur 3 Wochen und dem damit zusammenhängenden Wittereinfluss am Schluss der Erhebungsphase zusammenhängen. Zudem dürften die Hochrechnungsfaktoren eine Rolle spielen, die angewandt wurden, um Personen ausserhalb des Kamerasichtfeldes zu berücksichtigen. Sie sind vermutlich trotz Kalibrierung nicht vollständig mitgezählt worden. Bereinigt man den Faktor der ungleichen Erhebungszeit resultiert ein Unterschied von 6% über alle Tage. Ob und welche anderen Faktoren allenfalls auch noch hineinspielen könnten, bleibt unklar.

Richtungsmässig sind 45% auf dem Weg zur Brücke bzw. dem Bahnhof und 55% gehen Richtung Schweizerhofquai (bzw. über den Zebrastreifen).

Abbildung 36: Tagesaufkommen und Tagesganglinie am Querschnitt Süd (Richtung Seebrücke/Bahnhof)



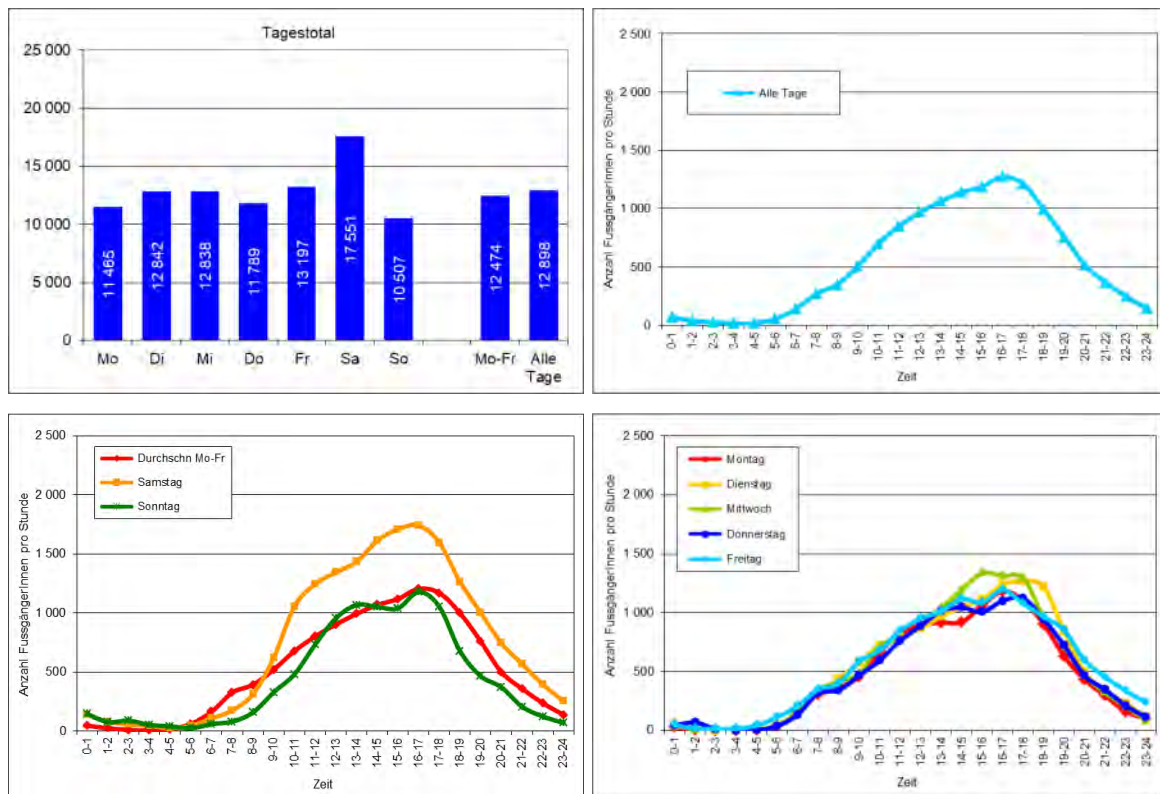
Querschnitt Nord (Richtung Schweizerhofquai)

Das Tagesaufkommen am Querschnitt Nord ist deutlich geringer als an den Querschnitten Süd und am Zebrastreifen – es beträgt nur etwa 75% der andern beiden Zähllinien. Im Schnitt aller Tage passieren knapp 13'000 Personen den Querschnitt von oder in Richtung Schweizerhofquai. Am Samstag sind es mit 17'500 Personen ebenfalls am meisten im Vergleich zu den anderen Wochentagen. Erstaunlich gering ist das Aufkommen mit 10'500 Personen an Sonntagen, was einerseits der tiefste Wochenwert ist und andererseits auch im Vergleich zu den andern Zähllinien am Schwanenplatz abfällt. Möglicherweise spielt das schlechte Wetter an zwei der drei Sonntage

eine Rolle. Die Menschen haben an diesen Tagen wahrscheinlich auf den Spaziergang entlang der Seepromenade verzichtet. Vergleicht man die drei Sonntage direkt miteinander, so zeigt sich, dass am schönen 25. August rund 14'000 Personen den Querschnitt passierten, an den beiden Schlechtwettersonntagen 1. und 8. September jedoch nur rund 10'800 bzw. gar nur 6'600 Personen (siehe Tagesaufkommen über die Erhebungszeit unten).

Das Richtungsverhältnis ist genau umgekehrt wie am Querschnitt Süd: 55% sind in Richtung Brücke/Bahnhof unterwegs (oder zweigen nach der Zähllinie Richtung Altstadt ab) und 45% in Richtung Schweizerhofquai.

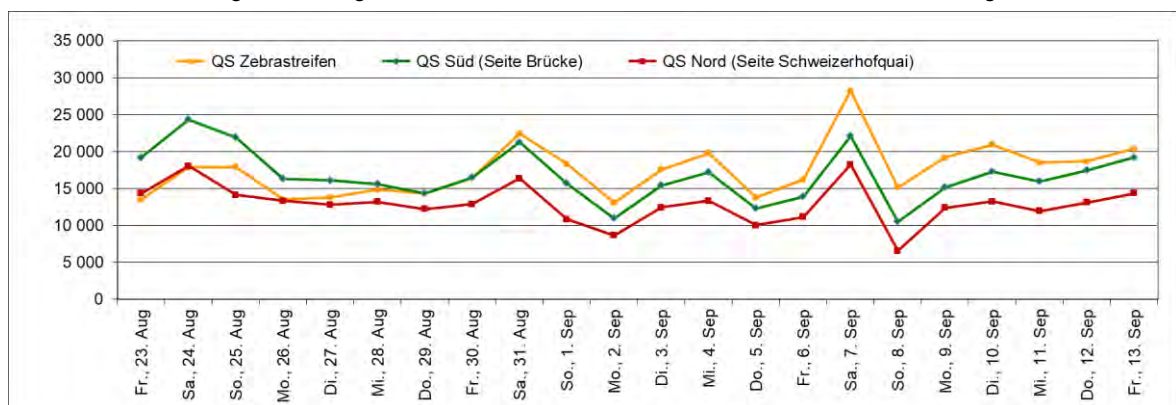
Abbildung 37: Tagesaufkommen und Tagesganglinie am Querschnitt Nord (Richtung Schweizerhofquai)



3.3.2 Tagesaufkommen im Vergleich und Wegbeziehungen (Stromdiagramme)

Das Tagesaufkommen an den drei Querschnitten zeigt mit der Ausnahme der Tage von Ende August am Zebrastreifen eine relativ gleichförmige Bewegung über die Erhebungszeit. Worauf die Differenz beim Zebrastreifen zurückzuführen ist, bleibt unklar.

Abbildung 38: Tagesaufkommen an den drei Querschnitten über die Erhebungszeit



Wegbeziehungen der Zufussgehenden (Stromdiagramme)

Idealerweise hätte aus den Daten der Citix-3D ein Stromdiagramm resultieren sollen, also eine Darstellung auf der man sieht, wie viele Personen von wo nach wo unterwegs sind – zum Beispiel von der Seebrücke über den Zebrastreifen Richtung Altstadt (bzw. umgekehrt). Mit der derzeitigen Software der Citix-3D ist das aber noch nicht möglich. Der Anbieter arbeitet gemäss eigenen Angaben jedoch daran, um den Leuten auf den Bildern „folgen“ zu können und so Wegbeziehungen abbilden zu können. Ebenso sind Bestrebungen im Gang, die Anzahl von Personen in bestimmten Bereichen (Zonen) zu identifizieren und zu zählen.

Die Auswertungs-Plattformen Miovision und Datafromsky stellen hingegen Grundlagen für die entsprechenden Darstellungen der Wegbeziehungen von sich aus zur Verfügung. Miovision bereitet die Daten auch gleich grafisch auf, wie nebenstehendes Beispiel vom Schwanenplatz für den 28. August 2019 von 17-18 Uhr zeigt. Bei Datafromsky wird eine Pivottabelle ausgegeben, die man entsprechend auswerten kann (siehe Tabelle unten).

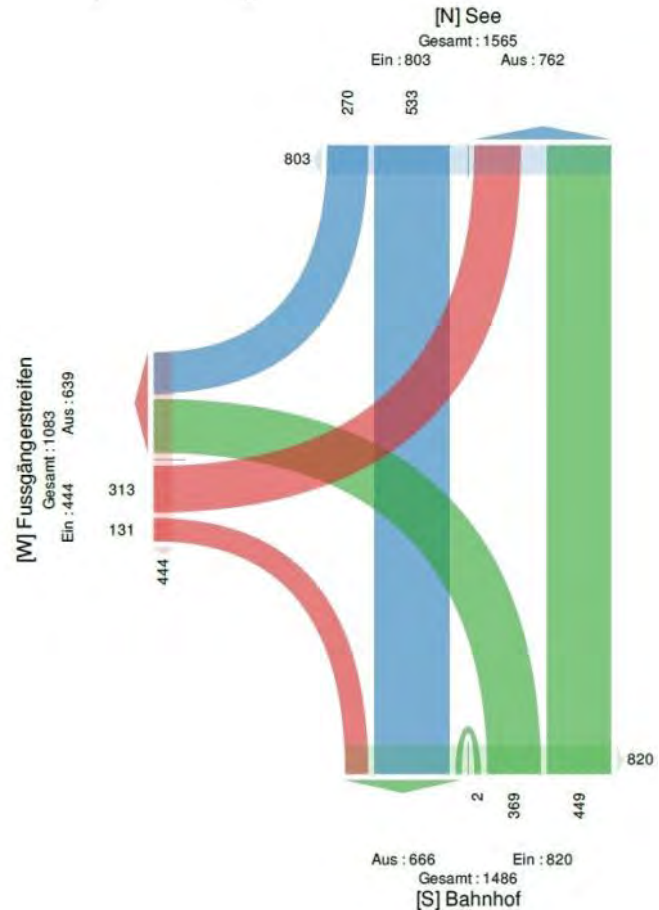


Abbildung 39: Stromdiagramm von Miovision für den Schwanenplatz, 28. August 2019, 17-18 Uhr

Tabelle 7: Wegbeziehungen als Resultat der Analyse von Datafromsky (Benennung analog zu Miovision), Schwanenplatz, 28. August, 17-18 Uhr

	Von-See				Von-Bahnhof				Von Fussgängerstreifen			
	Ri Bahnhof	Ri Streifen	Ri See	Total	Ri Bahnhof	Ri Streifen	Ri See	Total	Ri Bahnhof	Ri Streifen	Ri See	Total
17.00-17.15	77	22	1	100	9	50	75	134	12	1	9	22
17.15-17.30	74	16	2	92	3	34	72	109	12	2	28	42
17.30-17.45	87	16	1	104	5	27	77	109	14	1	29	44
17.45-18.00	62	20	3	85	7	34	100	141	15	2	22	39
Total 17-18 Uhr	300	74	7	381	24	145	324	493	53	6	88	147

3.3.3 Wichtigste Kennzahlen, Spitzenwerte und Richtungsanteile

In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten Kennzahlen für den Schwanenplatz als Übersicht angeführt. Der Durchschnittliche Tagesverkehr (DTV) zu Fuss beträgt am Zebrastreifen und am Querschnitt Süd um die 17'000 Personen, knapp 13'000 pro Tag sind es am Querschnitt Nord. Von Montag bis Freitag (Werktagsverkehr DWV) überqueren durchschnittlich 16'550 Personen den Zebrastreifen, an Samstagen sind es 22'850 und an Sonntagen 17'150 Zufussgehende. Am Querschnitt Süd sind die Zahlen ähnlich hoch, am Querschnitt Nord hingegen deutlich niedriger.

Am Spitzentag, Samstag, 7. September überquerten mehr als 28'000 FussgängerInnen den Zebrastreifen, in der Spitzenstunde zwischen 16 und 17 Uhr waren es knapp 3'200 Personen. An den beiden anderen Querschnitten waren die Frequenzen etwas niedriger, am Querschnitt Süd war der Spitzentag der Samstag, 24. August, die Spitzenstunde hingegen ebenfalls am Samstag, 7. September. Am Querschnitt Nord wurde die Spitzenstunde am 24. August zwischen 15 und 16 Uhr mit etwas über 1'850 Personen erreicht; der Spitzentag mit einem 10 Mal so hohen Aufkommen war der Samstag, 7. September.

Tabelle 8: Wichtigste Kennzahlen, Spitzenwerte und Richtungsanteile am Schwanenplatz (auf 50 Personen gerundet)

	Zebrastreifen (Verbindung Altstadt-See)	Querschnitt Süd (Seite Brücke)	Querschnitt Nord (Seite Schweizerhofquai)
DTV *	17'500	16'750	12'900
DWV **	16'550	15'800	12'450
Samstage	22'850	22'600	17'550
Sonntage	17'150	16'050	10'500
Spitzentag	28'200 Samstag, 7. Sept.	24'350 Samstag, 24. August	18'250 Samstag, 7. Sept.
Spitzenstunde	3'200 Sa, 7. Sept., 16-17 Uhr	2'450 Sa, 7. Sept., 16-17 Uhr	1'850 Sa, 24. Aug., 15-16 Uhr
Richtungsanteile	Altstadt: 52% See: 48%	Brücke/Bahnhof: 45% Schweizerhofquai: 55%	Brücke/Bahnhof: 55% Schweizerhofquai: 45%

* Durchschnittlicher Tagesverkehr; ** Durchschnittlicher Werktagsverkehr

Abbildung 40: Fussgängerübergang am Schwanenplatz



3.4 Aufwand, Erfahrungen und Erkenntnisse – ein Fazit

3.4.1 Aufwand und Kosten des Geräts

In der folgenden Übersicht sind analog zur Aufstellung auf der Seebrücke die Kosten für die Gerätemiete bzw. den -kauf, die Installation und das Datenmanagement aufgeführt.

Tabelle 9: Gerätemiete(-kauf), Installations- und Datenmanagementkosten (Total auf 10 € bzw. Fr gerundet)

Citix-3D-Sensor, Firma EcoCounter Zähldauer: 3 Wochen		
Forschungsprojekt	Preis	Kommentar
Gerätemiete	€ 700	Inkl. Zubehör ; Miete ursprünglich nur für 2 Wochen, jedoch zu gleichen Bedingungen für 4 Wochen gewährt
Installation & Inbetriebnahme *	€ 980 **	Installationsunterstützung, Einweisung und Schulung (Tagessatz)***
Datenmanagement	---	Im Mietpreis inbegriffen
Total ohne MWST	€ 1'680	Fr. 1'880
Listenpreise		
Gerätekauf	€ 8'400	Zuzüglich Mehrwertsteuer
Installationskosten	€ 980	Nur Unterstützung, die Installation erfolgt durch Käufer
Datenmanagement	€ 300 / Jahr	Ohne Zusatzdienstleistungen wie z.B. Wetterdaten

* Ohne Installationsaufwand der Stadt Luzern

** Der Tagesansatz umfasst auch die Unterstützung der Installation auf der Seebrücke – er wurde nur 1x verrechnet.

*** Bei EcoCounter erfolgt die Einweisung zur Erstinstallation kostenlos, weitere Einsätze werden zum Tagessatz verrechnet; die Installation muss vom Käufer/Mieter selber vorgenommen werden. In diesem Forschungsprojekt wurde die Gratispauschale der Erstinstallation für die Unterstützung der Montage in Basel beansprucht.

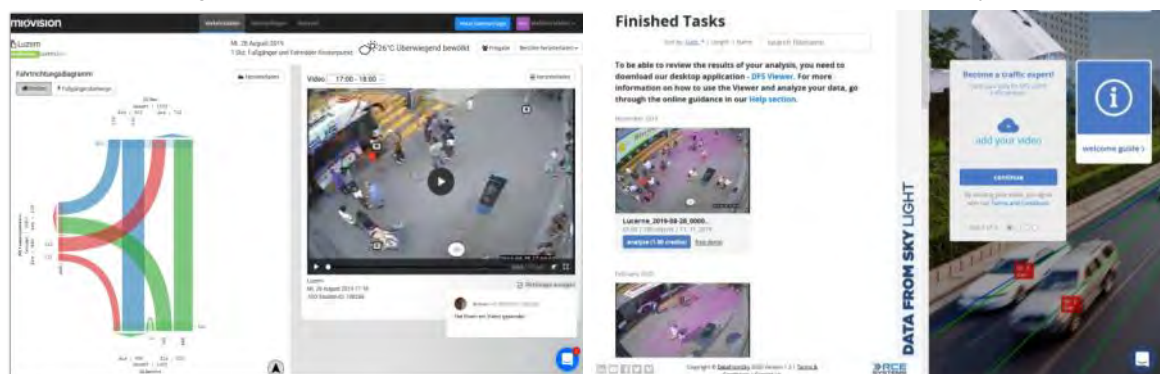
Im Vergleich dazu die Kosten der Auswertungen durch die beiden Plattformen Miovision und Datafromsky:

Bei **Miovision** unterscheiden sich die Preise je nach Art der gewünschten Analyse. Eine „Junction-Analyse“ wie sie in Luzern vorgenommen wurde, kostet beispielsweise € 12.60 pro Stunde.

Bei **Datafromsky** kann man die ersten 5 Minuten jedes Videos gratis analysieren lassen (als Test), anschliessend kostet jede Stunde Analyse € 4.20. Je mehr man analysieren lässt, desto günstiger wird es und desto prioritärer wird die Auswertung behandelt.

Eine Auswertung mit diesen beiden Plattformen lohnt sich vor allem dann, wenn man kurzzeitige Analysen machen lassen will. Für Preise von Dauer-Erhebungen sind die beiden Plattformen zu kontaktieren und Preise abzusprechen.

Abbildung 41: Bildschirmfotos der Plattformen Miovision (links) und Datafromsky (rechts)



3.4.2 Erfahrungen und Erkenntnisse

Im Folgenden werden die eingesetzte Technologie und das Zählgerät auf Basis des vorgegebenen Kriterienkatalogs beurteilt.

Tabelle 10: Erfahrungen und Erkenntnisse des Zählgeräteeinsatzes am Schwanenplatz

Kriterium	Erfahrungen / Erkenntnisse
Vorbereitung / Installation	<p><u>Geräteeigenschaften und Montagemöglichkeiten</u></p> <p>Die Suche nach einem geeigneten Montageort für die 3D-Kamera war nicht ganz einfach. Denn deren Erfassungs-Reichweite beträgt nur rund 12 Meter (ab einer Höhe von ca. 6-7 Meter). Zudem dürfen keine Sichtbehinderungen oder Starkstromkabel in der Nähe vorhanden sein. Das Gerät konnte den hier benötigten Zählbereich gerade abdecken. Etwas mehr Reichweite hätte vermutlich die Datenqualität verbessert.</p> <p>Das Gerät ist mit 19.5 kg und den Massen von 1200 x 205 x 110 mm relativ gross und schwer. Es braucht also einen massiven Kandelaber, um es sturmsicher zu verankern. Der Vorteil ist, dass es alle Zubehörteile in einem Gehäuse enthält, also sowohl den Sensor, den Speicher und das Übermittlungsmodul und nicht noch verschiedene Installationen dafür vorgenommen werden müssen. Nach Angaben des Anbieters ist zurzeit eine leichtere und kompaktere Version des Geräts in Entwicklung.</p> <p>Die Montage wurde von einem durch die Stadt Luzern beauftragten Unternehmen mit einer Hebebühne professionell durchgeführt und ein Stromanschluss gelegt. Die Festlegung von Perimeter und Zähllinien sowie die Kalibrierung erfolgte durch eine Fachperson von EcoCounter.</p>
Durchführung Erhebung / Betrieb	<p><u>Kontrollzählung</u></p> <p>Eine manuelle Kontrollzählung war wegen des grossen Aufkommens mit den zahlreichen Grossgruppen nicht durchführbar. Eine parallele Videoaufzeichnung hat es ermöglicht, eine Kontrollzählung nachträglich vorzunehmen. Aufgrund der Komplexität der Situation war aber auch dies nicht einfach und sehr aufwändig. Für einen Dauereinsatz müsste die Kalibrierung und Justierung kurz nach der Installation vorgenommen und allenfalls mehrmals wiederholt werden, bis die Zähllinien und Abgrenzungen genau platziert sind. Dazu sind viele Stunden nötig bzw. im Voraus zu budgetieren.</p> <p><u>Ablauf der Zählung / Betrieb des Zählgeräts</u></p> <p>Der Betrieb (Zählung, Datenübermittlung etc.) lief problemlos über die drei Wochen.</p>
Nachbereitung / Datenqualität und Datenmanagement	<p><u>Datenqualität: Genauigkeit</u></p> <p>Die Citix-3D war vor allem am Querschnitt, an dem es faktisch eine Überkopf-Zählung gab, recht genau (Abweichung von 6%). Bei den anderen Querschnitten, die z.T. etwas weiter weg lagen, war die Qualität der Daten deutlich schlechter, selbst wenn man die Komplexität der Erhebungssituation in Rechnung stellt. Am Zebrastreifen war die Abweichung mit 59% eindeutig zu hoch. Der Grund dafür lag an einer ungenauen Kalibrierung und Ausgrenzung des Strassenverkehrs sowie des Lichtsignalkandelabers.</p> <p>Die Videodaten der Kontrollzählung wurden zusätzlich durch die Auswertungsplattformen von Miovision und Datafromsky analysiert. Miovision lieferte für die zweistündige Kontrollzeit die insgesamt genauesten Werte; die Qualität von Datafromsky war dagegen deutlich schlechter als jene von EcoCounter, allerdings auch mit einem gewissen systematischen Fehler. Während der Sensor von EcoCounter zurzeit noch kein Tracking vornehmen kann (es gab nur die Querschnitts-Werte), sind bei den beiden Plattformen Quell-Ziel-Auswertungen und damit die Darstellung eines Stromdiagramms möglich.</p> <p><u>Datenverwaltung, -abruf und -management</u></p> <p>Die Daten der Citix-3D wurden täglich auf den EcoCounter-Server übermittelt. Dort konnten sie auch angeschaut und in verschiedenen Formaten (xlsx, cvs etc.) heruntergeladen werden. Das Management der Daten hat problemlos funktioniert.</p> <p>Bei Miovision und Datafromsky können die Videos auf deren jeweilige Server geladen werden, von wo einige Stunden bis einige Tage später die Resultate der Auswertungen bezogen werden können. Bei Miovision resultieren eine Tabelle (xlsx oder cvs) mit verschiedenen wählbaren Intervallen (z.B. 1, 5, 10, 15 Minuten etc.) sowie ein Stromdiagramm. Bei Datafromsky wird ein File geliefert, in dem alle Objekte (Auto, Velos, Fussgänger) identifiziert und kategorisiert sind. Anhand dieses Files und des Videos lassen sich Zählquerschnitte und Zonen bestimmen, um eigene Auswertungen vorzunehmen und sie sich in einer Vielzahl von Formaten ausgeben zu lassen.</p>

3.4.3 Zusammenfassendes Fazit und Empfehlungen

Eignung des Geräts

Die Erhebung am Schwanenplatz war zusammen mit jener am Löwenplatz sehr komplex und mit zahlreichen hohen Anforderungen verbunden. Diese begannen mit der Wahl des Standorts für das Zählgerät, seinem Abdeckungsperimeter und der Definition der Zähllinien und endete mit dem vielen unterschiedlichen Bewegungsmustern, die vor dieser Lichtsignalanlage entstehen.

Die Erfassungsbreite der Citix-3D beträgt 12 Meter und war für den gewählten Zählstandort knapp ausreichend. Idealerweise hätte ein grösserer Perimeter abgedeckt werden sollen, was die Zuverlässigkeit der Zählung an einzelnen Querschnitten erhöht hätte.

Wenn das Gerät die Personen direkt von oben erfassen kann, weist es eine relativ hohe Genauigkeit auf, insbesondere angesichts der komplexen Situation. Muss das Gerät die Personen aber in einer schrägen Perspektive und z.T. weiter weg (Weitwinkel) oder angrenzend an den Strassenraum erfassen, nimmt die Genauigkeit schnell ab. Der Fehler ist zudem nicht mehr systematisch, sondern es resultiert eine Punktwolke und entsprechend schwierig ist es, Hochrechnungsfaktoren zu bestimmen. Wichtig ist, eine sehr genaue und sorgfältige Kalibrierung und Identifizierung der Fahrzeuge und Zufussgehenden, um Fehlzählungen früh genug zu identifizieren.

Daten und Datenqualität

Die Citix-3D erlaubt im derzeitigen Entwicklungsstand noch kein Tracking und entsprechend konnten auch keine Stromdiagramme erstellt werden. Dies im Gegensatz zu den beiden Auswertungsplattformen Miovision und Datafromsky. Während bei letzterer die Genauigkeit nicht sehr hoch war, allerdings mit einem gewissen systematischen Fehler, überzeugte erstere deutlich mehr. Sie, ist allerdings auch teuer und nicht für eine Dauerzählung geeignet. Beide Plattformen können neben dem Aufkommen an den Querschnitten, wie erwähnt, auch Quell-Zielverbindungen ausgeben woraus sich Stromdiagramme darstellen lassen.

Die erhofften Aussagen zur Dichte und zum Verhalten der Menschen im Perimeter konnten leider nicht mit automatischen Auswertungen erreicht werden. Dazu sind die hier vorliegenden Analyse-Algorithmen noch zu wenig ausgereift. Um solche Aussagen machen zu können, muss weiterhin auf qualitative Beobachtungen – vor Ort oder mit Video – zurückgegriffen werden (siehe unten).

Aufwand und Kosten – Preis-/Leistungsverhältnis

Der Aufwand für die Installation ist hoch, ebenso der Preis für das Gerät, vor allem wenn man berücksichtigt, dass es gross und schwer ist und nur einen beschränkten Erfassungsperimeter hat. Nach Angaben des Herstellers ist eine leichtere und kompaktere Version mit verbesserter Analysesoftware zurzeit in Entwicklung. Rechnet man den Kalibrierungs- und Justierungsaufwand dazu – unter anderem mit der Montage einer zusätzlichen Videokamera und der anschliessenden Analyse – so wird der Aufwand schnell sehr hoch und lohnt sich nur, wenn man auf Dauer zählen will.

Die Analyse von Videoaufnahmen durch eine Auswertungsplattform ist vor allem für eine Kurzzeitzählung eine Alternative. Allerdings ergeben solche Aufnahmen ein grosses Datenvolumen und sind relativ teuer zum Auswerten. Dies gilt insbesondere für die Plattform Miovision, die jedoch auch eine gute Qualität liefert. Für eine kurzzeitige Zählung, die zudem mit einer Quell-Ziel-Matrix versehen ist, lohnt sich der grössere Aufwand. Datafromsky hat ein interessantes Auswertungs- und Geschäftsmodell, das den Anwender viel selber gestalten lässt, allerdings ist die Identifizierungsrate der Zufussgehenden und damit die Datenqualität nicht sehr hoch.

Fazit und Empfehlungen

Für eine längerfristige Zählung an dieser komplexen Stelle sind weder das geprüfte Gerät noch die beiden Auswertungs-Instrumente geeignet. Es wird deshalb im Folgenden eine Alternative vorgeschlagen, die auch andernorts eingesetzt werden könnte.

Empfehlung 1: Ableitung des Aufkommens am Schwanenplatz von jenem der Seebrücke

Für den Schwanenplatz lässt sich gut zeigen, wie man mit Analogschlüssen das Aufkommen an einer Zählstelle von einer anderen ableiten kann. So zeigt es sich zum Beispiel, dass das Tagesaufkommen am Zebrastreifen vom genauer und einfacher zu messenden Zählquerschnitt auf der Seebrücke abgeleitet werden kann. Die Zahl der Querungen im Tagestotal entspricht ziemlich genau jener Personen, die auf der Seeseite über die Brücke gehen – siehe nachfolgende Tabelle. Das Bild ist über die einzelnen Tage erstaunlich konsistent (Ausnahme ist der Freitag). Insgesamt ergibt sich eine Übereinstimmung für alle Tage von 99%. Das Aufkommen am Querschnitt Nord macht rund 75% jenes auf der Seebrücke aus. Auch hier ist das Bild unter der Woche relativ konsistent, einzig der Sonntag weicht deutlich davon ab (wobei bekanntlich die Zählung des Sonntags auf der Brücke wettermässig nicht genau mit den Tagen unter der Woche vergleichbar ist).

Tabelle 11: Anteil des Aufkommens am Zebrastreifen und am Querschnitt Nord gemessen am Aufkommen auf der Seebrücke (Seite See)

	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag	Mo-Fr	Alle Tage
Anteil Zebrastreifen	101%	99%	101%	97%	92%	100%	101%	98%	99%
Anteil Querschnitt Nord	76%	73%	73%	73%	73%	77%	62%	74%	73%

Sofern die Stadt Luzern eine permanente Zählstelle auf beiden Seiten der Seebrücke einrichtet, kann sie daraus auch die Zahl der Personen, die den Fussgängerstreifen queren, ableiten. Die Verhältniszahl kann periodisch (z.B. saisonal) mittels Videoaufnahmen überprüft und gegebenenfalls angepasst werden. Auch wenn die Zahlen nicht perfekt sind, die Grössenordnung dürfte so auf alle Fälle ableitbar sein.

Empfehlung 2: Qualitative Video-Beobachtungen und inhaltliche Schlussfolgerungen

Um Aussagen zur Dichte und zum Verhalten der Menschen machen zu können – was derzeit automatisch noch kaum möglich scheint – wird empfohlen, (weiterhin) mit manuellen Beobachtungen vor Ort und Videoanalysen zu arbeiten. So lassen sich aus den Video- und Livebeobachtungen am Schwanenplatz beispielsweise folgende Aussagen ableiten – einzelne Aspekte sind untenstehend mit Bildschirmfotos der Videoaufnahmen illustriert:

- Die Leute warten z.T. in mehreren Reihen. Vor allem bei grösseren Gruppen am Abend und bei langer Umlaufzeit (100 Sekunden) kann es zu Staus und Konflikten im Fussgängerbereich kommen. Die Situationen sind aber nicht sehr zahlreich und kaum gefährlich. Sie beeinträchtigen aber den Komfort der Zufussgehenden.
- Konflikte gibt es auch, wenn sich der Strom vom Fussgängerstreifen mit jenem von der Seebrücke und/oder dem Schweizerhofquai her mischt. Das hat häufig damit zu tun, dass es Touristengruppen von der Altstadt her direkt ans Seeufer zieht, um dort Fotos zu machen. Entsprechend halten sich auch häufig viele Personen im Bereich des Ufers auf.
- Ein Hindernis bilden zuweilen mitten auf dem Trottoir stehende Personen bzw. Personengruppen oder Fotografierende, die sich selber, ihre Familie oder Freunde vor dem Alpenpanorama ablichten.
- Die meisten Zufussgehenden kommen in einem Zug über die ganze Strasse, nur wenige bleiben auf der Mittelinsel stehen; ganz selten reicht es einer meist älteren oder gehbehinderten Person nicht während der Grün- und orangen Räumphase hinüber. Die Grünzeiten sind in beide Richtungen also genügend; die Wartezeiten sind mit 90 bis 100 Sekunden hingegen relativ lang und es kommt v.a. bei grösseren Gruppen manchmal zu Rückstaus auf dem Trottoir.
- Wegen des hohen MIV-Aufkommens, der Breite der Fahrspuren und der Tatsache, dass es sich bei den meisten Wartenden um TouristInnen handelt, die Zeit haben, kommt es selten zu unüberlegten Überquerungen bei Rot.
- Die meisten Leute stehen still, sobald sie von den Seiten her den Zebrastreifen erreichen. Bei (grösseren) Gruppen führt dies dazu, dass die ersten gleich am Streifenende warten und die anderen dahinter stehen bleiben und in der Folge häufig ausserhalb des Streifens queren.

- Die Breite des Zebrastreifens ist gut – verbreitern ist nicht nötig, es würde nur die Wartenden „auseinanderziehen“; verschmälern wäre auf der anderen Seite ebenfalls nicht gut, da sich sonst v.a. Gruppen nicht mehr entlang des Streifens verteilen können.
- Am frühen Abend zwischen 17.30 und 18.00 Uhr scheinen die Leute schneller zu gehen als am Nachmittag und ihre Bewegungen scheinen disperser zu sein. Dies könnte damit zu tun haben, dass es zu dieser Zeit neben den TouristInnen auch viele PendlerInnen gibt, die schneller vorankommen wollen und z.T. auch Joggende.

Abbildung 42: Enge Situationen entstehen v.a. wenn Wartende oder Fotografierende mitten auf dem Trottoir stehen und den Weg verschmälern. Das kann bei relativ geringem Aufkommen vorkommen wie auch bei sehr hohem mit grossen Gruppen. Zum Teil weichen PassantInnen dann auf die Seite des Ufers aus.

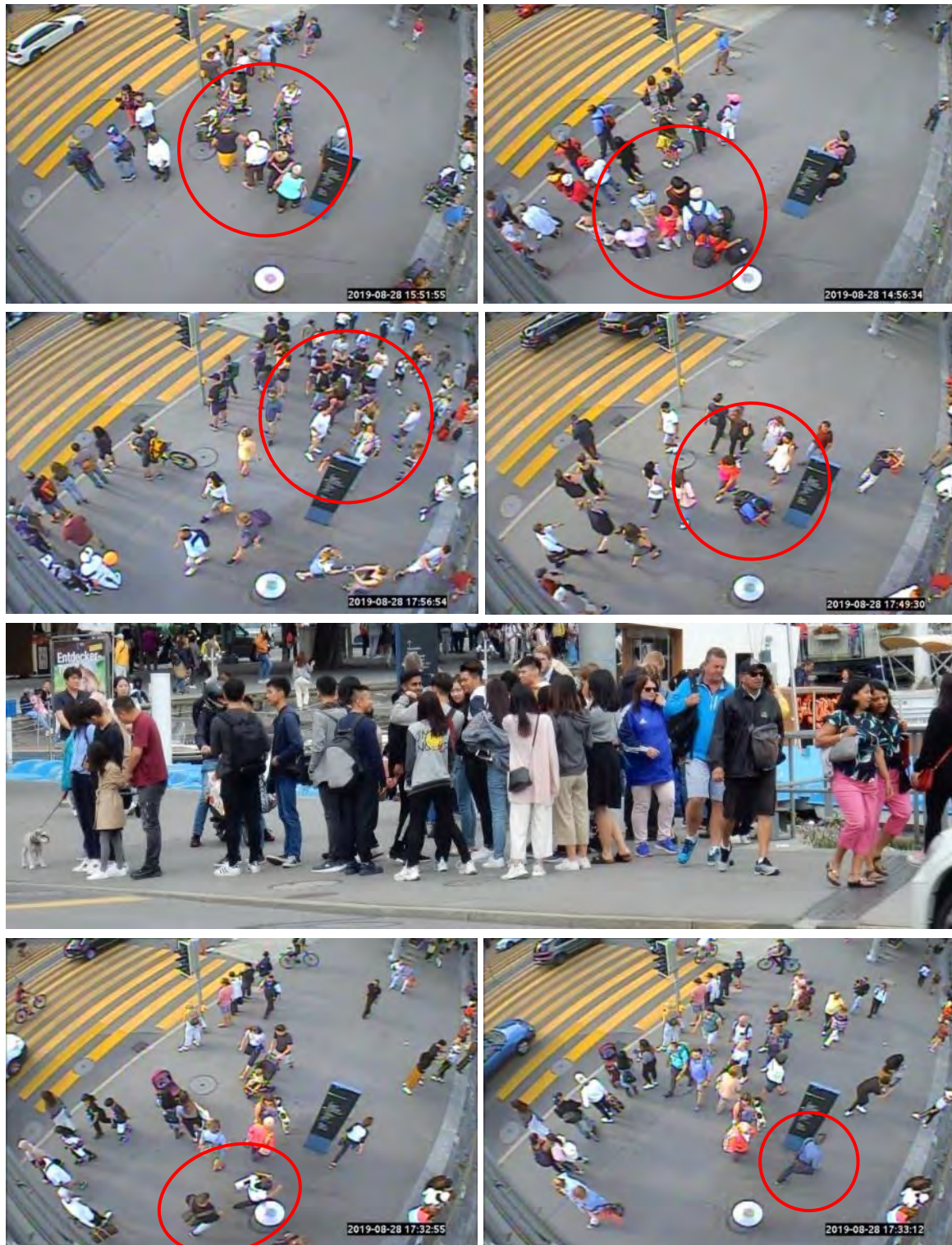


Abbildung 43: Bus hält am Zebrastreifen, um dort Passagiere aussteigen zu lassen; je nach Anzahl Wartender müssen diese Platz machen, um die Buspassagiere aussteigen zu lassen



Abbildung 44: Frau mit Stock schafft es nicht bei Grün über den Streifen – die Autos und Motorräder beginnen an ihr vorbeizubrausen



Abbildung 45: Bei Rot gehende Personen sind eher selten, aber es gibt sie (Bild links); in der Abendspitze stehen Autos manchmal auf dem Zebrastreifen (Bild rechts)



4. Löwenplatz

4.1 Rahmenbedingungen der Zählung

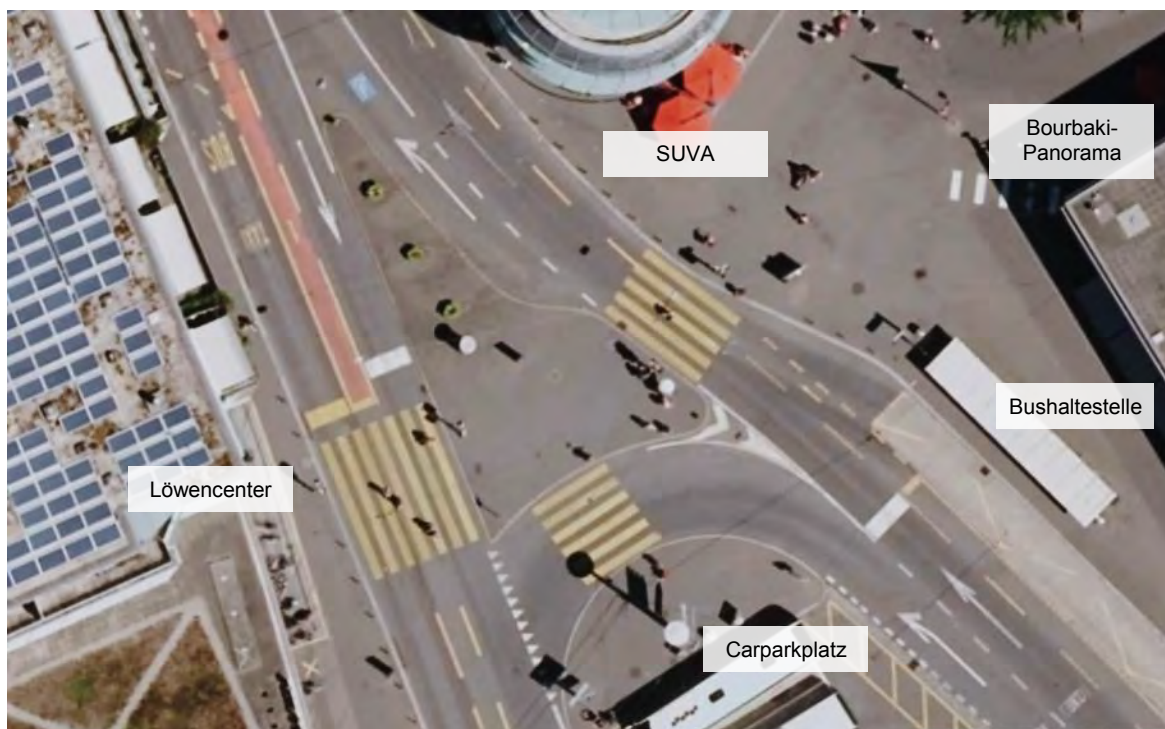
4.1.1 Ausgangslage und Ziel der Zählung

Wie der Schwanenplatz ist auch der Löwenplatz ein von BesucherInnen und insbesondere grossen Touristengruppen stark begangener Ort. Auf dem Platz werden die grossen Touristenbusse abgestellt und die BesucherInnen gehen dann zu den nahe gelegenen Attraktionen wie dem Löwendenkmal, dem Gletschergarten, dem Bourbaki-Panorama oder auf der anderen Seite zur Altstadt, Kapellbrücke und weiteren Orten.

Der Platz wird durch zwei grössere Strassen entzweigeschnitten, auf denen neben dem Auto- auch der öffentliche Verkehr zirkuliert. Die Übergänge sind lichtsignalgeregelt, jener zum Carparkplatz ist nur mit einem Fussgängerstreifen versehen. Hier ist auch das MIV-Aufkommen gering. Das Trottoir auf der Seite Löwencenter ist für das hohe Aufkommen relativ schmal, was zu Engpässen führt.

Die Zählung hatte zum Ziel herauszufinden, wie viele Personen die jeweiligen Übergänge nutzen und wie sich die Zufussgehenden verhalten, vor allem wenn sie sich in grösseren Gruppen bewegen.

Abbildung 46: Luftbild des Löwenplatzes



Quelle: Luftbild Kanton Luzern © 2017 (<https://map.stadtluzern.ch/citymap>)

4.1.2 Technische Angaben zu den eingesetzten Gerät und deren Installation

Am Löwenplatz kamen zwei 3D-Stereo-Kameras mit der Bezeichnung PECO SCX-L-Outdoor der Firma LASE GmbH zum Einsatz (siehe <https://www.lase-peco.com/loesungen/peoplecounting>). Der Hersteller schreibt, dass durch die Erkennung von Objekthöhen (3D-Technologie) Fehlzählungen durch Reflektion und Spiegelung am Boden wegfallen und damit die Zählgenauigkeit deutlich verbessert wird. Zudem sind hierdurch Unterscheidungen von Kindern und Erwachsenen möglich. Bei der Echtzeitverarbeitung werden keine Bilder aufgezeichnet, was datenschutzrechtlich wichtig ist.

Zur Abdeckung der ganzen Erhebungsfläche wurden zwei Kameras in ca. 6 Metern Höhe installiert – jeweils als Verlängerungen auf den beiden Lichtsignalmasten auf der Mittelinsel. Hierzu war eine Hebebühne notwendig, der Strom konnte direkt von der LSA bezogen werden.

Abbildung 47: Fotos der 3-D Kamera PeCo SCX-L-Outdoor von LASE am Löwenplatz



4.1.3 Charakteristika des Geräts

Die beiden untenstehenden Bilder zeigen die zwei Kameraperspektiven. Auf dem Bild links ist oben der Übergang zum Löwencenter und links jener zum Carparkplatz zu sehen. Das rechte Bild zeigt unten den Übergang zur SUVA und links einen Ausschnitt des Übergangs zum Carparkplatz. Die gelben Linien bilden die Erfassungszonen, grün sind die Zähllinien bzw. Zählquerschnitte eingezeichnet. Die Geräte erkennen die Grösse der Personen und markieren sie mit verschiedenen farbigen Punkten und der Angabe der Grösse. Wenn in Bewegung, wird auch ein Trackingspur in der jeweiligen Farbe sichtbar.

Abbildung 48: Funktionsweise der 3D-Stereo-Kamera PECO SCX-L-Outdoor: links mit dem Übergang zum Löwencenter und dem Carparkplatz, rechts mit dem Übergang zur SUVA.

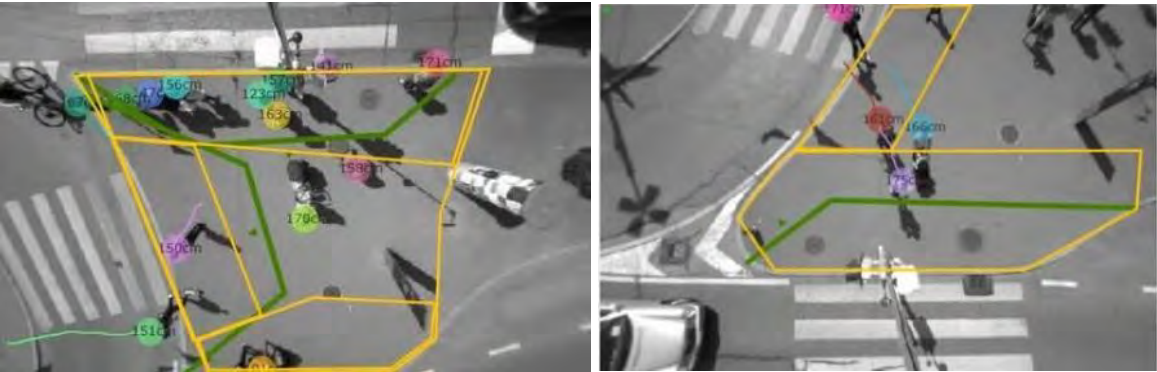


Tabelle 12: Übersicht über das eingesetzte Gerät und die physischen Rahmenbedingungen

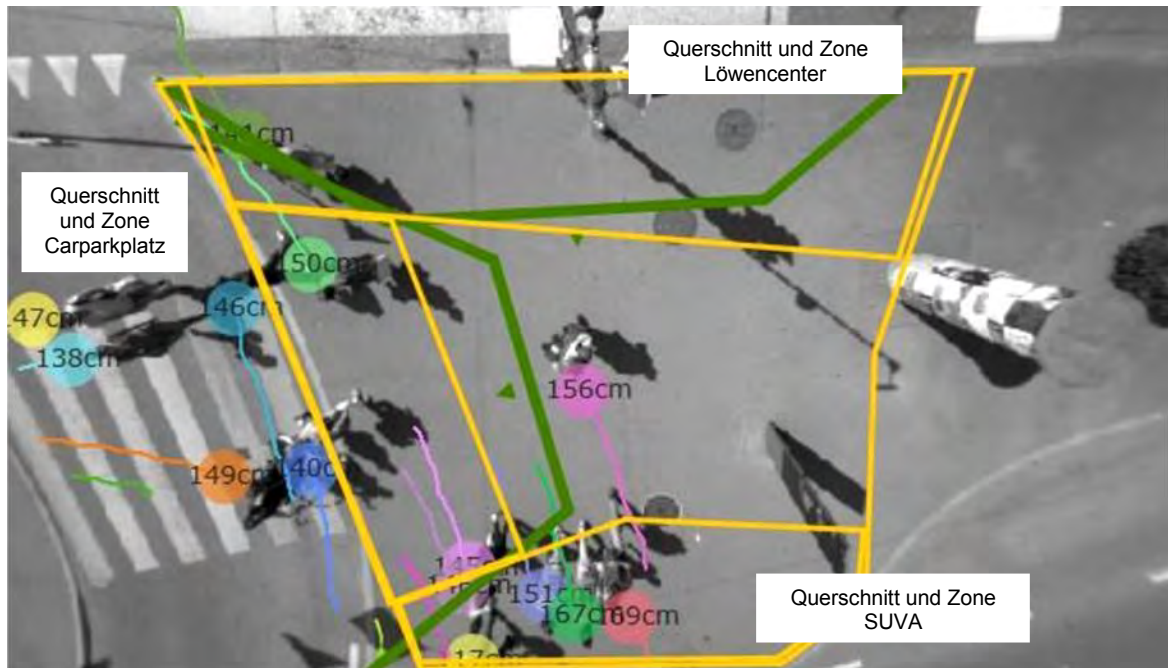
	Löwenplatz
Gerätetyp	3D-Stereo-Kamera PECO SCX-L-Outdoor der Firma LASE GmbH (2 Geräte)
Breite der Querschnitte	Löwencenter: 11 Meter (Fussgängerstreifen: 8.6 Meter) SUVA: 11 Meter (Fussgängerstreifen: 6.8 Meter) Carparkplatz: 12 Meter (Fussgängerstreifen: 5.2 Meter) Gesamte Fläche: ca. 120 m ²
Installationshöhe Gerät	6m
Gewicht & Abmessungen	max. 750 g (inkl. Gehäuse) / max. 380 x 88 x 74 mm (L x B x H)
Installation durch	Techniker der Firma LASE und Stadt Luzern
Installationsdauer*	2.5 Std inklusive Kalibrierung für beide Geräte
Besonderheiten	Abdeckung des ganzen Bereichs nur mit 2 Kameras möglich

* Der Strom für die beiden Geräte konnte direkt von der Lichtsignalanlage bezogen werden.

4.1.4 Erfassungssperimeter und erfasste Querschnitte

Für die Erhebung wurden vom Anbieter die polygonalen Erfassungszonen (gelb) sowie die Zähllinien (grün) definiert. Die Breite des Querschnitts beim Löwencenters beträgt rund 11 Meter (der Fussgängerstreifen allein ist 8.6 Meter breit), der Querschnitt SUVA misst ebenfalls ca. 11 Meter (der Streifen allein 6.8 Meter) und der Querschnitt Carparkplatz ist 12 Meter breit (der Fussgängerstreifen 5.2 Meter). Insgesamt umfasst der äussere gelb eingefasste Bereich eine Fläche von etwa 120m².

Abbildung 49: Bild der 3D-Stereo-Kamera PECO SCX-L-Outdoor mit Zähl-Querschnitten (grün) und Erfassungszonen (gelb)



4.1.5 Dauer der Zählung und Wetter

Die Zählung am Löwenplatz dauerte knapp 4 Wochen, vom Freitag, 23. August bis Dienstag, 17. September 2019. Sie war damit gleich lang wie auf der Seebrücke und etwas länger als auf dem Schwanenplatz. Das Wetter war natürlich überall das gleiche mit grösstenteils warmen und sonnigen Bedingungen. Ausnahme bildeten die beiden Sonntage vom 1. und 8. September an denen die Temperaturen für die Jahreszeit sehr kühl waren und es häufig regnete.

4.2 Kontrollzählungen/Kalibrierung – Genauigkeit der Geräte

4.2.1 Herausforderung 1: manuelle Kontrollzählung

Erste Testzählungen vor Ort haben schnell gezeigt, dass manuelle Kontrollzählungen auch auf dem Löwenplatz äusserst schwierig sein würden. Die grosse Zahl an Personen vor allem in Gruppen, die sich während des Gehens zudem durcheinander bewegen, stehen bleiben, rennen etc. war zu anspruchsvoll für eine manuelle Kontrollerhebung. Erst recht, wenn sich zwei grosse Gruppen kreuzen und vermischen. Dazu kommt, dass der Fussgängerstreifen auf der Seite SUVA relativ schmal ist und es zahlreiche Menschen gibt, welche die Strasse neben dem Streifen überqueren (müssen).

4.2.3 Zählgenauigkeit nach Querschnitt

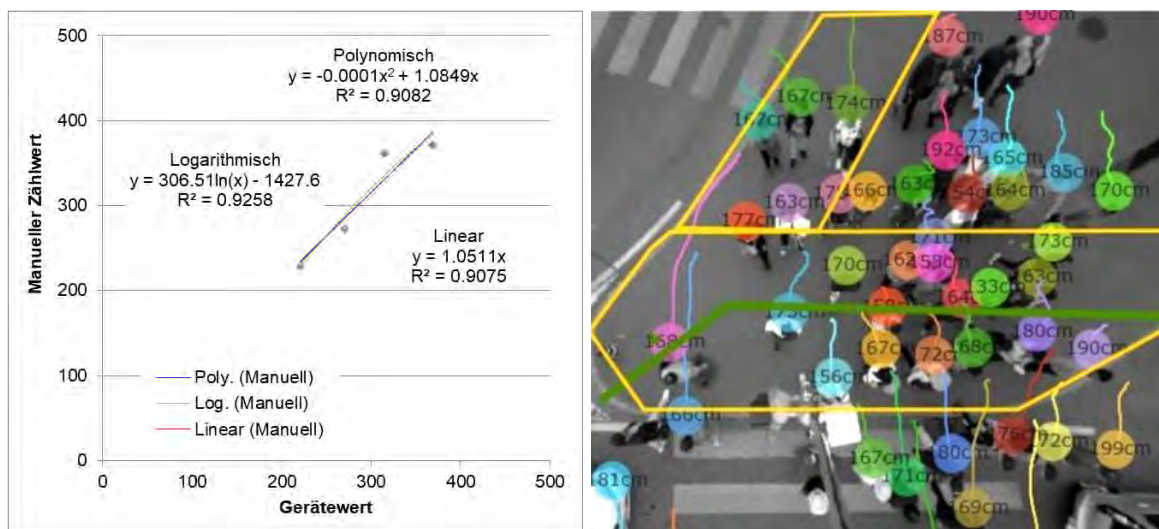
Die Auswertung der Stunde zwischen 17 und 18 Uhr wird je separat nach den drei Querschnitten dargestellt. Am Schluss dieses Unterkapitels folgen einige allgemeine Bemerkungen zur Zählgenauigkeit der getesteten 3D-Stereo-Kameras.

Eine Schwäche des Vergleichs ist die nur kurze Kontrollzählung von einer Stunde. Zudem wurde – wie an den anderen Zählstellen auch – keine Prüfung der Zählgenauigkeit bei Nacht, Regen oder bei winterlichen Verhältnissen vorgenommen. Wiederum ist anzumerken, dass manuelle Zählungen, selbst ab Video, bei grossem Aufkommen ebenfalls fehlerbehaftet sind.

Querschnitt SUVA (von Mittelinsel zu SUVA/Bourbaki-Panorama bzw. umgekehrt)

Die manuellen und die Gerätedaten stimmen an diesem Querschnitt sehr gut überein. Die Genauigkeit ist insgesamt mit einer Abweichung von -5% hoch ($R^2=0.91$). In Richtung SUVA betrug die Abweichung nur -1%, in Richtung Mittelinsel war sie mit -8% etwas höher. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei sehr hohem Aufkommen – d.h. über 100 Personen in 5 Minuten – die Zählgenauigkeit in diese Richtung deutlich tiefer ist als bei normalem Aufkommen. Angesichts der Personendichte in beiden Richtungen – in der entgegengesetzten Richtung wurden ebenfalls mehr als 50 Personen gleichzeitig gezählt – ist das Ergebnis jedoch ausgezeichnet. Ohne die Unterzählung bei überaus hohen Frequenzen, beträgt die Genauigkeit in beide Richtungen -1% (das R^2 beträgt dann über 0.99). Die sehr gute Qualität ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass eine direkte Überkopf-Zählung hier möglich war. Da die Genauigkeit nur bei überaus hohem Aufkommen leidet, wird auf eine Hochrechnung der Werte verzichtet.

Abbildung 52: Statistische Kennwerte des Vergleichs von manueller und Gerätezählung am Querschnitt SUVA (Grafik links): sehr hohes Aufkommen, v.a. Gruppen (Bildschirmfoto rechts)

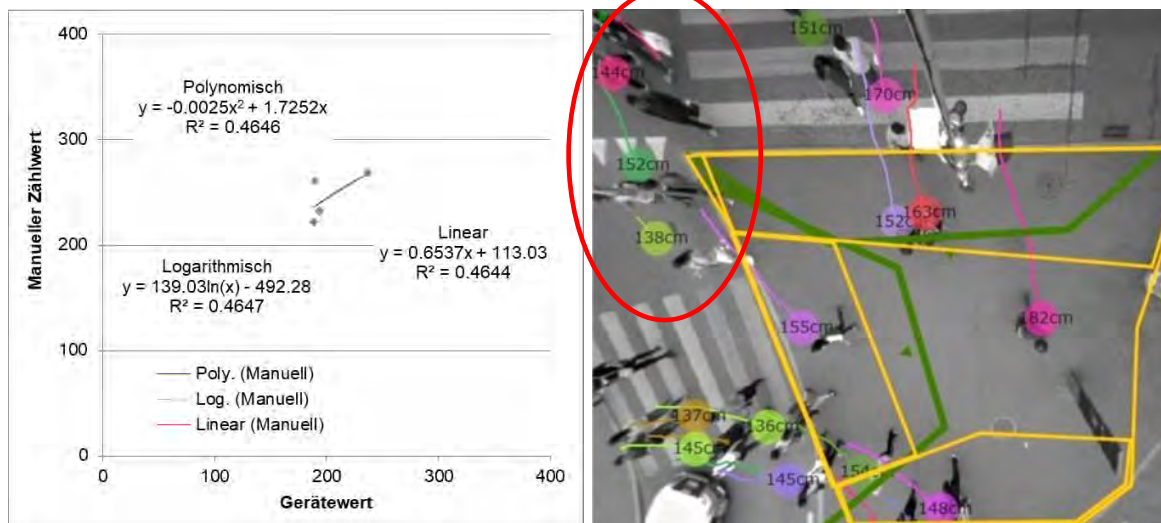


Querschnitt Löwencenter (von Mittelinsel zum Löwencenter/Altstadt bzw. umgekehrt)

An diesem Querschnitt ergibt sich mit einer Unterzählung von 18% eine grössere Abweichung zwischen manueller und Geräte-Zählung. In Richtung Löwencenter ist die Abweichung mit -22% etwas höher und deutlich unsystematischer als in Richtung Mittelinsel mit -13% ($R^2=0.59$). Das R^2 insgesamt liegt bei 0.46. An diesem Querschnitt war die Kamera nicht genau über Kopf der Zählung montiert, was die Abweichungen erklären dürfte. Denn das Gerät erkennt nicht alle Personen im Erfassungssperimeter. Zudem bewegen sich hier oft Menschen im Randbereich an der Spitze der Mittelinsel, was zu Ungenauigkeiten führt (siehe Foto unten).

Zur Kalibrierung, d.h. zur Korrektur für das Gesamtaufkommen der Zufussgehenden werden die Werte Richtung Löwencenter mit dem Faktor 1.28 und jene Richtung Mittelinsel mit 1.15 hochgerechnet.

Abbildung 53: Statistische Kennwerte des Vergleichs von manueller und Gerätezählung am Querschnitt Löwencentral (links) und Menschen im Randbereich des Erfassungsperimeters (Bildschirmfoto rechts)

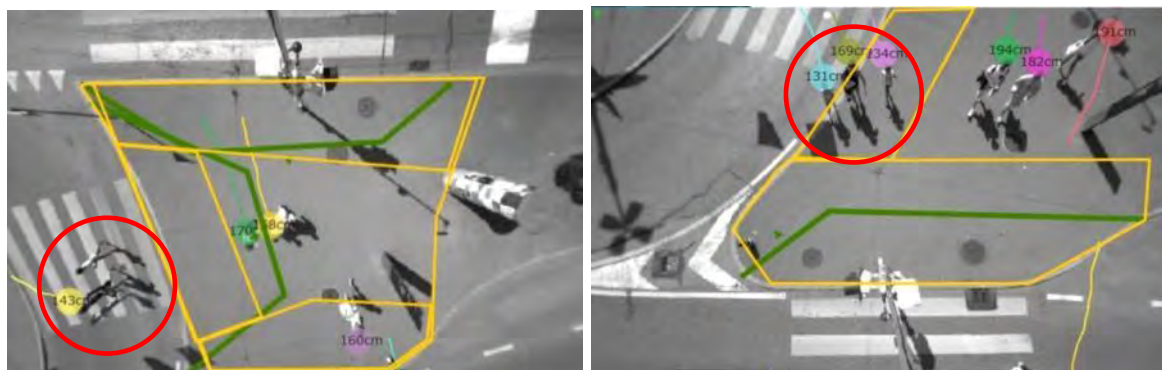


Querschnitt Carparkplatz (von Mittelinsel zum Carparkplatz bzw. umgekehrt)

Die Differenzen zwischen der manuellen und der Gerätezählung sind in der Kontrollstunde mit -11% nicht sehr hoch, allerdings sind die Schwankungen in den einzelnen Fünfminuten-Intervallen zum Teil sehr gross und können bis zu mehreren hundert Prozent plus oder minus differieren ($R^2=0.15$). So ergibt die Videoanalyse in der Zeit zwischen 17.00 und 17.05 Uhr zum Beispiel 8 Personen, die sich Richtung Mittelinsel bewegen. Das Zählgerät zeigt deren 24 Personen an. In Richtung Mittelinsel ergibt sich über die ganze Stunde eine Überzählung von 46% ($R^2_{\text{linear}}=0.58$), in Richtung Carparkplatz eine Unterzählung von 63% ($R^2_{\text{linear}}=0.40$).

Der Grund für die hohe Ungenauigkeit dürfte gemäss der Firma LASE daran liegen, dass der Erfassungsbereich quer zur Kameraposition liegt und der Querschnitt gleichzeitig von zwei Kameras erfasst werden musste. In der Zwischenzeit würde aber eine Software vorliegen, welche die zwei Kamerabilder besser übereinanderlegen und so genauer zählen könne.

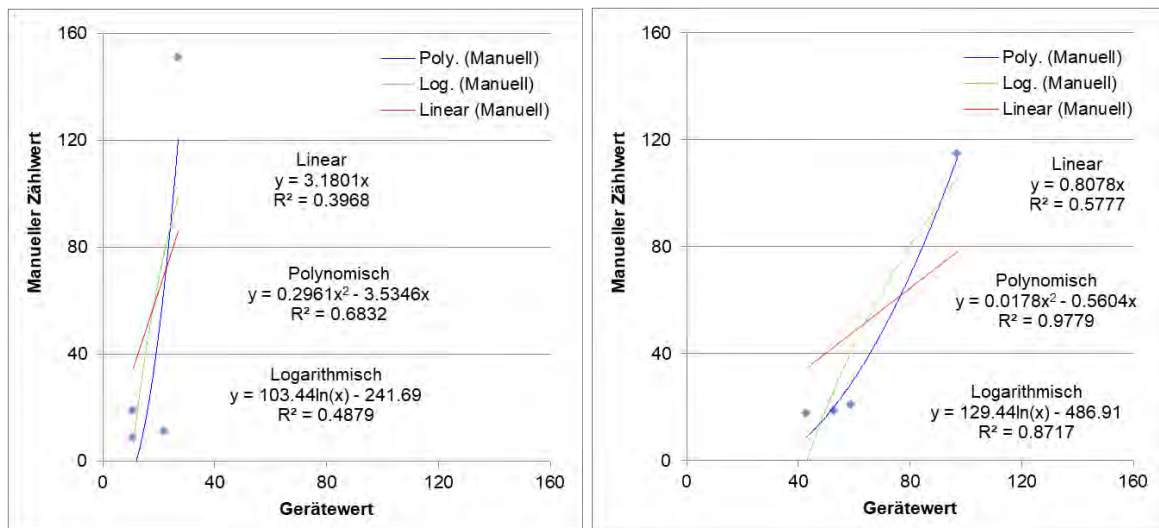
Abbildung 54: Problem der Erfassung an der Schnittstelle von zwei Kameras. Bild links: Kamera auf Seite Löwencentral, Bild rechts: Kamera auf Seite SUVA



Die Familie (rot umkreist) wird mit der einen Kamera nur unvollständig erfasst (linkes Bild), mit der anderen Kamera aber korrekt (rechtes Bild). Die Kameras waren zum Zeitpunkt der Erhebung untereinander noch nicht abgestimmt. Dies soll gemäss Hersteller in der Zwischenzeit mit einer neuen Software besser gelingen.

Eine Hochrechnung ist aufgrund der stark streuenden und der nur einstündigen Kontrollzählung schwierig. Trotzdem wird versucht der Tatsache Rechnung zu tragen, dass in Richtung Carparkplatz das reale Aufkommen deutlich unter- und in Richtung Mittelinsel ebenso deutlich überschätzt wird. Auf Basis der oben genannten Abweichungen ergeben sich die entsprechenden Hochrechnungsfaktoren von 2.68 in Richtung Carparkplatz bzw. 0.69 in Richtung Mittelinsel. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die resultierenden Werte nur Annäherungen an die Realität sind und keine grosse Zuverlässigkeit beanspruchen können.

Abbildung 55: Statistische Kennwerte des Vergleichs von manueller und Gerätezählung am Querschnitt Carparkplatz (linke Darstellung: Richtung Carparkplatz, rechts: Richtung Mittelinsel)

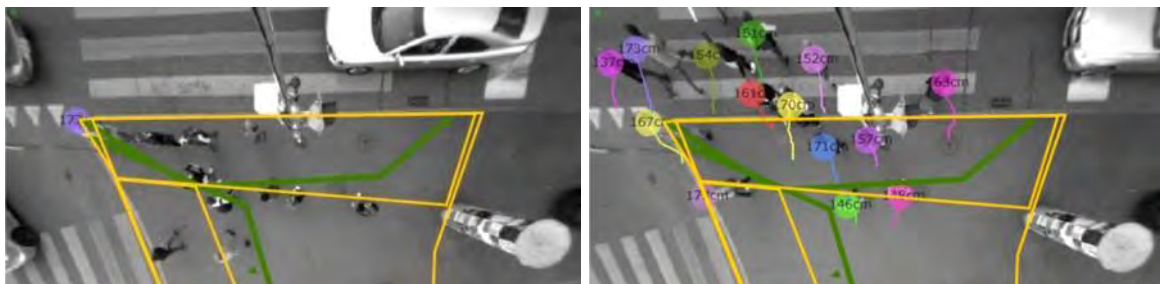


4.2.4 Allgemeine Bemerkungen zur Genauigkeit der PECO SCX-L-Outdoor Kamera

Dank der Kennzeichnung jeder erfassten Person im Video lässt sich im Gegensatz zu anderen Geräten hier gut nachvollziehen, wie die Kamera zählt und es lassen sich entsprechende Fehlzählungen identifizieren. Dabei zeigt sich folgendes Ergebnis:

Teilweise späte Erkennung von Personen: PassantInnen werden teilweise erst erkannt, wenn sie die Zähllinie bereits überschritten bzw. die Zone betreten haben. Sie werden dann nicht gezählt. Gemäss LASE könnten eine Verdeckung, eine geringe Objekthöhe oder Personen im Stillstand der Grund dafür sein. Im letztgenannten Fall, sollten sie aber wieder erkannt werden, sobald die Person in Bewegung ist, wobei sie dann nicht mehr in die Zählung einfließen. Zudem hätte gemäss Anbieterangaben vermutlich auch eine Feinjustierung der Höhe noch eine bessere Erkennung bieten können.

Abbildung 56: Personen werden z.T. erst erkannt, nachdem sie die Zähllinie bzw. die Zone überschritten haben bzw. wieder verlassen. Sie werden dann nicht (mehr) gezählt. Die beiden Bilder sind kurz nacheinander aufgenommen worden.



Kinder: Mit der 3D-Technik wird ausgeschlossen, dass z.B. Schatten von Personen ebenfalls gezählt werden. Zugleich ist es möglich, Höhen zu definieren. Bei der 3D-Stereo-Kamera PECO SCX-L-Outdoor war die Höhe so eingestellt, dass alles unter 80 cm nicht erfasst und der Bereich zwischen 80 und 140 cm als Kind definiert wurde. Wenn sich allerdings eine erwachsene Person und ein Kind nebeneinander bewegen, kommt es vor, dass nur die erwachsene Person gezählt wird, weil das Kind verdeckt ist.

Kinderwagen und Velosättel: Teilweise werden Kinderwagen (mit und ohne Kind) sowie Velosättel erfasst, wobei unklar bleibt, ob sie auch als Zufussgehende gezählt werden (vermutlich ja). Insgesamt sind Zählungen von Kinderwagen und Velosättel aber selten.

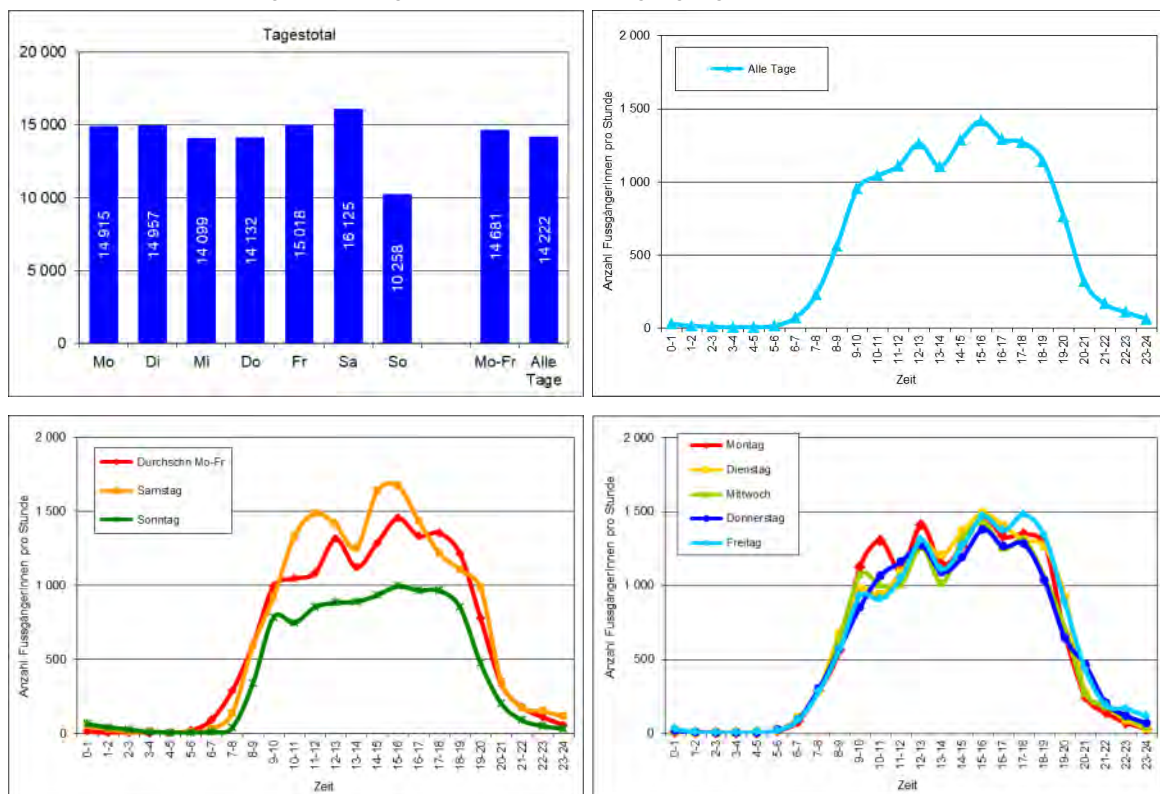
4.3 Ergebnisse – Fussverkehrsaufkommen am Löwenplatz

4.3.1 Tagesaufkommen und -ganglinien nach Querschnitten

Querschnitt SUVA

Im Tagesdurchschnitt überqueren im Sommer rund 14'200 Personen den Zebrastreifen zwischen der Mittelinsel und dem SUVA-Gebäude bzw. dem Bourbaki-Panorama. An Samstagen – dem wöchentlichen Spitzentag – sind es über 16'000 Personen; am Sonntag hingegen nur etwas mehr als 10'000 Fussgängerinnen und Fussgänger. An diesem Tag ist das Aufkommen zwischen 9 und 19 Uhr erstaunlich konstant mit zwischen 800 und 1'000 Personen pro Stunde. Am Samstag gibt es je eine Spitze am Vor- und Nachmittag, unter der Woche liegt sie in der Mittagszeit und am ebenfalls am Nachmittag. Interessant ist, dass das Aufkommen über den ganzen Tag relativ hoch ist und die beiden Spitzen auf einem bereits hohen Niveau basieren. Im Durchschnitt der Werkta-ge wird die Marke von 1'000 Personen pro Stunde bereits zwischen 8 und 9 Uhr erreicht und sinkt erst nach 19 Uhr wieder unter diesen Wert. Die Ganglinien verlaufen an den einzelnen Werktagen sehr ähnlich und entsprechend ist auch das Tagesaufkommen erstaunlich ausgeglichen. Die Richtungsanteile sind mit 49% Richtung SUVA und 51% Richtung Mittelinsel sehr ausgeglichen.

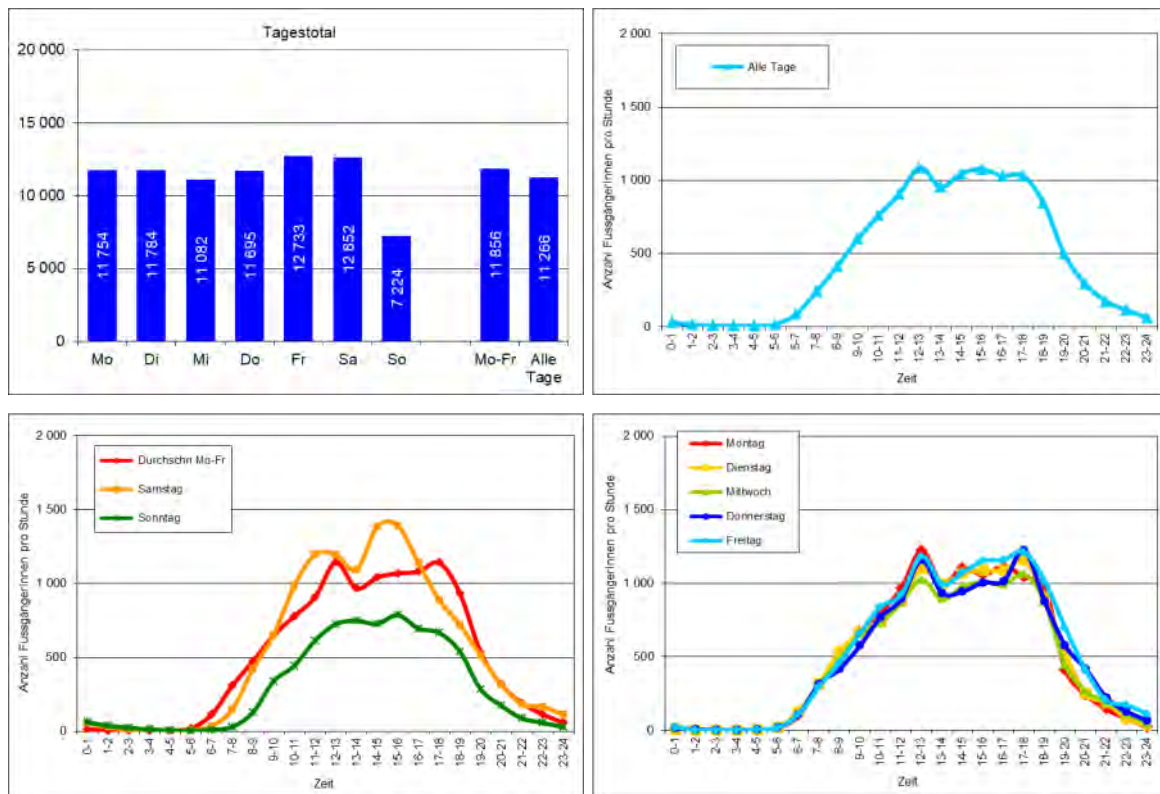
Abbildung 59: Tagesaufkommen und Tagesganglinie am Querschnitt SUVA



Querschnitt Löwencenter

Das Tagesaufkommen und die Ganglinien am Querschnitt Löwencenter gleichen stark jenen des Querschnitts SUVA oben. Das ist nicht weiter überraschend, handelt es sich beim Übergang doch um eine Hauptwegverbindung innerhalb des Quartiers Hochwacht. Das Aufkommen pro Tag ist wiederum über die ganze Arbeitswoche sehr ausgeglichen mit einem leicht höheren Wert am Freitag. Am Samstag ist es fast gleich hoch. Der Sonntag ist an beiden Orten deutlich tiefer als an den restlichen Wochentagen. Die Ganglinie am Samstag hat wie bei der SUVA eine Spitze am späteren Vormittag und am Nachmittag, was auf den Zweck „Einkaufen“ im Löwencenter und in der Umgebung hindeutet. Freizeit-Ausgangsverkehr ist hier kaum zu finden – er würde sich in einer abendlichen Spitze am Freitag- und Samstagabend zeigen. Erstaunlich ist wiederum wie gleichmässig das Aufkommen an den einzelnen Werktagen im Tagesverlauf ist. Richtungsmässig bewegen sich 57% der Personen Richtung Löwencenter und nur 43% Richtung Mittelinsel.

Abbildung 60: Tagesaufkommen und Tagesganglinie am Querschnitt Löwencenter



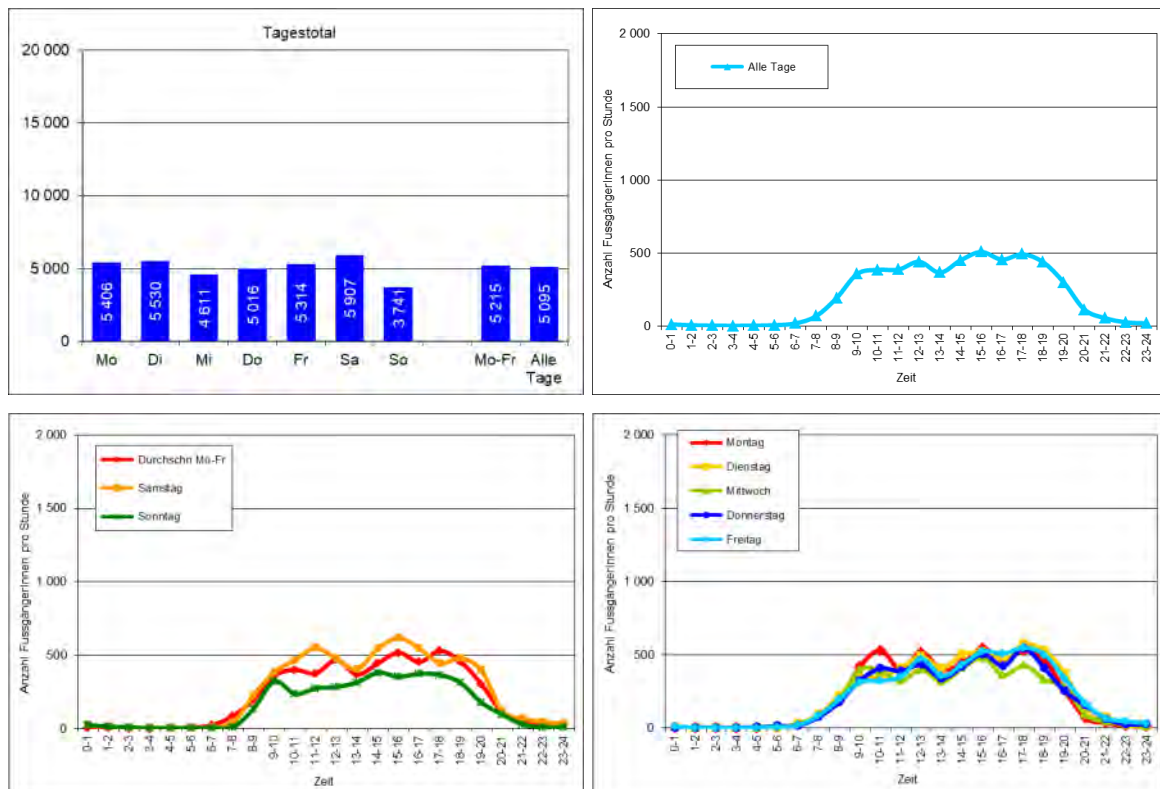
Querschnitt Carparkplatz

Das Aufkommen über den Zebrastreifen vom und zum Carparkplatz ist mit täglich rund 5'100 Personen deutlich geringer als an den beiden anderen Querschnitten. Es beträgt nur 45% des Aufkommens beim Löwencenter und 36%, also rund einen Drittel des Aufkommens am Querschnitt SUVA. Die Grössenordnung dürfte in etwa zutreffen, selbst wenn man berücksichtigt, dass aufgrund des grossen Hochrechnungsfaktors die Werte nicht sehr zuverlässig sind. Der Samstag ist auch an diesem Querschnitt der Tag mit dem höchsten Aufkommen (rund 5'900 Personen), der Sonntag jener mit dem niedrigsten (ca. 3'700 Personen).

Unter den Werktagen sind die Frequenzen wiederum erstaunlich ausgeglichen, was auf einen steten Besucherstrom hindeutet, der vom Carparkplatz via Mittelinsel Richtung Löwencenter-Altstadt beziehungsweise Richtung SUVA/Bourbaki-Panorama und Löwendenkmal geht.

Gut sichtbar sind 3 bis 4 Besuchswellen pro Tag: eine erste, noch etwas niedrigere, zwischen 10 und 11 Uhr, eine zweite zwischen 12 und 13 Uhr, eine dritte zwischen 16 und 17 Uhr und eine vierte zwischen 17 und 18 Uhr. An den meisten Tagen nehmen die Frequenzen in den Wellen über den Tag zu. Der Samstag hat einen ähnlichen Verlauf wie an den beiden anderen Querschnitten mit einer Spitze am späteren Vormittag und einer weiteren am Nachmittag. Am Sonntag gibt es eine erste Spitze am Morgen zwischen 9 und 10 Uhr (Kirchenbesuchende oder Touristen?) und dann ein relativ konstantes Aufkommen von knapp 400 Personen stündlich über den ganzen Nachmittag hinweg. Wie die Zahlen insgesamt sind auch die Richtungsanteile mit Vorsicht zu betrachten: 57% der Personen sind in Richtung Carparkplatz unterwegs und 43% in Richtung Mittelinsel.

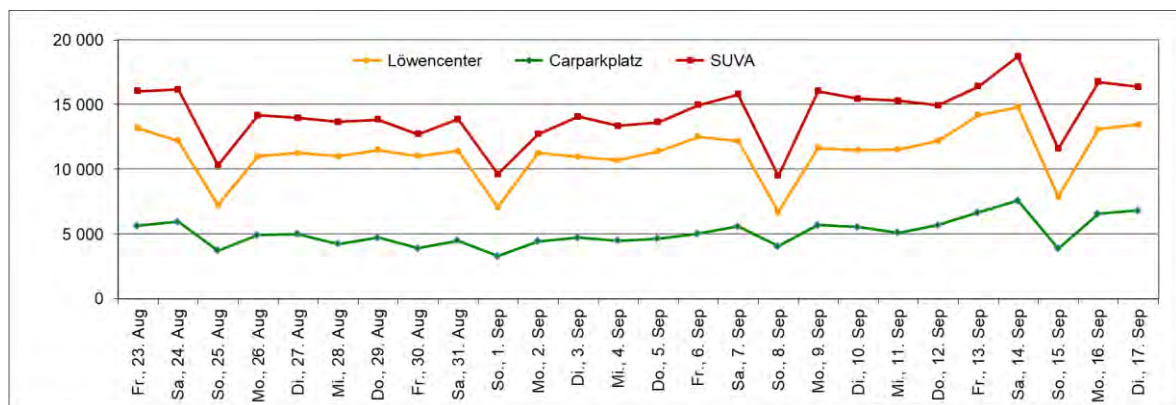
Abbildung 61: Tagesaufkommen und Tagesganglinie am Querschnitt Carparkplatz



4.3.2 Tagesaufkommen im Vergleich und Wegbeziehungen (Stromdiagramme)

Das Tagesaufkommen an den drei Querschnitten zeigt eine relativ gleichförmige Bewegung über die Erhebungszeit.

Abbildung 62: Tagesaufkommen an den drei Querschnitten über die Erhebungszeit



Wegbeziehungen der Zufussgehenden (Stromdiagramme) und weitere Kennwerte

Ursprünglich war geplant, weitere Kennwerte zu den Fussverkehrsbewegungen am Löwenplatz anzugeben. Leider ist dies aber nicht möglich, da die Resultate aufgrund der örtlichen Enge und Messsituation nicht aussagekräftig sind. Geplant waren folgende weitere Angaben:

Wegbeziehungen der PassantInnen (Stromdiagramm): Ziel war eine Aussage darüber zu machen, wie viele Personen bzw. welche Anteile von einer jeweiligen Zone in eine andere gehen (z.B. von der SUVA Richtung Löwencenter oder zum Carparkplatz bzw. umgekehrt), um so ein Stromdiagramm erstellen zu können. Darauf muss verzichtet werden, da viele Personen von der Zone „SUVA“ Richtung „Löwencenter“ auch durch die Zone „Carparkplatz“ gegangen und so als Beziehung „SUVA-Carparkplatz“ sowie „Carparkplatz-Löwencenter“ registriert worden sind. Erst eine inzwischen neu entwickelte Software von LASE soll es mittels so genannter Aktivierungszonen

ermöglichen, Beziehungen von A nach C, die via B laufen als nur A-C-Beziehung darstellen zu können. Eine Aussage zu Wegbeziehungen wäre an sich schon jetzt für jene Fälle möglich, bei denen keine Drittzone betreten würde. Das ist am Löwenplatz der Fall für Personen, die vom Carparkplatz zum Löwencentrum oder zur SUVA bzw. umgekehrt gegangen sind. Nur weisen diese Daten analog jener Querschnittswerte zum Teil grössere Unsicherheiten auf, so dass sinnvollerweise mangels Zuverlässigkeit auf eine Aussage verzichtet werden muss.

Wartezeiten an der Lichtsignalanlage: Die Software registriert, wer sich wie lange in der jeweils vordefinierten Zone aufhält. Damit könnte man grundsätzlich die durchschnittlichen sowie die maximalen Wartezeiten an den Lichtsignalanlagen ausrechnen. Allerdings waren die Zonen am Löwenplatz zu klein bemessen, insbesondere angesichts der grossen Gruppen, so dass ein wesentlicher Teil der Zufussgehenden ausserhalb der Zone auf das Grün gewartet hat. Für die restlichen Personen im Inneren der Zone lässt sich zwar ein Wert angeben, aber er ist nicht aussagekräftig für das Verhalten an diesen Orten.

4.3.3 Wichtigste Kennzahlen, Spitzenwerte und Richtungsanteile

In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten Kennzahlen für den Löwenplatz als Übersicht dargestellt. Der Durchschnittliche Tagesverkehr (DTV) zu Fuss beträgt am Querschnitt SUVA rund 14'200 Personen, beim Löwencentrum 11'250 und am Übergang zum Carparkplatz 5'100 Personen. An den Werktagen und vor allem an Samstagen ist das Aufkommen höher. Am Sonntag hingegen betragen die Frequenzen noch rund zwei Drittel (64%) bis drei Viertel (73%) des DTV.

An allen Querschnitten war der Samstag, 14. September der Spitzentag mit z.B. am Querschnitt SUVA rund 18'700 Zufussgehenden. Die Spitzenstunde war ebenfalls an jenem Tag zu finden, allerdings zu unterschiedlichen Zeiten an den Querschnitten.

Während die Richtungsanteile am Querschnitt SUVA praktisch ausgeglichen sind, überwiegen am Löwencentrum und am Carparkplatz die Anteile in die jeweilige Zielrichtung mit 57%, in Richtung Mittelinsel sind es nur deren 43%.

Tabelle 13: Wichtigste Kennzahlen, Spitzenwerte und Richtungsanteile am Löwenplatz (auf 50 Personen gerundet)

	Querschnitt SUVA	Querschnitt Löwencentrum	Querschnitt Carparkplatz***
DTV *	14'200	11'250	5'100
DWV **	14'700	11'850	5'200
Samstage	16'150	12'650	5'900
Sonntage	10'250	7'200	3'750
Spitzentag	18'700 Samstag, 14. Sept.	14'800 Samstag, 14. Sept.	7'600 Samstag, 14. Sept.
Spitzenstunde	1'980 Sa, 14. Sept., 11-12 Uhr	1'650 Sa, 14. Sept., 14-15 Uhr	850 Sa, 14. Sept., 15-16 Uhr
Richtungsanteile	SUVA: 49% Mittelinsel: 51%	Löwencentrum: 57% Mittelinsel: 43%	Carparkplatz: 57% Mittelinsel: 43%

* Durchschnittlicher Tagesverkehr; ** Durchschnittlicher Werktagsverkehr; *** Sehr unsichere Werte

4.4 Aufwand, Erfahrungen und Erkenntnisse – ein Fazit

4.4.1 Aufwand und Kosten des Geräts

In der folgenden Übersicht sind analog zur Aufstellung auf der Seebrücke und dem Schwanenplatz die Kosten für die Gerätemiete bzw. den -kauf, die Installation und das Datenmanagement aufgeführt.

Tabelle 14: Gerätemiete(-kauf), Installations- und Datenmanagementkosten (Total auf 10 € bzw. Fr gerundet)

PECO SCX-L-Outdoor, Firma LASE GmbH Zähldauer: 3½ Wochen		
Forschungsprojekt	Preis	Kommentar
Gerätemiete	€ 375	Inkl. Zubehör; Miete ursprünglich nur für 2 Wochen, jedoch zu gleichen Bedingungen für 3½ Wochen gewährt. Zudem wurde die zweite Kamera von der Firma LASE gratis zur Verfügung gestellt.
Installation & Inbetriebnahme *	€ 690	Montage und Inbetriebnahme
Datenmanagement	€ 56	14 Tage à € 4 (die weiteren Tage wurden gratis gewährt)
Total ohne MWST	€ 1'120	Fr. 1'260
Listenpreise		
Gerätekauf	€ 2'900	Inkl. Router, zuzüglich Mehrwertsteuer
Installationskosten	€ 890	Installation & Inbetriebnahme inkl. Reise- und Übernachtungskosten
Datenmanagement	€ 35 / Monat	Pro Messlinie, jede weitere Messlinie € 15

* Ohne Installationsaufwand der Stadt Luzern

Abbildung 63: Fotos der Zählgeräte und von querenden Gruppen am Löwenplatz



4.4.2 Erfahrungen und Erkenntnisse

Im Folgenden werden die eingesetzte Technologie und das Zählgerät auf Basis des vorgegebenen Kriterienkatalogs beurteilt.

Tabelle 15: Erfahrungen und Erkenntnisse des Zählgeräteeinsatzes am Löwenplatz

Kriterium	Erfahrungen / Erkenntnisse
Vorbereitung / Installation	<p><u>Geräteeigenschaften und Montagemöglichkeiten</u></p> <p>Die Optionen für die Installation des Zählgeräts waren begrenzt und so wurde von der Firma LASE zusammen mit der Stadt Luzern entschieden, zwei Kameras auf den jeweiligen Lichtsignalmasten der Mittelinsel zu montieren. Sie liessen sich so auch sehr unauffällig platzieren. Eine zweite Kamera war notwendig, um einen genügend grossen Bereich abzudecken – sie wurde vom Anbieter gratis zur Verfügung gestellt. Die Box mit Speicher- und Übermittlungseinheit liess sich gut an der Verlängerungsstange befestigen. Der notwendige Strom konnte direkt von der Lichtsignalanlage bezogen werden.</p> <p>Die Montage wurde von einem Techniker der Firma LASE und von einem durch die Stadt Luzern beauftragten Fachmann mit einer Hebebühne professionell durchgeführt. Die Kalibrierung erfolgte durch den Techniker der Firma LASE. Wie sich im Nachhinein herausgestellt hat, war die Abdeckung des ganzen Bereichs etwas knapp bemessen und hat so zu der nicht optimalen Datenqualität an einzelnen Zählquerschnitten beigetragen.</p>
Durchführung Erhebung / Betrieb	<p><u>Kontrollzählung</u></p> <p>Eine manuelle Kontrollzählung war wegen des hohen Aufkommens mit den zahlreichen Grossgruppen nicht durchführbar. Eine zweistündige Remote-Aufzeichnung mittels RTSP (Real-Time Streaming Protocol) hat es ermöglicht, wenigstens für die Zeit zwischen 17 und 18 Uhr eine Kontrollzählung nachträglich vorzunehmen. Neben der an sich zu kurzen Kontrollzählzeit fehlt ein Vergleich der Zählgenauigkeit bei Regen, in der Nacht oder auch bei winterlichen Verhältnissen (Schnee, Eis). Die für die Fragestellung der Stadt Luzern relevanten Zeiten mit dem höchsten Aufkommen an BesucherInnen und Touristen, v.a. in Gruppen, konnte aber abgedeckt werden.</p> <p>Idealerweise wird für die Kontrollzählung an solch komplexen Orten eine zusätzliche Videokamera aufgestellt (wie am Schwanenplatz, siehe oben), um eine frühzeitige Kalibrierung und Justierung der Einstellungen vorzunehmen. In diesem Forschungsprojekt war das erst am Schluss möglich. Kalibrierung und Justierung können sehr aufwändig sein – entsprechend viel Zeit ist dafür zu budgetieren.</p> <p><u>Ablauf der Zählung / Betrieb des Zählgeräts</u></p> <p>Der Betrieb (Zählung, Datenübermittlung etc.) lief problemlos über die dreieinhalb Wochen. Die Geräte wurden planmässig am 18. September demontiert.</p>
Nachbereitung / Datenqualität und Datenmanagement	<p><u>Datenqualität: Genauigkeit</u></p> <p>Die Stereo-Kamera PECO SCX-L-Outdoor war vor allem am Querschnitt SUVA, wo es eine gute Überkopf-Perspektive gab sehr genau. Sie hatte nur bei sehr grossen Gruppen gewisse Probleme. Bei den anderen Querschnitten war die Qualität der Daten deutlich schlechter, am schlechtesten beim Übergang zum Carparkplatz, wo Bilder bzw. die Zählung aus zwei Kameras zusammengesetzt werden mussten und die Kameraperspektive schräg zum Erhebungsquerschnitt lag. Mit einer gemäss Anbieterfirma inzwischen aufdatierten Software sowie einer noch sorgfältigeren Parametrierung vor Ort sollte eine ähnliche Erhebung in Zukunft bessere Resultate ergeben. Ebenso sollte es damit möglich sein, ein Stromdiagramm zu erhalten, also die Wegbeziehungen zwischen den Zonen nachzuzeichnen. Wenn mehr Platz zur Verfügung steht, liessen sich zudem die Erfassungszonen und -querschnitte so einrichten, dass die Verweilzeit vor einer Lichtsignalanlage gemessen werden kann. Dies dürfte vor allem bei Einzelanlagen besser gehen als bei einem so grossen Erhebungsperimeter mit drei Zebrastreifen wie am Löwenplatz.</p> <p><u>Datenverwaltung, -abruf und -management</u></p> <p>Die Daten wurden täglich auf den Server von LASE übermittelt, wo man sie anschauen und sich herunterladen konnte, z.B. als xlsx oder cvs Files mit den Werten pro Minute, für 5, 10, 15 oder 30 Minuten oder nach Tageszeit (0-9, 9-12, 12-15, 15-21 und 21-0 Uhr). Verfügbar sind zudem lokale Wetter- und Feiertagsdaten. Die Querschnittsdaten lassen sich einfach aufbereiten, komplizierter wird es bei den Wegbeziehungen. Hier war Hilfe des Anbieters notwendig, wobei sich am Schluss herausstellte, dass die Daten aufgrund der zum Erhebungszeitpunkt eingesetzten Software nicht verwertbar waren.</p>

4.4.3 Zusammenfassendes Fazit und Empfehlungen

Eignung des Geräts

Die Erhebung am Löwenplatz war – wie jene am Schwanenplatz – sehr komplex. Eine sorgfältige Standortwahl sowie eine gute Parametrierung nach der Installation sind zentral. Solche Aufwendungen lohnen sich jedoch nur für Langzeitmessungen. Sie konnten im vorliegenden Pilotprojekt nicht geleistet werden. Für Kurzzeitmessungen könnte z.B. wie am Schwanenplatz eine Lösung mit einer normalen Videokamera und der Analyse durch eine Auswertungsplattform getroffen werden.

Daten und Datenqualität

Zählungen mit Kameras haben per se eine weniger hohe Genauigkeit als z.B. solche mit der Laser-Technologie. Am Genauesten sind sie, wenn sie direkt über Kopf montiert werden können. Sobald die Perspektive schräg oder die Zähllinien weiter weg sind, nimmt die Ungenauigkeit zu. Der Fehler ist zudem nicht mehr systematisch, sondern es resultiert eine Punktwolke und entsprechend schwierig ist es, Hochrechnungsfaktoren zu bestimmen.

Neben der (Stereo-)Kamera spielt die Software eine entscheidende Rolle. Die am Löwenplatz eingesetzte Version hatte (noch) Schwierigkeiten beim Zusammensetzen von Bildern aus zwei Kameras und mit der Erstellung von Wegbeziehungen (Stromdiagramm), da Personen welche auf ihrem Weg von A nach B auch die Zone C betraten, nicht korrekt zugeordnet wurden. Inzwischen soll dies nach Angaben des Anbieters mit einer neueren Software besser gelingen.

Aufwand und Kosten – Preis-/Leistungsverhältnis

Der Aufwand für die Installation ist hoch, der Preis des Geräts hingegen ist im Vergleich eher günstig. Wenn man nur einen Querschnitt Über-Kopf abzudecken hat, ist das Preis-Leistungs-Verhältnis gut, bei mehreren Kameras muss die Übereinstimmung softwaremässig klappen, damit zuverlässige Werte erzielt werden. Um die Genauigkeit zu erhöhen ist auch eine Kombination von einer Stereokamera mit einem Lasergerät möglich. Dies wurde im Forschungsprojekt aber nicht geprüft und müsste näher untersucht werden.

Der Kalibrierungsaufwand ist ebenfalls hoch. Bei einer normalen Zählung muss eine Kalibrierung kurz nach der Geräteinstallation erfolgen und nicht wie im Forschungsprojekt erst am Schluss. Zur Erfassung und zum Abgleich der Daten sollte parallel zum Zählgerät eine zweite, normale Videokamera aufgehängt werden. Nur so sieht man, wie (genau) das Gerät zählt. Je nach Ergebnis braucht es mehrere Prüfrunden nach der jeweiligen Justierung. Das bedeutet schnell einen Aufwand von mehreren hundert Stunden. Dieser lohnt sich nur bei einer Einrichtung der Zählstelle auf Dauer.

Fazit und Empfehlung

Die Erfahrung am Löwenplatz zeigt, dass es äusserst anspruchsvoll ist, einen grösseren Bereich – hier drei Arme einer Mittelinsel mit Zebrastreifen zähltechnisch zuverlässig abzudecken. Mit der Art der Installation und der Software, die zum Zeitpunkt der Erhebung zur Verfügung standen, war es jedenfalls nicht möglich, die Wegbeziehungen darzustellen. Einer der Querschnitte wurde sehr genau gezählt, ein zweiter weniger genau und ein dritter sehr ungenau. Ob und wie eine aktualisierte Software zählen würde, müsste erneut geprüft werden. Für eine einzelne langfristige Überkopfmessung wird empfohlen auf eine einzige Kamera zu setzen oder auf ein genaueres Lasergerät zurückzugreifen.

Inhaltliche Schlussfolgerungen aufgrund der Beobachtungen

Die Kontrollzählung ab Video sowie Beobachtungen vor Ort helfen, den Verkehrsablauf und insbesondere das Verhalten der grossen Personengruppen zu Fuss besser zu verstehen und für allfällige Anpassungen Vorschläge zu machen. Dies betrifft insbesondere die Querungen an den Zebrastreifen.

Querung SUVA: Hier konnte häufig beobachtet werden, dass die Grün- und Gelbphasen für die Zufussgehenden zu knapp bemessen sind. Es stehen nur 7 Sekunden grün und 3 Sekunden gelb zur Verfügung, zu gewissen Zeiten sind es gar nur 5 Sekunden grün (siehe Tabelle unten).

Tabelle 16: Länge der Lichtsignal-Phasen für FussgängerInnen am Löwenplatz (in Sekunden)

Umlaufzeiten in Sekunden	Übergang SUVA: 5.0 bis 5.5 Meter			Umlaufzeiten in Sekunden	Übergang Löwencentener: 7.5 Meter		
	Grün	Gelb	Rot		Grün	Gelb	Rot
39-44s	5	3	31-36	40-45s	8	5	27-32
45-60s	7	3	35-50	47-53s	8	5	34-40
49-56s	7	3	39-46	50-51s	8	5	37-38

Besonders kritisch ist es, wenn sich zwei Gruppen auf dem Zebrastreifen begegnen und dabei eine Feinabstimmung ihrer Bewegungen machen müssen. In einzelnen Grünphasen zu Spitzenzeiten queren zwischen 30 und 50 Personen in jeder Richtung die Strasse (siehe Fotoserie unten). Bis sich eine grössere Gruppe in Bewegung gesetzt hat und die ersten halb gequert haben, ist es schon gelb und kurz darauf rot. Eine grössere Zahl Menschen ist da noch am Queren. Das führt immer wieder zu Konflikten mit dem Fahrzeugverkehr. Oft werden auch die Gruppen entzweigegrissen. Die meisten Autofahrenden warten oder verlangsamen ihre Fahrt, wenn (einzelne) Menschen noch queren, aber es gibt auch andere, die knapp durchbrausen. Gruppen sind eher bereit an einer Lichtsignalanlage etwas zu warten, brauchen dann aber längere Grünphasen. Eine Umverteilung der Grünzeiten zugunsten des Fussverkehrs sollte deshalb hier aus Sicherheits- und Komfortgründen geprüft werden.

Abbildung 64: Grosse Gruppen am Übergang SUVA



Querung Löwencentener: Hier kommt es häufig vor, dass die Leute auf einem direkteren Weg neben dem Zebrastreifen die Strasse überqueren. Das ist sicherheitsmässig meist kein Problem, denn Rotgehende sind eher selten, ausser es handelt sich um eine grosse Gruppe und die letzten rennen noch hinter den ersten her. Eine Möglichkeit, den Komfort der Zufussgehenden zu erhöhen, wäre es, den Fussgängerstreifen in der Fortsetzung der Einmündung von der Mittelinsel her auszudehnen (siehe Fotomontage rechts).

Abbildung 65: Verbreiterung des Fussgängerstreifens zur Erhöhung des Komforts der Zufussgehenden



Querung Carparkplatz: Dieser Übergang ist nicht Lichtsignalgeregelt und bietet gemäss den Beobachtungen keine Probleme. Auch grössere Gruppen werden von den übrigen Verkehrsteilnehmenden auf dem Fussgängerstreifen respektiert und gleichzeitig durchgelassen. Allenfalls könnte man auch hier den Fussgängerstreifen verbreitern, um den Komfort zu erhöhen und grössere Gruppen auf einer breiteren Fläche queren zu lassen.

Abbildung 66: Grosse Fussgängerströme am Übergang SUVA; Fotos vom 22. August 2019 ca. 14 Uhr



5. Anhang

5.1 Medienmitteilung der Stadt Luzern vom 23. August 2019



Test von Fussgänger- zählgeräten

E-Mail

Medien Stadt Luzern

Medienmitteilung

Luzern, 23. August 2019

Zurzeit fehlen schweizweit zuverlässige Angaben zu geeigneten automatischen Zählgeräten für den Fussverkehr. Besonders in komplexen Umgebungen in Städten sind automatische Zählungen mit vielen Herausforderungen verbunden. Je nach Zählgerät werden beispielsweise Passantengruppen ungenau erfasst oder aufgespannte Regenschirme verdecken die Sicht von oben.

Die Stadt Luzern nimmt zusammen mit mehreren Städten und Gemeinden in der Schweiz an einem Forschungsprojekt der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI) teil, wo Versuche mit unterschiedlichen Geräten vorgenommen werden. Damit sollen die Vor- und Nachteile sowie die Einsatzbedingungen für verschiedene Zählgeräte getestet werden. In der Stadt Luzern stehen Zählungen des Fussverkehrs auf der Seebrücke und an den stark frequentierten Fussgängerstreifen am Löwen- und Schwanenplatz im Fokus. Dazu werden unterschiedliche Geräte im Bereich der Seebrücke, Schwanenplatz und Löwenplatz installiert. Im Gegensatz zu den temporären Fussgängerzählungen der Vorjahre werden keine Zählgeräte direkt auf der Seebrücke platziert. Die Installationen werden ausserhalb des Verkehrsraumes angebracht und beeinflussen den Verkehr nicht.

Die Zählungen finden in Luzern im Zeitraum zwischen dem 23. August und dem 16. September 2019 statt. Durch die Fussgängerzählungen soll die Datenlage im Fussverkehr verbessert werden, um so Planung, Projektierung und Unterhalt den Bedürfnissen anzupassen.

Weitere Auskünfte erteilt Ihnen:

Stadt Luzern

Mobilität

Martin Urwyler, Projektleiter

Telefon: 041 208 85 94

E-Mail: martin.urwyler@stadtluzern.ch

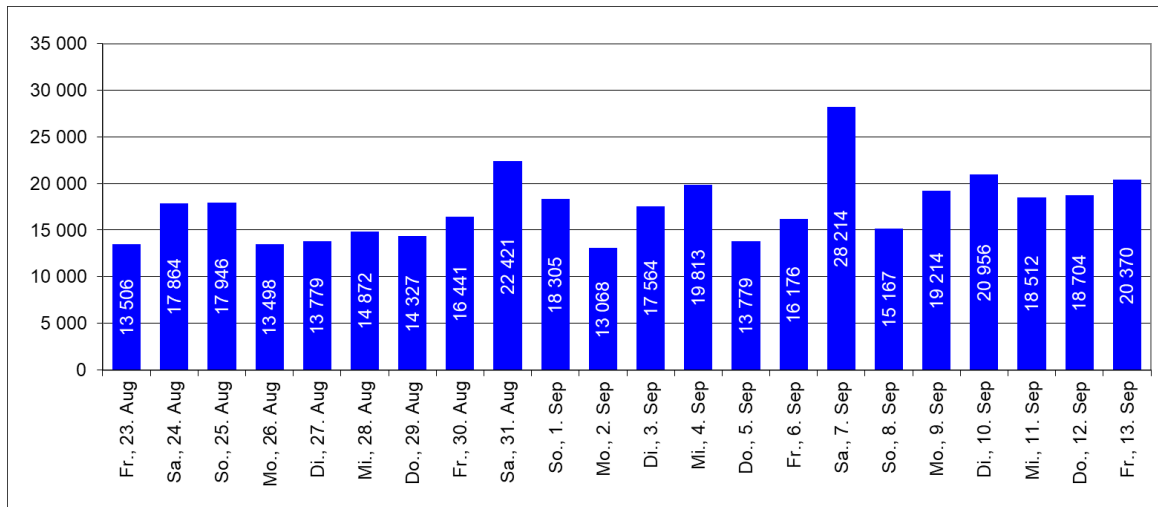
erreichbar: Freitag, 23. August 2019, 9 bis 10 Uhr

Stadt Luzern
Kommunikation
Hirschengraben 17
6002 Luzern
Telefon: 041 208 83 00
E-Mail: kommunikation@stadtluzern.ch
www.kommunikation.stadtluzern.ch

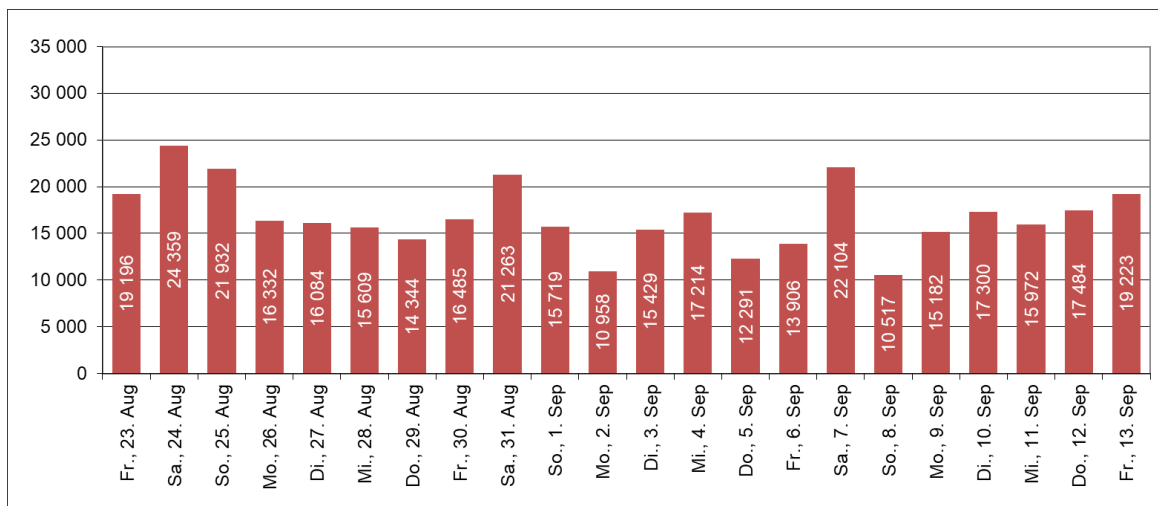
MM Fussgängerzählungen

5.2 Tagesaufkommen am Schwanenplatz über alle Erhebungstage

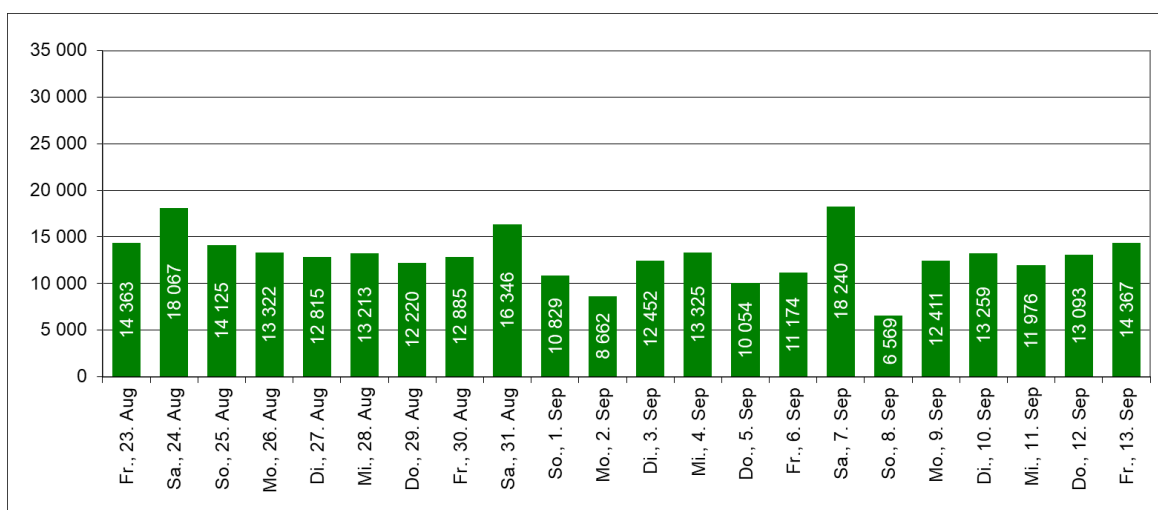
23. August bis 13. September 2019



Querschnitt Zebrastrassen (Verbindung See-Altstadt)



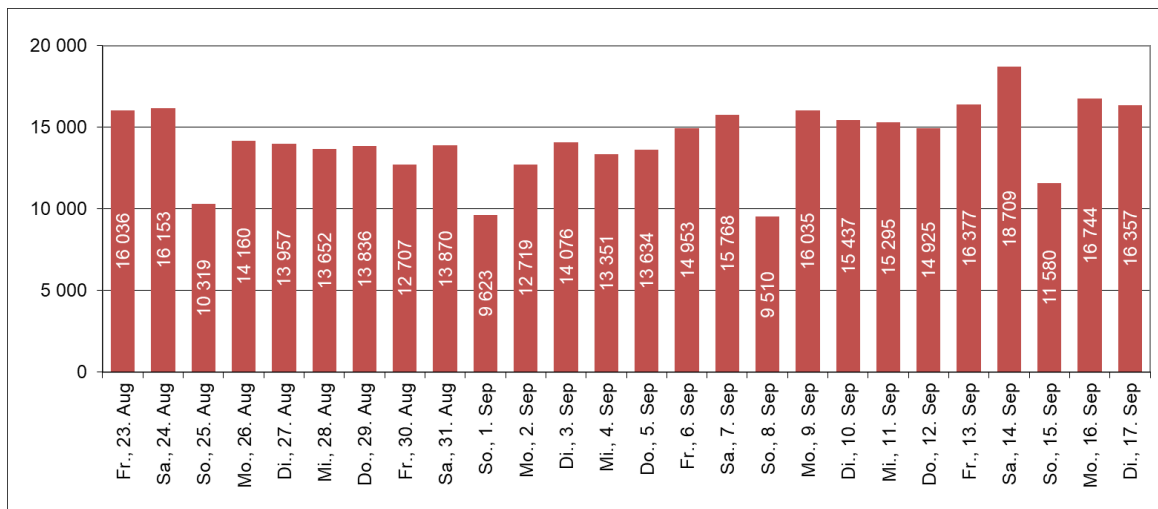
Querschnitt Süd (Richtung Seebrücke / Bahnhof)



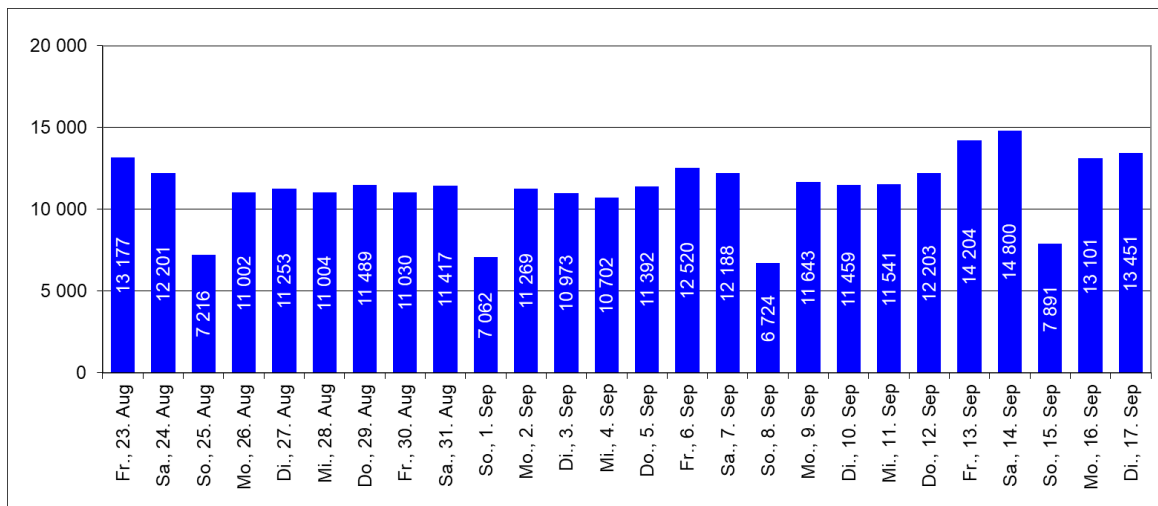
Querschnitt Nord (Richtung Schweizerhofquai)

5.3 Tagesaufkommen am Löwenplatz über alle Erhebungstage

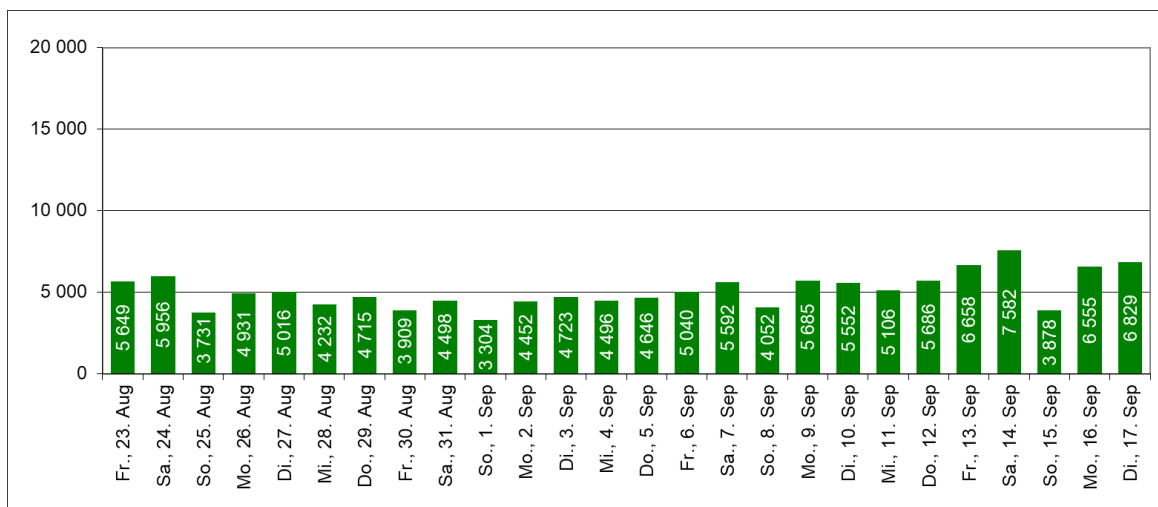
23. August bis 17. September 2019



Querschnitt SUVA



Querschnitt Löwencenter



Querschnitt Carparkplatz

5.4 Kriterienliste

Installation (inkl. Demontage) – Vorbereitung der Zählung

- Beschrieb des allgemeinen Vorgehens
- Anforderungen an Zählstandorte und Installation:
 - Montagemöglichkeiten / notwendige Montagehöhe? Worauf ist bei Montage zu achten (z.B. Sonnenstoren, Datenschutz)? Wie geht die Installation vor sich?
 - Energieversorgung: notwendige Akku-/Batterie (-leistung), Stromanschluss
 - Technische Hilfsmittel (z.B. Hebebühne)
- Aufwand Vorbereitung und Installation

Betrieb – Durchführung der Zählung

- Beschrieb des allgemeinen Vorgehens
- Erfahrungen mit dem Gerät im Betrieb:
 - Allfällige Ausfälle (ja/nein); wenn ja, welcher Art, worauf zurückzuführen? Einsatzgrenzen und „Fehler“ (jeweils näher zu charakterisieren)
 - Vandalismus (-gefahr / -vorkehrungen)
- Aufwand Betreuung des Geräts im Betrieb

Datenbereinigung – Nachbereitung der Zählung

- Beschrieb des allgemeinen Vorgehens
- Einschätzung der Datenqualität:
 - Genauigkeit, korrekte Erfassung der gewünschten Verkehrsteilnehmenden;
 - Notwendige Erhebungsdauer, um zuverlässige Aussagen treffen zu können
 - Notwendigkeit der Kalibrierung?
 - Resultierendes Datenformat, notwendige Datenbereinigung? Datenschutz in dieser Phase?
- Aufwand für Kalibrierung und/oder Datenbereinigung

Zusammenfassung / Fazit

Nach der Darstellung nach einzelnen Arbeitsschritten kann ein Fazit gezogen werden in Bezug auf die folgenden Punkte:

- Aufwand und Kosten: Es können Erkenntnisse und Empfehlungen zu Investitions-, Installations-, Betriebs- und Auswertungskosten sowie dem damit verbundenen Personalaufwand abgeleitet werden.
- Eignung und Handhabbarkeit der Geräte: Aus den Angaben können Empfehlungen zu temporären / permanenten Zählungen sowie spezifische Tipps für die Installation inkl. Aufwand, zur Handhabbarkeit und zu Einsatzgrenzen im Betrieb abgeleitet werden. Aussagen und Empfehlungen dazu, was die Vor- und Nachteile der jeweiligen Geräte/Technologien in Bezug auf die Fragestellung sind.
- Daten und Datenqualität: Aus den Angaben können Empfehlungen abgeleitet werden, welche Genauigkeit unter welchen Bedingungen und mit welchem Aufwand erzielt werden kann. Dies hängt auch immer von der Fragestellung ab – wie genau ist genau genug?
- Weiteres: was ist im Weiteren / im Speziellen zu beachten?

5.5 Projektbeschreibung der Forschung



Umwelt Mobilität Verkehr

Fussverkehr Schweiz
Mobilité piétonne Suisse
Mobilità pedonale SvizzeraDaniel Sauter
Urban Mobility Research

Forschungsprojekt SVI 2017/009: Empfehlungen zur Zählung des Fussverkehrs



Projektbeschreibung

Problemstellung

Fussverkehrsdaten können auf allen Ebenen zweckdienlich in die Planung des Fussverkehrs einbezogen werden: Modellierung, Projektierung, Unterhalt und Controlling. Die technische Entwicklung der letzten Jahre hat Fussgängerzählungen vereinfacht und bezahlbar gemacht, wobei sich die Instrumente und Methoden z.T. ergänzen und zugleich auch immer mehr überlagern. In der Praxis bildet eine evidenzbasierte Planung des Fussverkehrs jedoch weiterhin die Ausnahme. Grund dafür sind folgende Schwierigkeiten:

- Flexibles Bewegungsverhalten von Fussgängern, das Erhebung z.T. anspruchsvoller macht als bei anderen Verkehrsmitteln
- Wenige Standards zur Erhebung und Nutzung von Fussverkehrsdaten
- Fragmentierte, projektbezogene Datengrundlage
- Systematische, permanente Erhebung des Fussverkehrs erst im Aufbau
- Komplexe technologische Entwicklungen im Bereich der Zählssysteme

Projektziel

Das Forschungsprojekt SVI 2017/009 adressiert diese Probleme und zeigt auf, wie die Planung des Fussverkehrs anhand von Zähldaten evidenzbasierter erfolgen kann. Ziel ist es, praxisorientierte Hinweise für die konkrete Vorbereitung, Durchführung und Aufbereitung von Zählungen zu erarbeiten.

Forschungsfokus

Es besteht ausgewiesener Forschungsbedarf zu den auf dem Markt verfügbaren Technologien, zu Erhebungsorten und erforderlicher Zählstellendichte sowie zur Art und Weise, wie die Daten in die Planung einfließen können.

Dazu werden Grundlagen für verschiedene Planungsphasen (übergeordnete Planung, Detailplanung, Monitoring) und Anwendungsbereiche (Modellierung, Projektierung von Anlagen, Wirkungsanalysen) erarbeitet. Weiter wird eine Übersicht über geeignete Erhebungstechnologien und deren Anwendungsbereiche erstellt.

Der räumliche Fokus des Forschungsprojektes liegt dabei auf öffentlichen Räumen im Siedlungsgebiet und den Schnittstellen des öffentlichen Verkehrs. Es werden heute marktfähige Technologien betrachtet und Grundlagen für Bedürfnisse auf allen Ebenen (Bund, Kantone, Agglomerationen, Städte und Gemeinden) erarbeitet.

Vorgehen

Das Forschungsprojekt SVI 2017/009 gliedert sich in drei Phasen:

In Phase 1 werden relevante Planungsfragen und der Datenbedarf eruiert, verfügbare Technologien systematisch zusammengestellt, vorhandene Daten und Projekte evaluiert und eine Synthese erstellt.

In Phase 2.1 werden **Piloterhebungen** mit interessierten Partnern durchgeführt. Dabei wird anhand ausgewählter Praxistests die Handhabbarkeit konkreter Fragestellungen möglichst mit unterschiedlichen Technologien vergleichend getestet. Ziel ist die Beantwortung offener Fragen und die systematische Sammlung von Erfahrungen zu konkreten Anwendungen. Die Erhebung soll zugleich auch für die Partner-Orte nützlich sein.

In Phase 2.2 werden mittels grösserer Datenbestände Erkenntnisse (z. B. Hochrechnungsfaktoren, Ganglinien nach Siedlungstypologie und Wegzwecken, der Wettereinfluss) überprüft und aktualisiert. Ziel ist es, Empfehlungen zur Verknüpfung verschiedener Datenquellen und zur Aufarbeitung von Zählungen zu formulieren.

Phase 3 beinhaltet die Erarbeitung des Forschungsberichtes, der den aktuellen Stand der Forschung zusammenfasst, neue Erkenntnisse zeigt und Empfehlungen für die Vorbereitung, Durchführung und Aufbereitung von Fussverkehrszählungen formuliert.

Nutzen

Das Forschungsprojekt SVI 2017/009 mit den darin eingeschlossenen praxisorientierten Empfehlungen soll die Hürden für Erhebungen des Fussverkehrs senken und zwar auf zwei Arten. Einerseits können folgende Resultate direkt in der planerischen Praxis verwendet werden:

- Hilfestellung zur Vorbereitung, Durchführung und Aufbereitung von Erhebungen
- Technologie-Übersicht und 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 SVI 2017 leistet so einen Beitrag dazu, die Planung des Fussverkehrs evidenzbasierter zu gestalten.

Forschungsteam

Pestalozzi & Stäheli GmbH – Umwelt, Mobilität, Verkehr

Christian Pestalozzi, Projektleitung, dipl. Ing. ETH/SIA, Verkehrsingenieur SVI

Andreas Stäheli, dipl. Bauing. FH, Verkehrsingenieur SVI, Raumplaner NDS/FH

Vera Conrad, dipl. Ing. Raumplanung, Dr.-Ing.

Matthias Mahler, BA Geografie

Fussverkehr Schweiz

Thomas Schweizer, dipl. Geograf, Verkehrsingenieur SVI

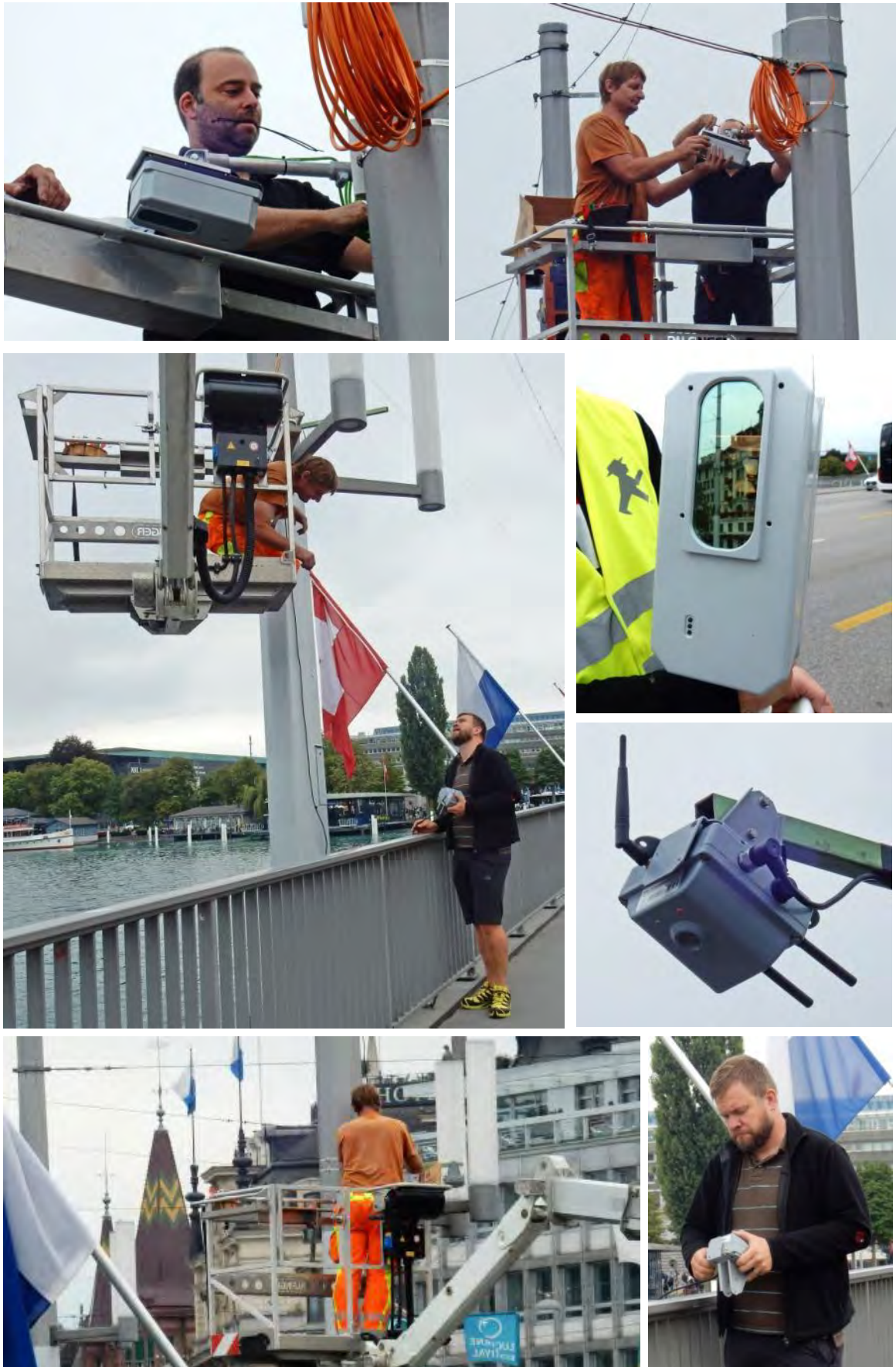
Dominik Bucheli, dipl. Geograf

Urban Mobility Research

Daniel Sauter, lic. phil. I, Soziologe, Büroinhaber

5.6 Bilder der Installations- und Demontagearbeiten

Installation und Demontage der Zählgeräte auf der Seebrücke



Installation und Demontage der Zählgeräte am Schwanenplatz



Installation und Demontage der Zählgeräte am Löwenplatz

