

Zählung des Fussverkehrs in der Gerbergasse

Vergleich von unterschiedlichen Erhebungstechnologien



Schlussbericht

Verfasser: Christian Pestalozzi, Pestalozzi & Stäheli GmbH

Basel, 11. September 2020

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

Inhaltsverzeichnis

1	Projektbeschrieb	3
1.1	Ausgangslage mit Bezug zum Forschungsprojekt	3
1.2	Zielsetzung	3
2	Durchführung der Piloterhebung Gerbergasse, Basel.....	3
2.1	Standort	3
2.2	Eingesetzte Geräte.....	4
2.3	Durchführung der Zählung.....	5
3	Erhobene Daten.....	5
3.1	Besondere Ereignisse	5
3.2	Ergebnisse der Erhebung.....	6
4	Kontrollzählung und Kalibrierung.....	8
4.1	Ergebnisse nach Vergleich mit Handzählung	8
4.2	Kalibrierung	9
4.3	Datenqualität nach Kalibrierung	11
4.4	Vergleich mit den publizierten Zählzeiten des Kantons Basel-Stadt.....	12
5	Definitive Ergebnisse.....	13
5.1	Wochenganglinie.....	13
5.2	Tagesganglinien	14
5.3	Kennwerte DWV und DTV.....	16
5.4	Velo- und Motorfahrzeugverkehr.....	16
6	Beurteilung der eingesetzten Technologien	18
6.1	PyroBox von Eco-Counter	18
6.2	Laser PECO LC2 von LASE.....	20
6.3	Citix 3D von Eco-Counter.....	21
6.4	Zusammenfassender Vergleich der verschiedenen Systeme.....	22
7	Schlussbemerkungen.....	23
8	Anhang.....	24
8.1	Projektbeschrieb der Forschung	24

1 Projektbeschreibung

1.1 Ausgangslage mit Bezug zum Forschungsprojekt

Ein wichtiges Element der Forschungsarbeit SVI 2017/009 «Empfehlungen zur Zählung des Fussverkehrs» sind Piloterhebungen von Fussgängerfrequenzen, die in verschiedenen Deutschschweizer Städten erhoben werden. Bei diesen Piloterhebungen werden verschiedene Zählmethoden angewendet, um deren Vor- und Nachteile sowie deren optimales Einsatzspektrum bestimmen zu können. Im Weiteren liefern die erhobenen Daten den Städten wichtige Informationen zu Fussgängerfrequenzen und tragen dazu bei, Informationslücken zu füllen. Einen detaillierteren Projektbeschrieb der Forschung befindet sich im Anhang dieses Berichtes.

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

1.2 Zielsetzung

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

Diese Erkenntnisse kommen neben der Forschung auch dem Kanton Basel-Stadt zu Gute, der damit einerseits eine detaillierte Analyse der Frequentierung einer zentralen Fussgängerachse in der Innenstadt Basel und andererseits Hinweise zum Einsatz alternativer Erhebungstechnologien bekommt.

2 Durchführung der Piloterhebung Gerbergasse, Basel

2.1 Standort

Der Standort der Erhebung befindet sich an der Gerbergasse 48 in Basel (siehe Abb. 1).



Abb. 1 Basel Gerbergasse 48, Erhebungsstandort

2.2 Eingesetzte Geräte

In diesem Kapitel wird auf die Eigenheiten der verschiedenen Geräte eingegangen, sowie deren Funktionsweise kurz erläutert. Die Erhebung wurde mit folgenden Geräten durchgeführt:

Gerätetechnik	Anbieter	Produktname
Pyroelektrischer Sensor	EcoCounter	Pyrobox
3D-Kamera/-Sensor	EcoCounter	Citix 3D
Laser	LASE PeCo Systemtechnik GmbH	PECO LC 2.0

Die Kontrollerhebung wurde durch Pestalozzi & Stäheli GmbH organisiert und durchgeführt.

2.2.1 PyroBox EcoCounter

Bei der Technologie PyroBox handelt es sich um eine passiv-Infrarot-Technik. Dabei erfasst der körperlärmeempfindliche Sensor jede Person, die an ihm vorbeikommt. Der Empfänger des Geräts registriert die Wärmequellen im Funktionsbereich. Das Gerät kann sowohl horizontal (am Rand eines Weges) wie auch vertikal (über einer Türe) installiert werden. Es sollte vis-à-vis von einer festen Fläche (z. B. Mauer) montiert werden, da der Temperaturunterschied zwischen dem Hintergrund und dem sich dazwischen bewegendem Objekt gemessen wird.

2.2.2 3D-Kamera Citix 3D

Bei der Technologie von CITIX 3D handelt es sich um ein Videoerfassungssystem mit dreidimensionaler Sensor-Technologie. Das Gerät ist mit zwei Kameras ausgestattet. Die Kameras, die in erhöhter Lage installiert werden, filmen kontinuierlich einen vordefinierten Ausschnitt. Die Sensoren unterscheiden sich, in dem sie unterschiedliche Frequenzbereiche auswerten, entweder den optischen oder den Infrarot-Bereich.

2.2.3 Laser PECO LC 2.0

Die Laserscanner-Technologie ist mit der Aktiv-Infrarotmethode vergleichbar (der Laser funktioniert mit Infrarot). Der Unterschied besteht darin, dass die Strahlen des Laserscanners den Raum in kleinste Quadrate aufteilen und ihn so scannen. Ein Sender produziert regelmässig einen für das Auge nicht sichtbaren Lichtimpuls, der mittels eines Spiegelsystems gestreut wird. Trifft der Lichtstrahl auf ein Objekt, wird er zum Gerät, in dem sich auch ein Empfänger befindet, zurückgesendet. Aus den Reflektionen können Umrisse und Geschwindigkeit der Objekte im Raum erfasst werden. In erhöhter Lage installierte Geräte sind in der Lage, einen vordefinierten Raum zu scannen und die sich darin bewegendem Objekte zu detektieren.

2.3 Durchführung der Zählung

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

Die Messgrösse besteht grundsätzlich aus der Anzahl der Fussgänger, die richtungsgetrennt erfasst wurden. Allerdings ist lediglich das Gerät Citix 3D in der Lage, zwischen Fussgängern und Velofahrenden zu differenzieren. Entsprechend erheben die PyroBox und der Laser Velofahrende als Fussgänger. Die nachfolgenden Angaben zeigen genau genommen die Menge an Fussgängern und Velofahrenden. Da der Anteil Veloverkehr unter 2% liegt (s. Kapitel 5.4), reden wir dennoch nur vom Fussverkehr.

Motorfahrzeuge werden lediglich vom Citix 3D erhoben.

Ergänzend zu den automatischen Erhebungen wurden während 3 Stunden händische Kontrollzählungen durchgeführt, und zwar am Mittwoch, 4. September 2019 von 8 bis 9 Uhr und von 15 bis 16 Uhr, sowie am Samstag, 7. September von 14 bis 15 Uhr.

3 Erhobene Daten

3.1 Besondere Ereignisse

Während der Erhebungszeit vom 26.8. – 22.9.2019 fanden folgende speziellen Ereignisse statt:

- Am 26.8.2019 fand zum letzten Mal eine Aufführung im Rahmen des OpenAir Cinema auf dem Münsterplatz statt. Die Fussverkehrsmenge an diesem Abend ist jedoch nur geringfügig höher als an anderen Montagen.
- Vom 12.-15.9.2019 fand die 'Auto Basel' statt. Dies hat jedoch auf die Fussverkehrsmenge in der Gerbergasse keinen signifikanten Einfluss.
- Am 15.9.2019 fand der SlowUp in der Region Basel und am 22.9.2019 der Basler Bruggelauf statt. Beide Anlässe hatten keinen Einfluss auf die Fussverkehrsmenge in der Gerbergasse.

Auffallend ist die geringe Tagesmenge am Sonntag 8.9.2019. Die erhobenen Werte liegen je nach Gerät 20-35% unter dem Durchschnitt der anderen 3 erhobenen Sonntage. Grund dafür ist die Witterung: Der 8.9.2019 war der kälteste Tag während der Messperiode und es regnete zeitweise stark.

Beim Lasergerät und der 3D-Kamera sind ansonsten keine Werte auffallend. Bei den Werten der Pyrobox sind folgende Werte auffallend:

- Dienstag 3.8.2019: Die Tagesmenge liegt 13% unter dem Durchschnitt der übrigen Dienstage. Für diese Abweichung sind die Stundenwerte von 9-10, 12-13 und 13-14 Uhr verantwortlich.
- Freitag 13.9.2019: In den beiden Stunden von 19-21 Uhr hat die Pyrobox keine Werte erhoben. Offenbar hat das Gerät in dieser Zeit nicht funktioniert.
- Donnerstag 19.9.2019: Die Tagesmenge liegt 24% unter dem Durchschnitt der übrigen Donnerstage, wobei praktisch alle Stundenwerte an diesem Tag geringer sind als der Durchschnitt.
- Freitag 20.9.2019: Die Tagesmenge liegt 30% unter dem Durchschnitt der übrigen Freitage. Insbesondere die Messzeit von 17-19 Uhr weist Zählwerte deutlich unter dem Durchschnitt auf.

3.2 Ergebnisse der Erhebung

Die nachfolgenden aufgeführten Angaben zeigen die aufgenommenen Zählraten der einzelnen Geräte, in diesem ersten Schritt ohne jegliche Kalibrierung.

Wochenganglinie

Die Auswertung der Daten in Bezug auf die durchschnittlichen Tagesmengen (s. Abb. 2) zeigt folgendes Bild:

Fussgängerfrequenzen

- Die höchsten Frequenzen wurden jeweils samstags mit über 22'000 Fussgängern pro Tag ermittelt, sonntags hingegen die geringsten Frequenzen mit maximal knapp 9'000 FG/d.
- Im Wochenverlauf nehmen die Tagesgesamtwerte stetig zu. So beginnt die Woche mit einer durchschnittlichen Frequenz von etwa 9'000 bis 12'500 Fussgängern und steigt an auf etwa 10'500 bis 16'500 Fussgänger pro Tag am Freitag.

Technologievergleich

- Der Laser erhebt i.d.R. die höchsten Tagesmengen, die PyroBox die geringsten und Citix3D liegt im mittleren Bereich.
- Die Tagesmengen des Citix 3D liegen rund 10% unter denjenigen des Lasers.
- Die Tagesmengen der Pyrobox liegen zwischen 25 und 35% unter denjenigen des Lasers.

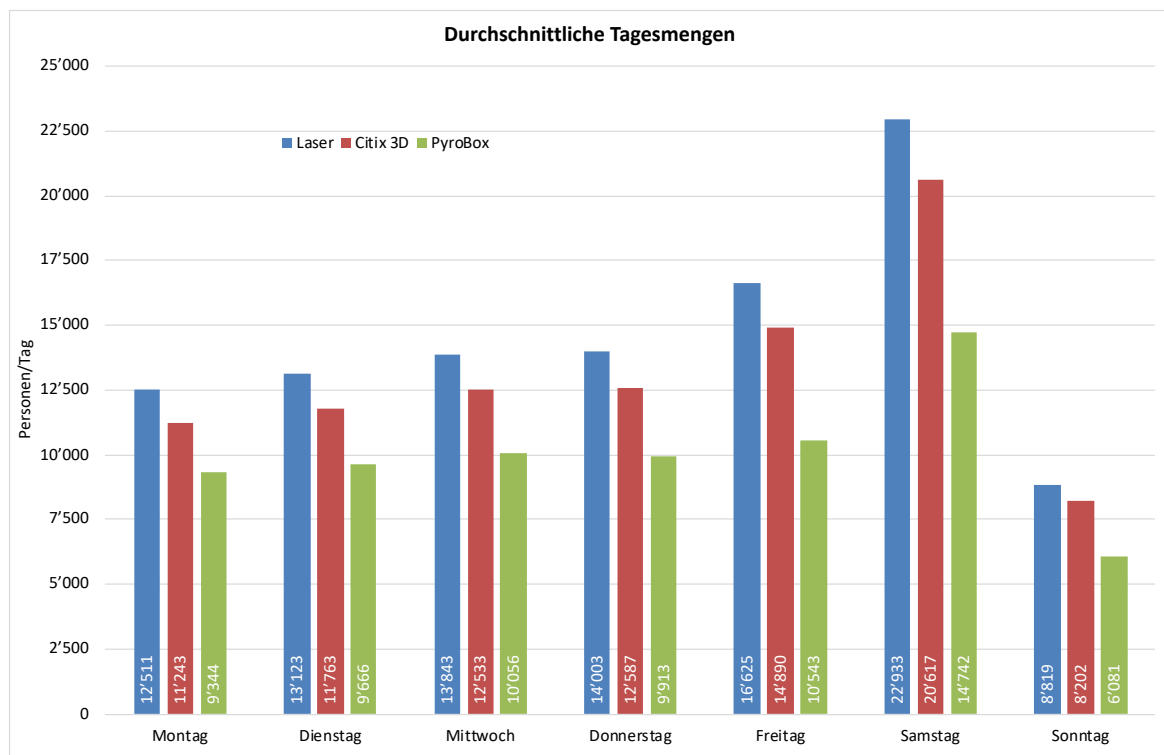


Abb. 2 Vergleich der durchschnittlichen Tagesmengen

Tagesganglinien

Die Auswertung der Daten in Bezug auf die gemittelten Stundenwerte nach Tagen (s. Abb. 3) zeigt folgendes Bild:

Fussgängerfrequenzen

- Die höchsten Frequenzen wurden samstags am frühen Nachmittag zwischen 15 und 16 Uhr mit rund 2'500 FG/h (mit Laser) erhoben.
- Werktags können 2 Spitzen beobachtet werden (Mittag und Abend).
- Am Samstag und Sonntag kann je eine Spitze am Nachmittag beobachtet werden.

Technologievergleich

- Das Lasergerät und die 3D-Kamera erheben sehr ähnliche Werte.
- Bei geringen Mengen ermitteln alle Technologien relativ ähnlich Werte.
- Je höher die zu erhebenden Mengen, umso grösser wird die Differenz zwischen dem Pyrosensor und den anderen Geräten, z.B. samstags zwischen 15 und 16 Uhr differiert die erhobene Menge von ca. 1'500 (PyroBox) bis ca. 2'500 (Laser) Personen pro Stunde.
- Dies ist auf das bekannte Problem des Pyrosensors zurückzuführen, welcher gleichzeitig die Zähllinie passierende Personen nicht erfassen kann.
- Da am Abend und an Sonntagen die Menschen häufiger in Gruppen unterwegs sind, ist zu diesen Zeiten auch bei geringerer Frequenz, die Abweichung gross.

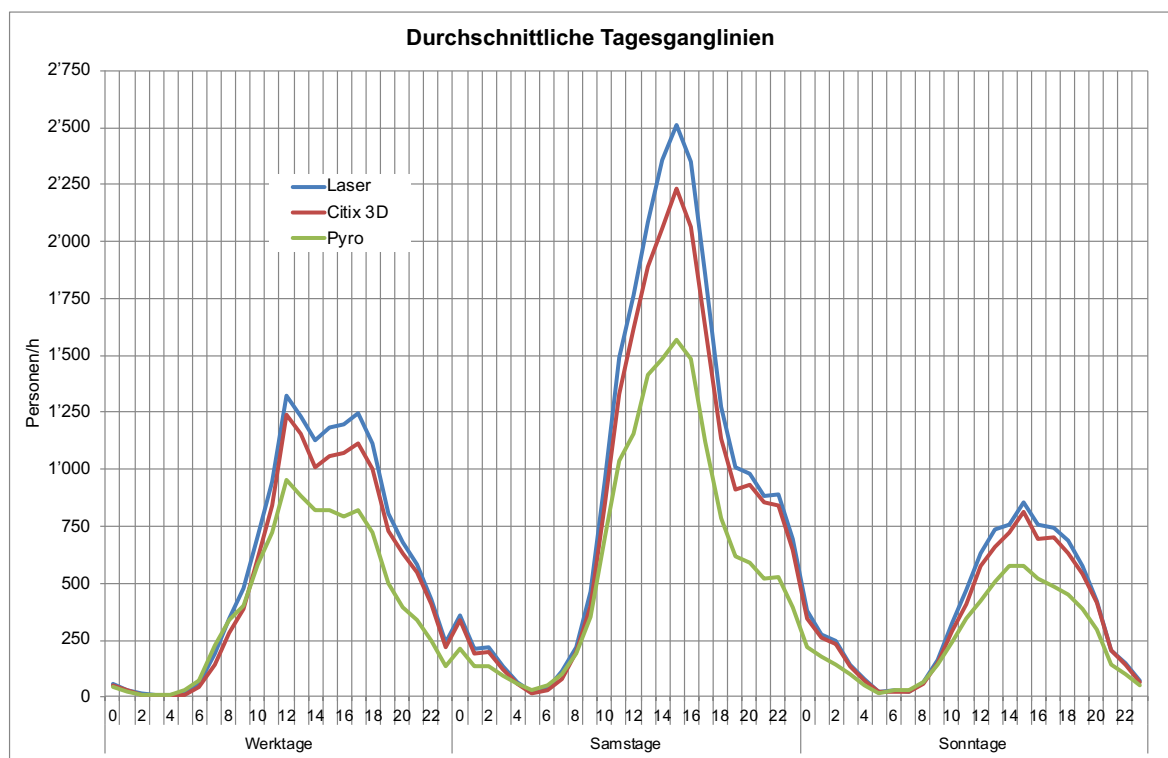


Abb. 3 Vergleich der durchschnittlichen Tagesganglinien

4 Kontrollzählung und Kalibrierung

4.1 Ergebnisse nach Vergleich mit Handzählung

Begleitend zu den automatischen Erhebungen wurden stichprobenartig Handzählungen vorgenommen, und zwar am Mittwoch 4.9.2019 von 8 bis 9 Uhr sowie von 16 bis 17 Uhr und am Samstag 7.9.2019 von 14 bis 15 Uhr. Auch bei Handzählungen sind Fehlzählungen möglich. Gerade bei hohen Frequenzen ist das Risiko, zu wenig zu zählen, relevant. Entsprechend soll die Handzählung hier als nur Richtwert gelten und nicht als «absolut richtiges» Zählergebnis.

Wird ein Vergleich der automatisch erhobenen Fussgängerdaten und der Handzählungen angestellt, so zeigt sich gemäss Abb. 4 und 5 folgendes Bild:

- Die Abweichungen am Mittwochvormittag (während der Anlieferungszeit) betragen zwischen 27 und 52%. Diese grossen Differenzen sind schwierig zu erklären. Auffallend ist, dass alle Geräte an diesem Mittwochvormittag deutlich mehr Personen zählten als an den drei anderen Mittwochen.
- Der Laser weist während den beiden anderen Kontrollzählungen eine Abweichung von +5% zur Handzählungen auf.
- Citix 3D weist eine Abweichung am Mittwochnachmittag von -5% und am Samstag eine solche von -13% auf.
- Die PyroBox weist am Mittwochnachmittag eine Abweichung von -28% und am Samstag von -37% in Bezug auf die Handzählung auf.

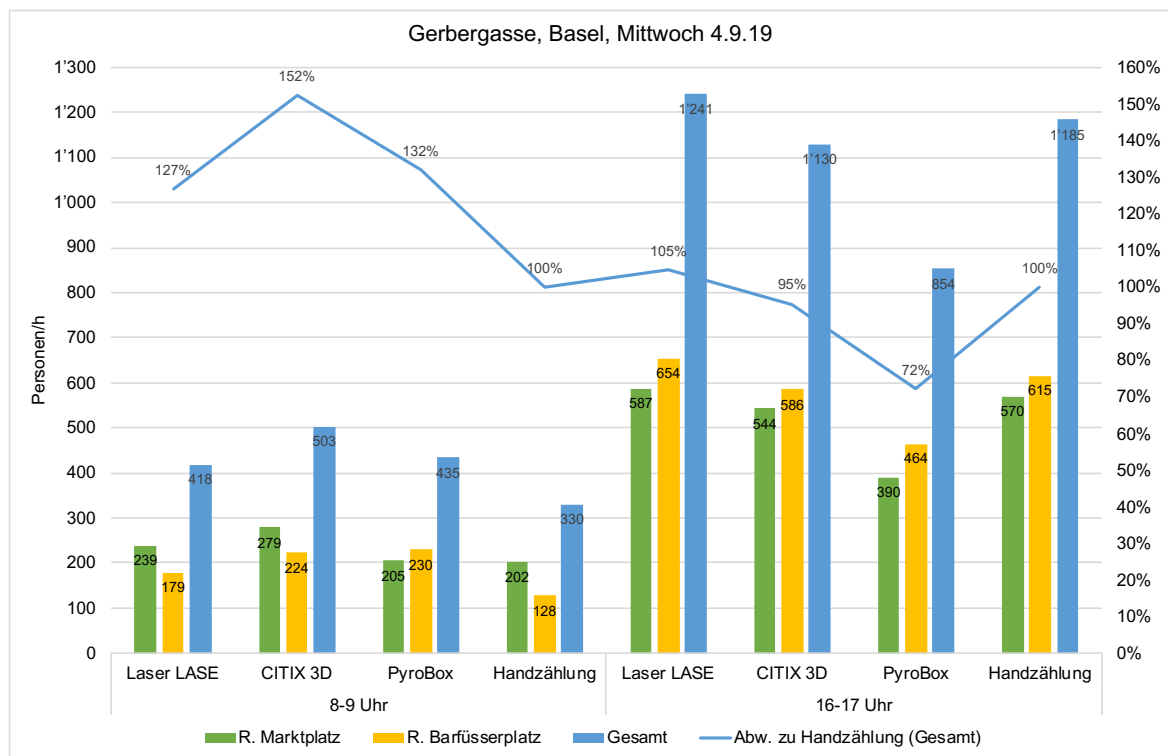


Abb. 4 Vergleich der Zählraten der Geräte mit der Handzählung, Mittwoch, 4.9.2019

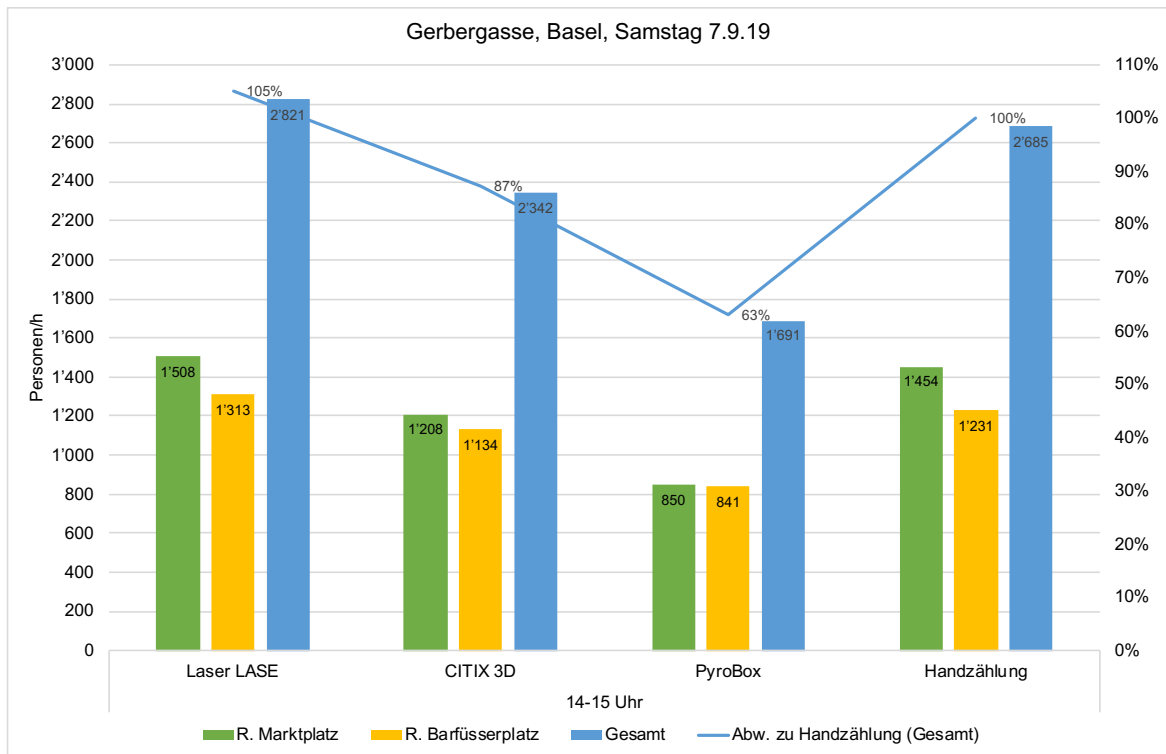


Abb. 5 Vergleich der Zählraten der Geräte mit der Handzählung, Samstag, 7.9.2019

4.2 Kalibrierung

In den folgenden Abbildungen 6 bis 8 werden die Resultate der verschiedenen Zählgeräte mit denen der Kontrollzählung in Verhältnis gesetzt. Für die Kalibrierung wurde einfachheitshalber auf eine lineare Funktionen zurückgegriffen. In Anbetracht des hohen Determinationskoeffizienten R^2 kann dies als genügend betrachtet werden.

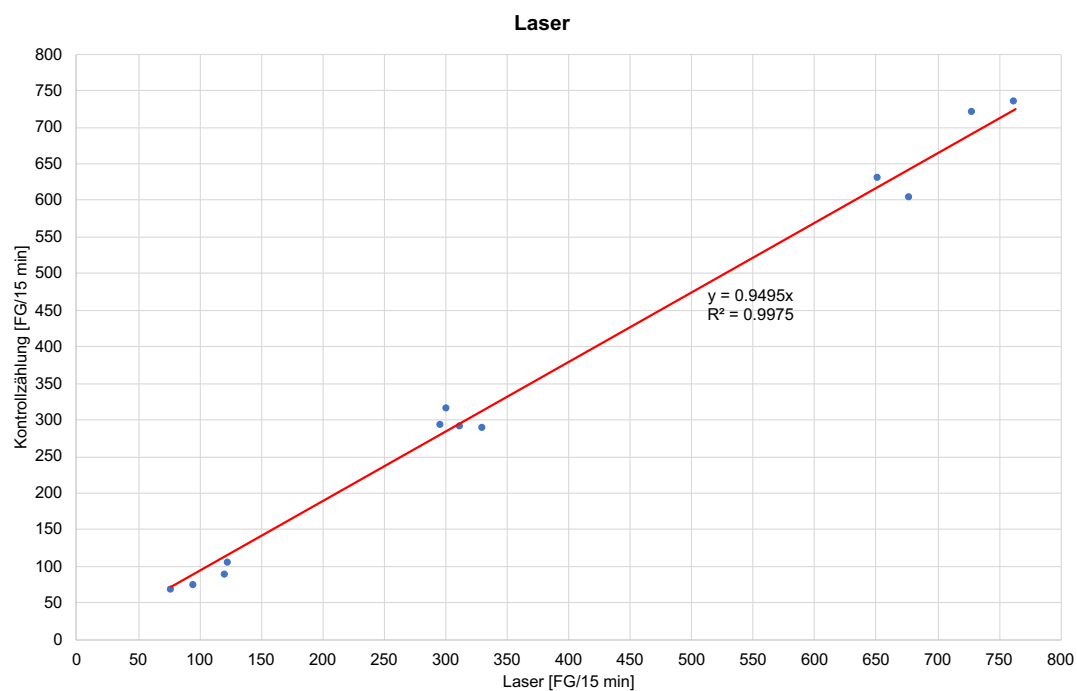


Abb. 6 Vergleich Laser mit Handzählung und Kalibrierungsfunktion

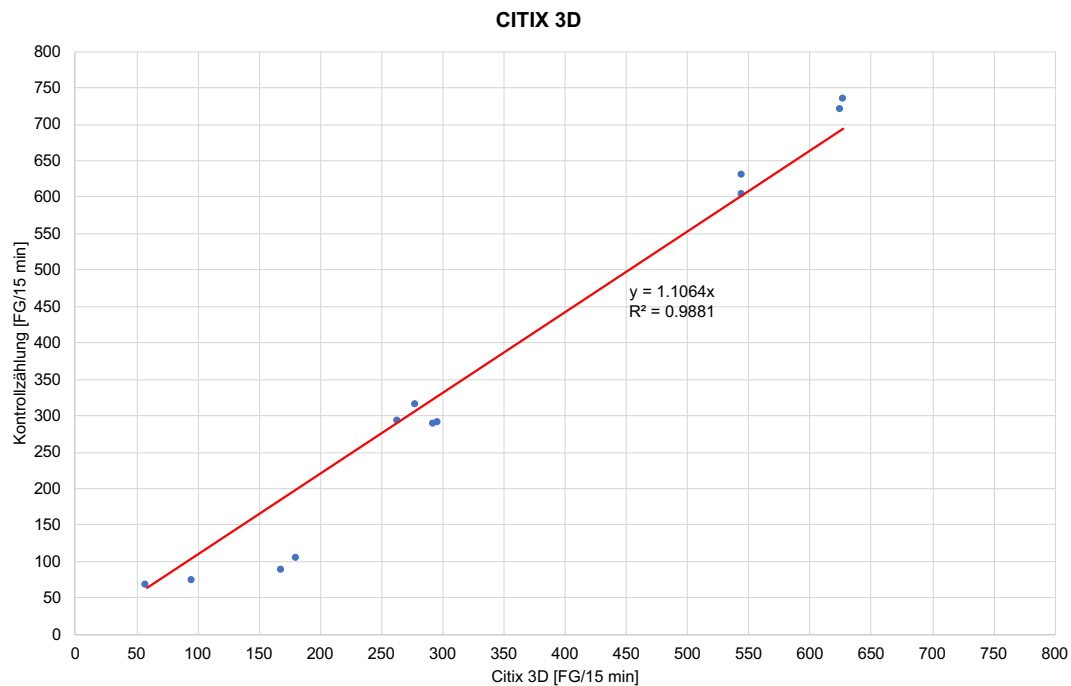


Abb. 7 Vergleich Citix 3D mit Handzählung und Kalibrierungsfunktion

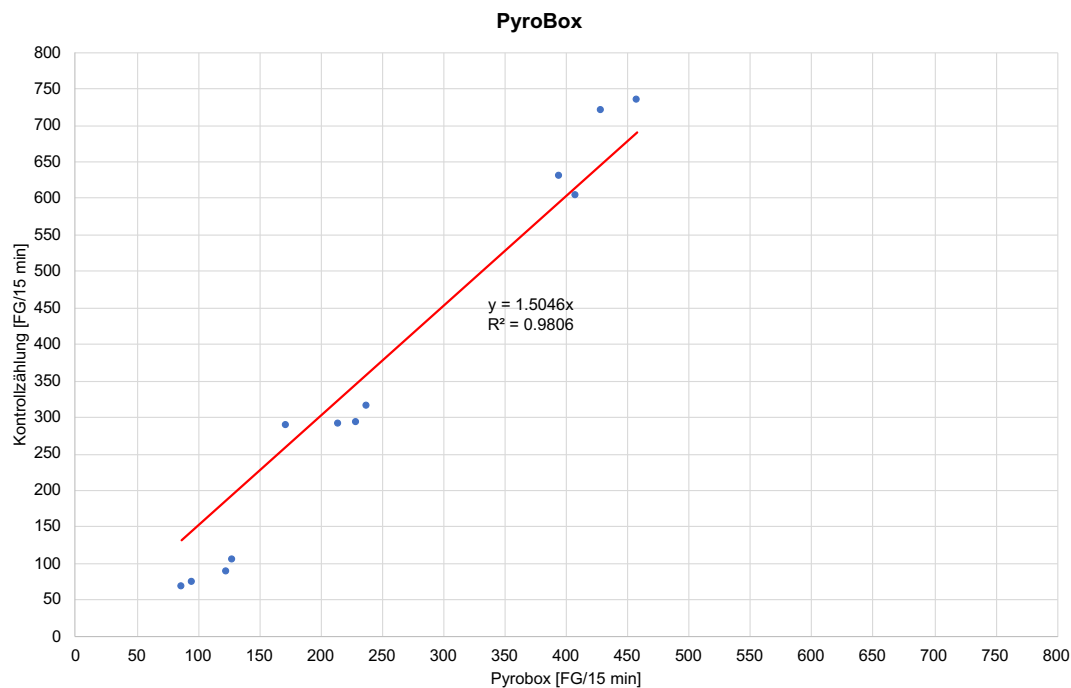


Abb. 8 Vergleich PyroBox mit Handzählung und Kalibrierungsfunktion

Die erhobenen Zähldaten sind somit gemäss den Kalibrierungsfunktionen mit folgenden Korrekturfaktoren zu kalibrieren:

Korrekturfaktor Laser = 0.9495

Korrekturfaktor Citix3D = 1.1064

Korrekturfaktor PyroBox = 1.5046

4.3 Datenqualität nach Kalibrierung

In den folgenden Abbildungen 9 und 10 sind die Tagesganglinien der verwendeten Technologien vor und nach der Kalibrierung abgebildet. So zeigt sich im Vergleich, dass sich unter Verwendung der Korrekturfaktoren die Tagesganglinien der 3 Erhebungs-Technologien praktisch identisch sind.

Dies spricht dafür, dass alle 3 Technologien solide Ergebnisse ermitteln können. Allerdings bedarf es jeweils einer Kontrollzählung zur Bestimmung der jeweiligen Kalibrierung. Für den Pyrosensor ist bekannt, dass die Kalibrierung für jeden Standort vorgenommen werden muss. Ob dies für die anderen Technologien ebenfalls so ist, kann hier nicht abschliessend beantwortet werden.

Für die Erhebung in der Gerbergasse kann festgehalten werden, dass für das Lasergerät und die 3D-Kamera keine Kalibrierung erforderlich gewesen wären, da eine Abweichung von 5-10% durchaus toleriert werden kann.

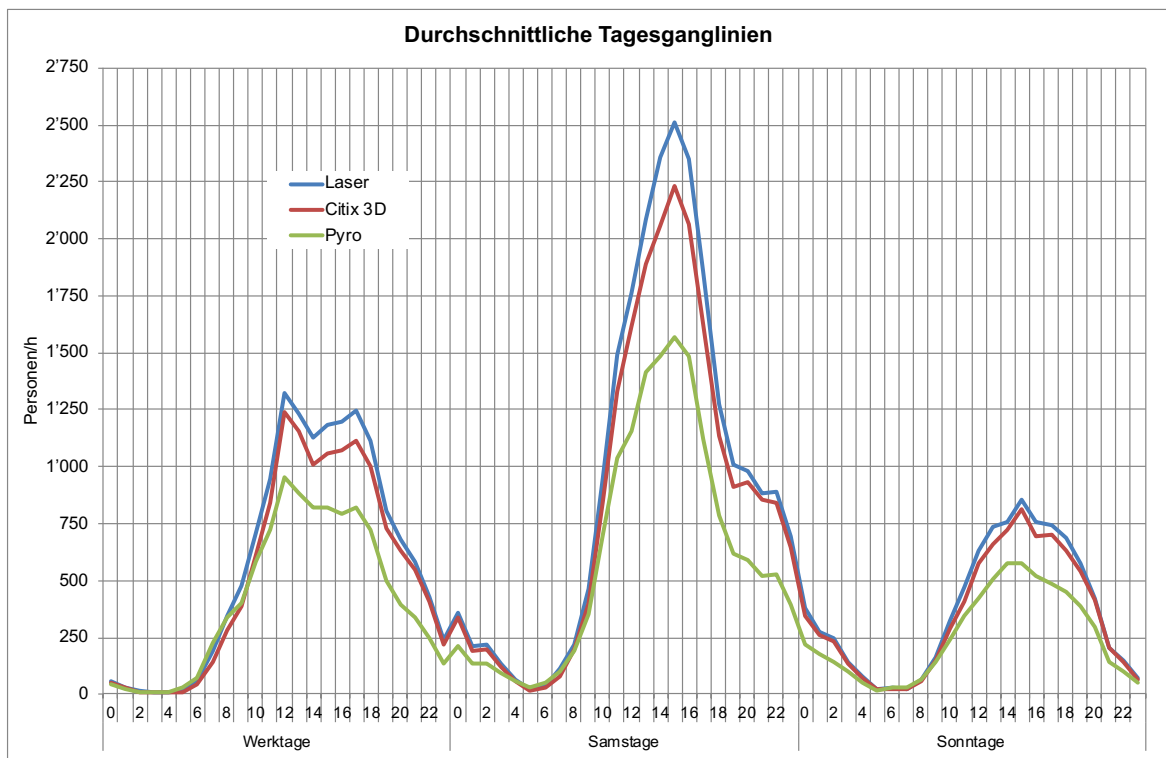


Abb. 9 Vergleich der gemittelten Tagesganglinien (ohne Kalibrierung)

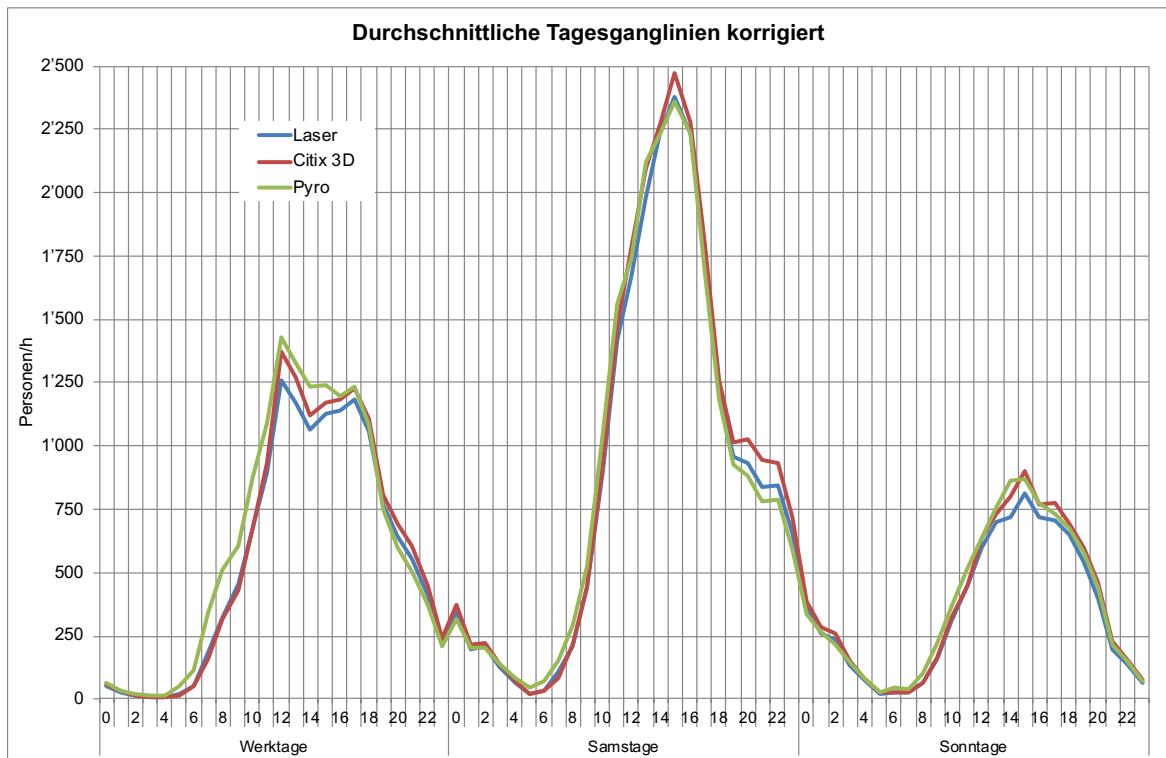


Abb. 10 Vergleich der gemittelten, kalibrierten Tagesganglinien

4.4 Vergleich mit den publizierten Zähldaten des Kantons Basel-Stadt

An der Gerbergasse erhebt der Kanton seit 2013 mit dem Pyrosensor die Fussverkehrsmengen. Kontrollzählungen wurden im Jahr 2013 über alle 19 Zählstellen durchgeführt. Daraus wurden einerseits eine über alle Standorte gleiche, gerätebedingte Korrekturfunktion und andererseits einen standortabhängigen Korrekturfaktor ermittelt. Für den Erhebungsstandort an der Gerbergasse ergab das folgende Korrektur:

$$\text{kalibrierter Wert} = 0.95 * [1 + (0.017 * \ln(\text{Zählwert}) - 0.028)]$$

In der Abb. 11 sind die kalibrierten Tagesmengen der Erhebung mit den publizierten Werten der gleichen Zeitdauer verglichen. Dies zeigt, dass die bisherige Kalibrierungsfunktion die mit dem Pyrosensor erfassten Zählwerten zu wenig stark korrigiert. Die publizierten Werte liegen um 25-30% unter den neu erhobenen und kalibrierten Daten.

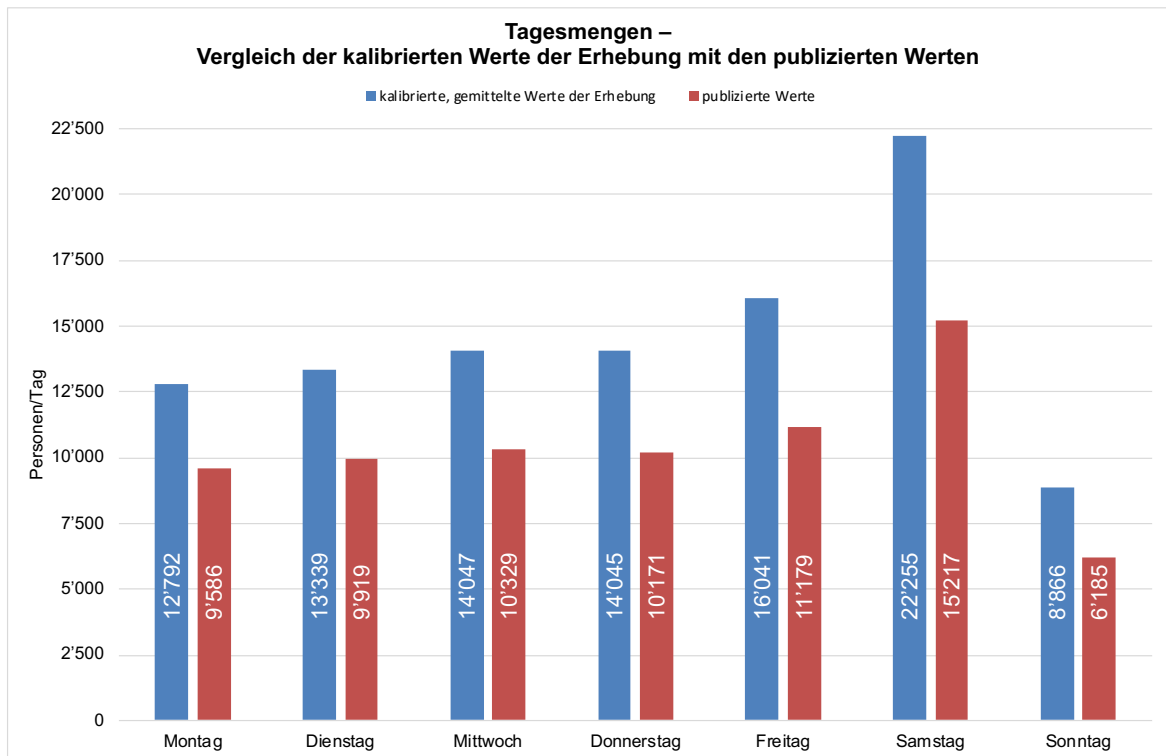


Abb. 11 Vergleich der erhobenen, kalibrierten Tagesmengen mit den publizierten Werten

5 Definitive Ergebnisse

Als definitives Ergebnis der Erhebung wird der Mittelwert aus den kalibrierten Daten der drei Zählgeräte verwendet.

5.1 Wochenganglinie

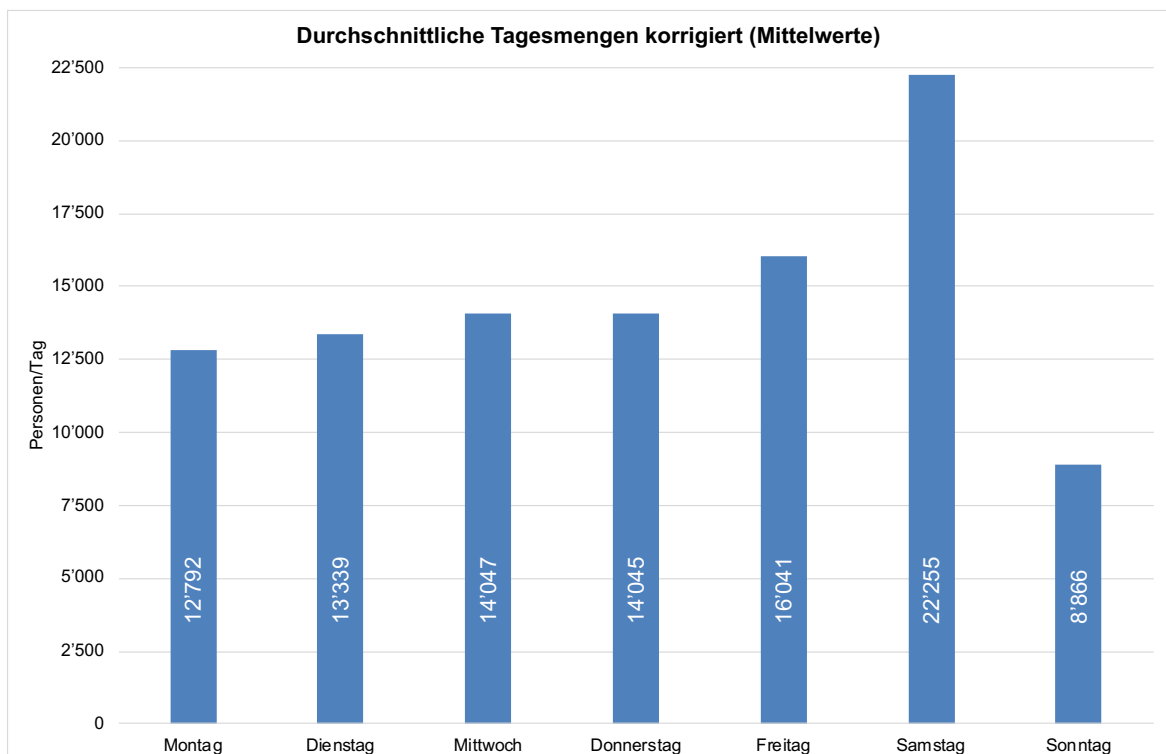


Abb. 12 Über die drei Geräte gemittelte und kalibrierte Tagesmengen

5.2 Tagesganglinien

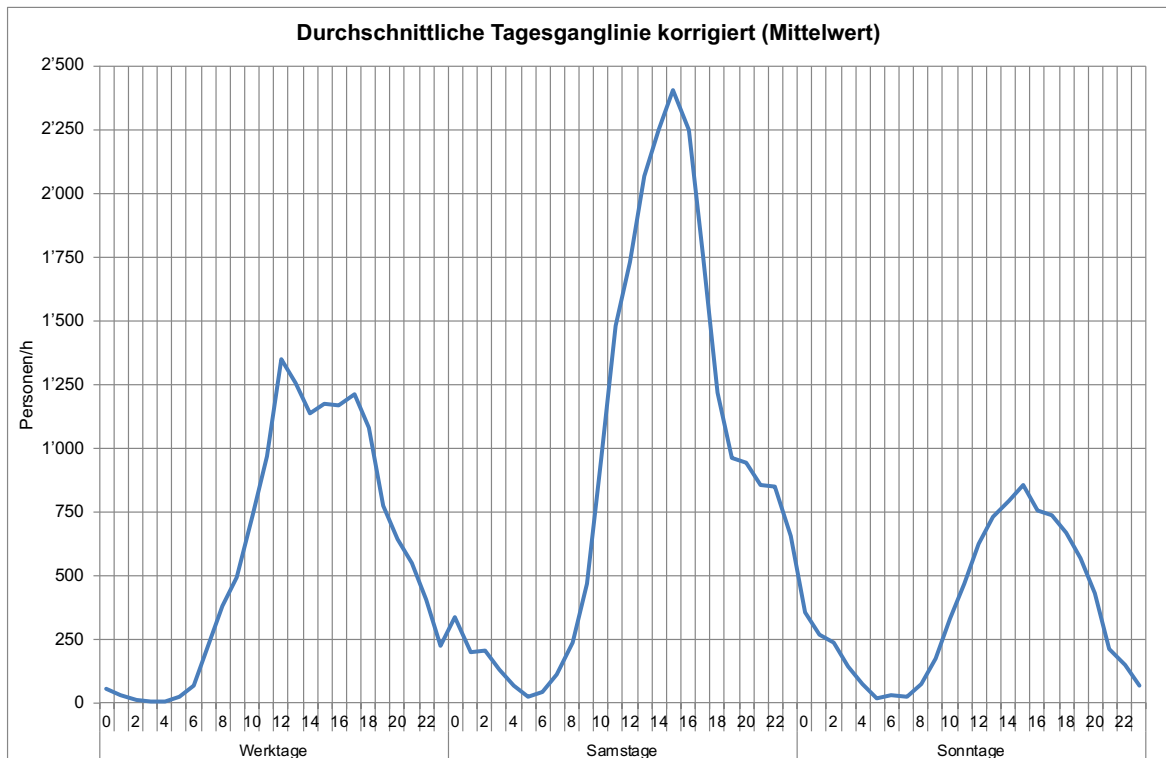


Abb. 13 Über die drei Geräte gemittelte und kalibrierte Stundenmengen

5.3 Sensitivitätsanalyse

Das dargestellte definitive Ergebnis wurde in Bezug auf seine Verlässlichkeit durch Veränderung der folgenden Parameter untersucht:

Kontrollzählung von Mittwoch 8-9 Uhr

Die Kontrollzählung von Mittwoch von 8-9 Uhr ergab deutlich andere Abweichungen zu den Gerätezahlungen als bei den anderen zwei Kontrollzahlungen. Die Ursache konnte nicht ermittelt werden. Entweder weist die Handzählung Fehler auf oder die Geräte erhoben aus einem unbekannten Grund zu viel Fussverkehr. Auffallend ist, dass alle Geräte an diesem Mittwochvormittag deutlich mehr Personen zählten als an den drei anderen Mittwochen.

Aus diesem Grunde wurde auch eine Kalibrierung ohne die Daten von Mittwoch 8-9 Uhr vorgenommen. Die Tageswerte erhöhen sich dadurch um 1.7%. Die Tagesganglinie verschiebt sich in etwa parallel um diesen Wert.

Lineare Kalibrierungsfunktion für die PyroBox

Für die Kalibrierung der drei Geräte wurden lineare Funktionen verwendet. Insbesondere für die Pyrobox wird vermutet, dass bei zunehmender Frequenz die Abweichung überproportional zunimmt.

Das Bestimmtheitsmass R^2 der linearen Regression liegt für alle Geräte über 0.98 (s. Abbildungen 6 bis 8). Die polynomische Regression bzw. die Potenzregression weisen leicht geringere Werte auf. Durch die Anwendung dieser Kalibrierungsfunktionen für die PyroBox ändert sich der DTV lediglich um 0.2% bzw. 0.5%. Zudem führen die polynomische

Regression bzw. die Potenzregression bei hohen Frequenzen zu eher unrealistisch hohen Werten für die PyroBox (s. Abbildungen 14 und 15).

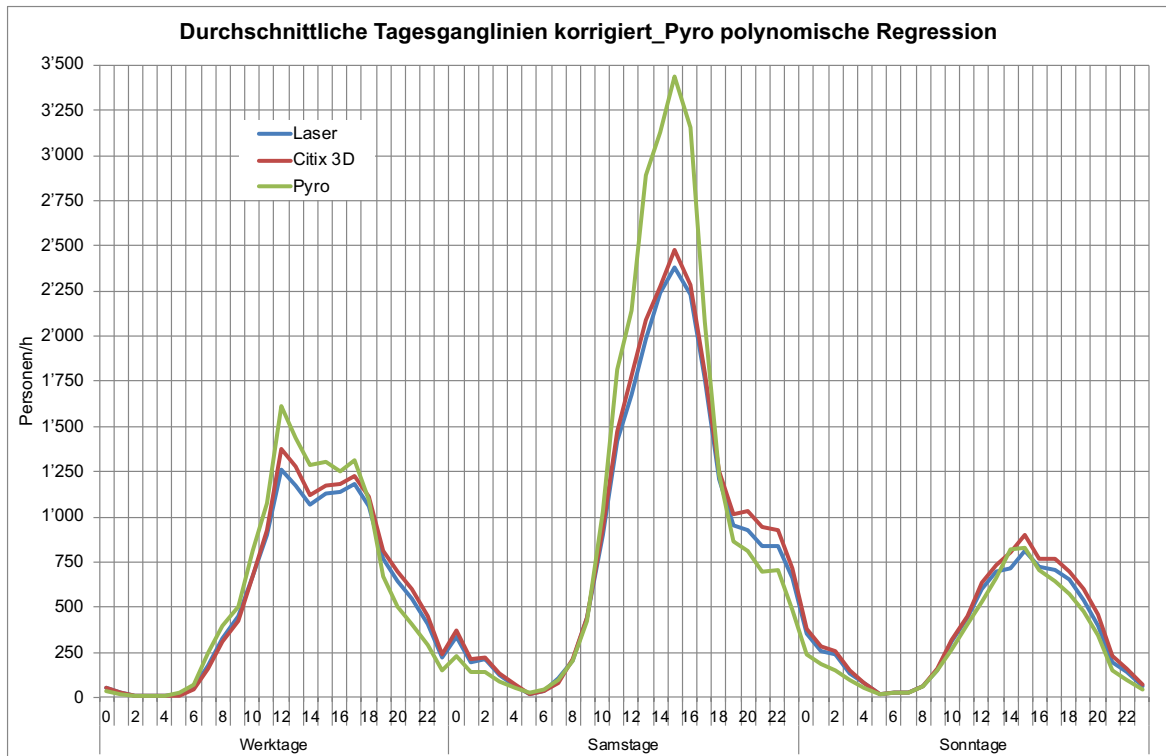


Abb. 14 Kalibrierte Tagesganglinien, PyroBox mit polynomischer Funktion kalibriert

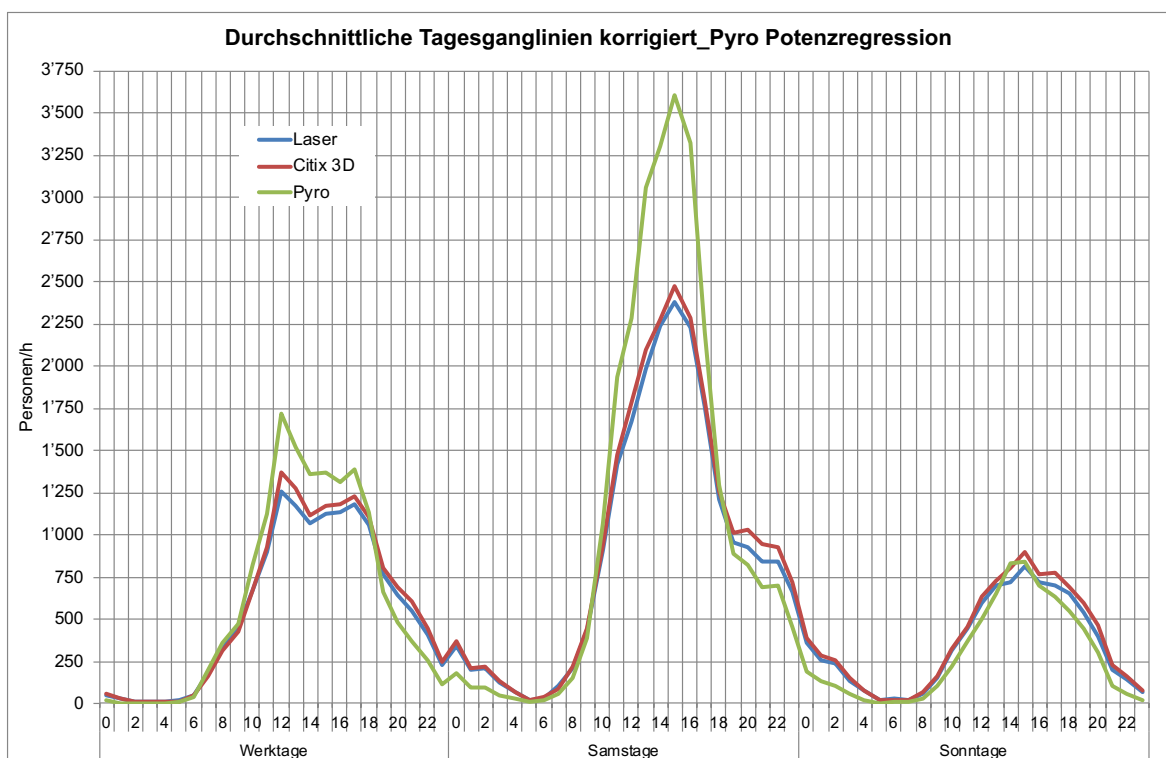


Abb. 15 Kalibrierte Tagesganglinien, PyroBox mit Potenzfunktion kalibriert

Vergleicht man alle 672 erhobenen Stundenwerte zwischen Laser und PyroBox sowie zwischen Citix 3D und PyroBox so zeigt sich ebenfalls, dass die lineare Regression das beste Bestimmtheitsmass mit knapp 0.97 ergibt.

Definitives Ergebnis aus den kalibrierten Werten auf Basis der Handzählung

Die definitiven Ergebnisse wurden aus den kalibrierten Daten der Zählgeräte ermittelt. Dadurch kommt der Kontrollzählung während drei Stunden von Hand eine grosse Bedeutung zu. Da die Handzählung ebenfalls Abweichungen zum effektiven Wert aufweisen kann, insbesondere durch Unaufmerksamkeit des Zählpersonals, ist das Abstützen auf die Kontrollzählung zu hinterfragen.

Neben der Kalibrierung auf Basis der Daten aus der Handzählung wurde zusätzlich eine Kalibrierung über die drei gleichen Stunden auf Basis der Laser-Daten und eine weitere auf Basis der Daten des Citix 3D durchgeführt. Die sich aus diesen drei Kalibrierungen ergebenden Tageswerte wurden gemittelt. Die so errechneten Tageswerte liegen um 1.5% unter den in Kapitel 5.1 angegebenen Werten.

Eine weitere Kalibrierung erfolgte über alle 672 h-Werte auf Basis der Laser-Werte. Die so errechneten Tageswerte liegen um 0.3-0.5% über den im Bericht angegebenen Werten.

Schlussfolgerungen

Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass die angewendete Kalibrierung und die daraus berechneten definitiven Daten für die Tageswerte und die Tagesganglinien zu plausiblen Werten führen. Die durch die veränderten Kalibrierungen festgestellten Abweichung sind deutlich geringer als die allgemein zu erwartende Genauigkeit von Fussgängerzählungen (je nach Situation zwischen +/- 5-10%).

5.4 Kennwerte DWV und DTV

Kennwerte für die Erhebungsperiode (auf 50 Personen gerundet):

DWV (Mo-Fr) = 14'050 Personen/Tag

DTV = 14'500 Personen/Tag

Aus den für 2019 publizierten Daten kann ermittelt werden, dass die Fussverkehrsmenge im Erhebungszeitraum 95% des Jahresdurchschnitts beträgt. Somit betragen die Kennwerte für das Jahr hochgerechnet (auf 50 Personen gerundet):

DWV (Mo-Fr) = 14'800 Personen/Tag

DTV = 15'250 Personen/Tag

5.5 Velo- und Motorfahrzeugverkehr

Mit der 3D-Kamera Citix 3D können neben der Fussverkehrsfrequenz auch die Velo- und Mfz-Frequenzen erhoben werden. Bei der Gerbergasse handelt es sich um eine Fussgängerzone. Die Anlieferung ist ohne spezielle Bewilligung von Montag bis Samstag von 5 bis 11 Uhr gestattet. Velos dürfen in der gleichen Zeit für den Güterumschlag in die Gerbergasse fahren. Zu den übrigen Zeiten müsste das Velo geschoben werden.

Die Velos wurden während der Kontrollzählung ebenfalls gezählt. Es zeigte sich, dass das Gerät rund doppelt so viele Velos erfasst wie manuell gezählt wurden. Das Gerät Citix 3D unterscheidet zwischen Fussgänger, Velo und Motorfahrzeug aufgrund der dreidimen-

sionalen Struktur. Beim Fussgänger dient als Erkennung die Kopf-Schulter Partie. Beim Velofahrer werden neben der Kopf-Schulter Partie zusätzlich die beiden Räder erkannt. Es ist davon auszugehen, dass das Gerät nicht zwischen einer Person, die auf dem Velo fährt, und einer Person, die das Velo schiebt, unterscheiden kann. Bei den zu viel gezählten Velos wird es sich vermutlich um Fussgänger handeln, welche das Velo schieben.

Die Anzahl vom Gerät erfassten Velos wurden ebenfalls mit einem linearen Korrekturfaktor kalibriert.

Bei den Motorfahrzeugen ergab sich gesamthaft keine Differenz zwischen den Daten des Gerätes und der manuellen Kontrollzählung. Eine Kalibrierung erübrigt sich somit.

Die Abb. 16 und 17 zeigen die Wochen- bzw. die Tagesganglinien für den Velo- und den Motorfahrzeugverkehr.

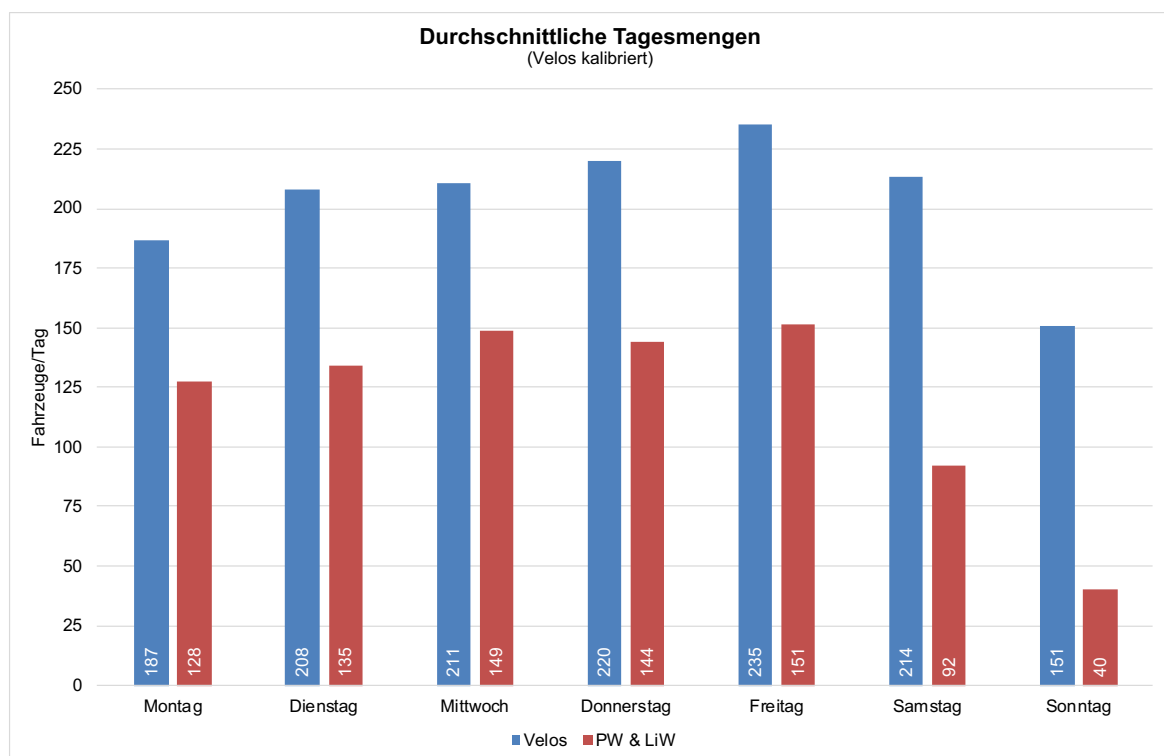


Abb. 16 Durchschnittliche Tagesmengen Velo- und Mfz-Verkehr

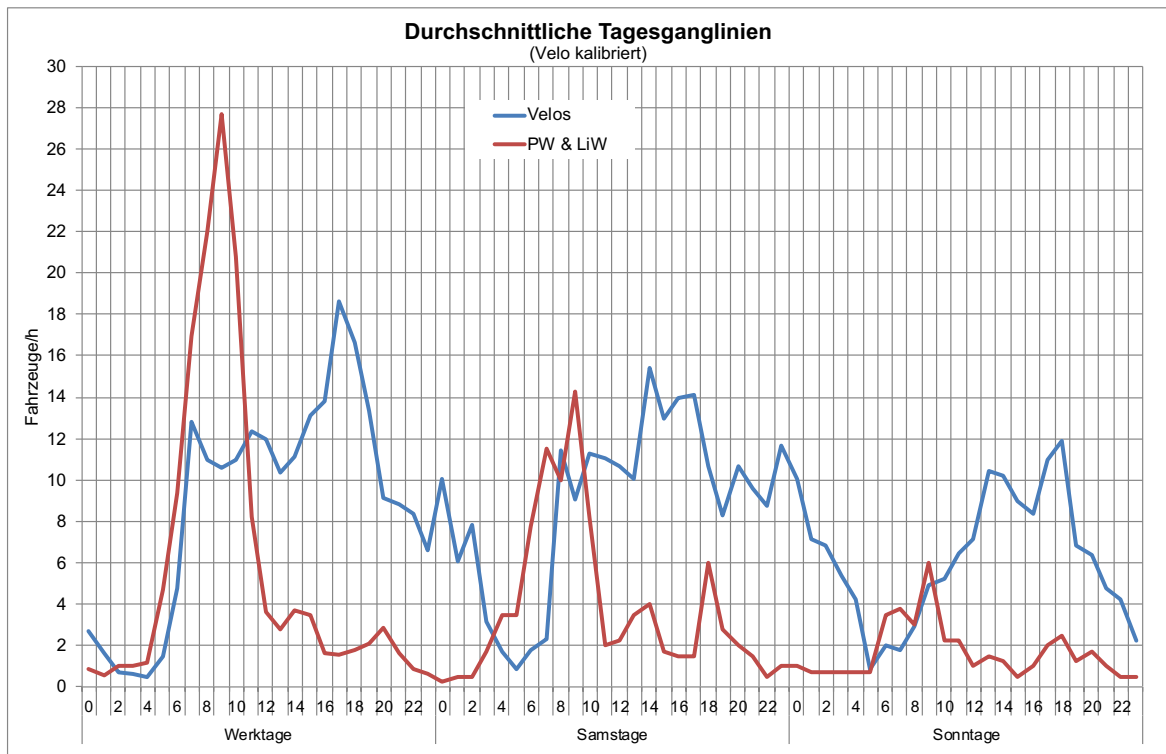


Abb. 17 Durchschnittliche Tagesganglinien Velo- und Mfz-Verkehr

Bemerkungen zum Velo- und Mfz-Verkehr:

- Die maximale Mfz-Frequenz pro Tag beläuft sich auf etwa 150 Fahrzeuge, beim Veloverkehr auf maximal gut 235 Fahrzeuge. Am geringsten fallen die Frequenzen am Sonntag aus.
- Beim Veloverkehr ist werktags am Nachmittag eine Spitze festzustellen. Auch an Samstagen und Sonntagen ist nachmittags mit höheren Frequenzen zu rechnen, wobei keine klaren Spitzen auftreten.
- An Werktagen und Samstagen ist die Spitze des Mfz-Verkehrs erwartungsgemäss vormittags, da dann die Zufahrt für die Anlieferung frei ist. An den Nachmittagen und am Sonntag sind die Mfz-Frequenzen sehr gering.

6 Beurteilung der eingesetzten Technologien

6.1 PyroBox von EcoCounter

Bei der Technologie PyroBox handelt es sich um eine passiv-Infrarot-Technik. Dabei erfasst der körperlärmeempfindliche Sensor jede Person, die an ihm vorbeikommt.

Installation

- Installation an einem Pfosten oder an einer ebenen Fläche mit einer Metallplatte
- Befestigung mit einem Edelstahlband mit diebstahlsicherer Klemmung
- Gewicht: 2.7 kg
- Abmessung: 195 x 110 x 275 mm
- Installation kann durch eine Person erfolgen, 15-30 Minuten
- keine technischen Hilfsmittel erforderlich
- Energieversorgung durch interne Batterie, Lebensdauer Batterie ca. 2 Jahre
- Installationsaufwand: gering

Betrieb, Durchführung der Zählung

- Das Gerät erforderte während der Erhebungszeit keinen Einsatz
- Vandalismusgefahr wegen geringer Montagehöhe vorhanden, Gerät ist jedoch sehr robust
- Während 4 Wochen wurden 2 Stunden Totalausfall des Gerätes festgestellt
- An drei weiteren Tagen wurden nicht plausible tiefe Werte erhoben
- Neben gerätebedingten Ausfällen können auch direkt vor dem Sensor abgestellte Fahrzeuge zu Fehlerhebungen führen
- Die Daten werden online übertragen und sind über die Software Eco-Visio direkt einsehbar
- Eine Unterscheidung Velo und Fussgänger ist nicht möglich, d.h. Velos werden als Fussgänger erfasst, andere Verkehrsarten werden nicht erfasst
- Die Richtungen werden getrennt erfasst, wobei diese wenig verlässlich ist.
- Eine Kontrollzählung ist zwingend erforderlich.

Im Rahmen der Kontrollzählung im Jahre 2013 für den Kanton Basel-Stadt konnten folgende Ursachen für falsche Erfassungen festgestellt werden:

Gerätebedingte Abweichungen:

- Ein einzelner Fussgänger wird nicht erfasst.
- Es werden nicht alle Fussgänger erfasst, welche den Messbereich zeitgleich passieren.
- Kinder (in Kinderwagen, getragen, zu geringe Körpergrösse) werden nicht erfasst.
- Mitgeführtes Gepäck (Koffer, Einkaufswagen, grosse Taschen etc.) wird als separate Person erfasst.
- Ein grosser Hund wird als Fussgänger erfasst.
- Doppelerfassung einer Person (evtl. wegen Armschwenkens).
- Phantomerfassung ohne erkennbaren Grund.

Verhaltensbedingte Abweichungen (bedingt durch Fussgängerverhalten):

- Nicht- oder Mehrfacherfassung einer Person durch Verweilen im Messbereich.
- Ein fahrender Velofahrer wird als Fussgänger erfasst.
- Mehrfacherfassung einer Person durch hin und her gehen unmittelbar im Messbereich („Schaufensterbummler“).

Datenbereinigung und Auswertung der Zählung

- Die Daten werden jede Nacht an einen Server der Firma EcoCounter übermittelt und dort gespeichert.
- Auf der Datenplattform Eco-Visio sind direkt tabellarische und grafische Auswertungen möglich.
- Die Daten können von der Plattform Eco-Visio in verschiedenen Formaten exportiert werden.
- Die Daten müssen mit den Werten der Kontrollzählung zwingend kalibriert werden.
- Es kann grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass die kalibrierten Werte genügend genau sind.
Hinweis: Die Kalibrierung gemäss der Kontrollzählung im 2013 führte allerdings zu anderen Werten. Aufgrund der Erhebung mit anderen Technologien kann davon ausgegangen werden, dass die bisherige Korrektur ungenügend war. Die Ursache dafür ist unklar.
- Ausser der zwingenden Kalibration ist der Aufwand für die Datenauswertung vergleichbar mit den anderen Technologien.

Kosten

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

6.2 Laser PECO LC 2.0 von LASE PeCo Systemtechnik GmbH

Bei diesem Gerät handelt es sich um einen Laserscanner. Der Laser erfasst die Umrisse der Personen und Fahrzeuge und erkennt anhand der Kopf-Schulterpartie, ob es sich um eine Person oder ein Fahrzeug handelt.

Installation

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

Betrieb, Durchführung der Zählung

- Das Gerät erforderte während der Erhebungszeit keinen Einsatz
- Aufgrund der Montagehöhe besteht keine Vandalismusgefahr; das Gerät ist relativ klein
- Das Gerät funktionierte während 4 Wochen ohne Unterbruch
- Die Daten werden online übertragen und sind über eine Datenplattform von LASE direkt einsehbar
- Eine Unterscheidung Velo und Fussgänger ist nicht möglich, d.h. Velos werden als Fussgänger erfasst, andere Verkehrsarten werden nicht erfasst
- Die Richtungen werden getrennt erfasst.
- Eine Kontrollzählung ist erforderlich, um Fehler bei der Einrichtung oder von unerwünschten Fremdeinflüssen festzustellen.
- Bei einer Überkopf-Installation kann der Erfassungsbereich z. B. durch ausgefahrene Storen verdeckt werden. Mit dem Geschäft unter dem Gerät wurde vereinbart, dass der Storen während der Erhebungsdauer nicht ausgefahren wird.

Datenbereinigung und Auswertung der Zählung

- Die Daten sind auf einem Server der Firma LASE gespeichert.
- Auf der Datenplattform sind direkt tabellarische und grafische Auswertungen möglich.

- Die Daten können von der Plattform in verschiedenen Formaten exportiert werden.
- Aufgrund der bei dieser Erhebung festgestellten geringen Abweichung zur Handzählung von 5% ist eine Kalibration nicht zwingend erforderlich.
- Der Aufwand für die Datenauswertung ist vergleichbar mit den anderen Technologien.

Kosten

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

6.3 Citix 3D von EcoCounter

Bei der Technologie CITIX 3D handelt es sich um eine 3D Kamera, also einem Videosystem mit dreidimensionaler Sensor-Technologie.

Installation

- Installation an einem Pfosten oder an einer ebenen Fläche
- Die Installationshöhe muss zwischen 5 und 7 m betragen.
- Gewicht: Gerät ca. 19 kg
- Abmessung: 1'200 x 205 x 110 mm
- Installation erfolgte durch 2 Personen der Verwaltung Basel-Stadt
- Das Einrichten der Zähllinie erfolgte durch eine Fachperson von EcoCounter
- Ohne Installationseinrichtung und Elektroanschluss beträgt die Zeit für die Installation und das Einrichten ca. 2 Stunden
- Hebebühne erforderlich
- Elektroanschluss erforderlich
- Installationsaufwand: hoch

Betrieb, Durchführung der Zählung

- Das Gerät erforderte während der Erhebungszeit keinen Einsatz
- Aufgrund der Montagehöhe besteht keine Vandalismusgefahr; das Gerät ist gross und wird von den Passanten wahrgenommen
- Das Gerät funktionierte während 4 Wochen ohne Unterbruch
- Die Zähllinie wurde nicht korrekt von Hausfassade bis Hausfassade eingerichtet. So gab es eine kleine Lücke, in welcher einzelne Personen nicht erfasst wurden.
- Die Daten werden online übertragen und sind über die Software Eco-Visio direkt einsehbar
- Das Gerät kann die verschiedenen Verkehrsarten separat erfassen
- Die Richtungen werden getrennt erfasst.
- Eine Kontrollzählung ist erforderlich, um Fehler beim Einrichten der Zähllinie oder von unerwünschten Fremdeinflüssen festzustellen.
- Bei einer Überkopf-Installation kann der Erfassungsbereich z. B. durch ausgefahrene Storen verdeckt werden. Mit dem Geschäft unter dem Gerät wurde vereinbart, dass der Storen während der Erhebungsdauer nicht ausgefahren wird.

Datenbereinigung und Auswertung der Zählung

- Die Daten werden alle 15 Min. auf einen Server der Firma EcoCounter übermittelt und dort gespeichert.
- Auf der Datenplattform Eco-Visio sind direkt tabellarische und grafische Auswertungen möglich.
- Die Daten können von der Plattform Eco-Visio in verschiedenen Formaten exportiert werden.
- Aufgrund der bei dieser Erhebung festgestellten Abweichung zur Handzählung von ca. 10% ist eine Kalibration nicht zwingend erforderlich.
- Der Aufwand für die Datenauswertung ist vergleichbar mit den anderen Technologien.

Kosten

- Miete des Geräts: 1'400 Euro/Monat
- Installationspauschale: 980 Euro
- Installationseinrichtung und Elektroanschluss: ca. CHF 2'000 (ohne Hebebühne)
- Kauf des Geräts: 8'400 Euro
- Datenzugriff: 300 Euro/Jahr und Gerät

6.4 Zusammenfassender Vergleich der verschiedenen Systeme

Der nachfolgende Vergleich bezieht sich auf die Fragestellung dieser Piloterhebung, nämlich der Zählung der Fussverkehrsmenge in einer Fussgängerzone mit sehr hohem Fussverkehrsaufkommen.

	Pyrobox	Laser	3D-Kamera
Installation	<ul style="list-style-type: none"> • batteriebetrieben • kein Einrichten einer Zähllinie • geringer Aufwand 	<ul style="list-style-type: none"> • Installation mit Hebebühne • Stromversorgung erforderlich • Aufwändiges Einrichten der Zähllinie • Aufwand hoch 	<ul style="list-style-type: none"> • Installation mit Hebebühne • Stromversorgung erforderlich • Aufwand hoch
Durchführung der Zählung	<ul style="list-style-type: none"> • kein Unterhalt erforderlich • Gefahr eines Unterbruchs in der Zählung wegen parkierten Fz • Vandalismusgefahr vorhanden • keine Unterscheidung von FV und VV 	<ul style="list-style-type: none"> • kein Unterhalt erforderlich • Gefahr eines Unterbruchs in der Zählung wegen Sonnenstoren • keine Unterscheidung von FV und VV 	<ul style="list-style-type: none"> • kein Unterhalt erforderlich • Gefahr eines Unterbruchs in der Zählung wegen Sonnenstoren • Unterscheidung nach Verkehrsarten
Datenbereinigung	<ul style="list-style-type: none"> • Kalibrierung zwingend erforderlich • Datenplattform anwenderfreundlich 	<ul style="list-style-type: none"> • Kalibrierung nicht notwendig • Datenplattform anwenderfreundlich 	<ul style="list-style-type: none"> • Kalibrierung allenfalls erforderlich, insbesondere für den VV • Datenplattform anwenderfreundlich
Kosten	gering	mittel	hoch

7 Schlussbemerkungen

Aufgrund der Piloterhebung kann zusammenfassend folgendes Fazit gezogen werden:

- Alle drei Geräte können für diese Aufgabe grundsätzlich eingesetzt werden.
- Für eine Langzeiterhebung sind alle drei Geräte geeignet, da der einmalige Installationsaufwand nicht relevant ist.
- Für eine kurze Erhebungsdauer ist die Pyrobox aufgrund des geringen Installationsaufwands am besten geeignet.
- Kontrollzählungen sind unabhängig der Technologie erforderlich.
- Eine Kalibrierung der Zählraten ist bei der Pyrobox zwingend erforderlich.
- Unterbrüche in der Zählung können bei allen Geräten infolge parkierter Autos, Sonnenstoren usw. auftreten. Die Gefahr ist bei der Pyrobox am grössten.

Empfehlung an den Kanton Basel-Stadt

Jedes der drei Geräte hat seine Vor- und Nachteile für die Zählung des Fussverkehrs an der Gerbergasse. Bei den Geräten der Firma EcoCounter ist das Datenmanagement bereits bekannt. Der Laser von LASE zählt tendenziell am genauesten und ist recht klein. Das Gerät Citix-3D kann im Gegensatz zu den anderen Geräten nach Verkehrsmittel differenzieren, ist jedoch sehr gross und schwer. Die Pyrobox ist das einzige Gerät, das ohne elektrische Installation auskommt.

Die Hersteller sind laufend an der Weiterentwicklung ihrer Geräte:

- Laser von LASE: 2022 soll ein Laser auf den Markt kommen, der Motorfahrzeug-, Fuss- und Veloverkehr unterscheiden kann.
- Citix-3D von EcoCounter: Bis Ende 2021 wird ein neues Gerät entwickelt, das kleiner und nur noch rund 5 kg schwer ist.
- Pyrobox von EcoCounter: Noch 2020 erscheint ein neues kleineres Modell mit mehr Flexibilität bei der Übertragung (4x Pro Tag bis Echtzeit möglich).

Aus diesem Grund empfehlen wir, die Zählung an der Gerbergasse vorläufig weiterhin mit der bereits installierten Pyrobox durchzuführen. Wenn die neuen Modelle von LASE und EcoCounter erhältlich sind, ist die Situation allenfalls neu zu beurteilen.

Ebenso empfehlen wir, die Kalibrierung der Zählgeräte zu erneuern, um die Datenqualität zu verbessern. Dies ist grundsätzlich ca. alle 5 Jahre zu empfehlen.

Die heutige, zu geringe Korrektur der Zählraten spielt für die Indexermittlung allerdings keine Rolle.

8 Anhang

8.1 Projektbeschreibung der Forschung



Umwelt Mobilität Verkehr



Fussverkehr Schweiz
Mobilité piétonne Suisse
Mobilità pedonale Svizzera

Daniel 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 Zählsysteme

Projektziel

Das Forschungsprojekt SVI 2017/009 adressiert dieses 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