



# Pilotversuch Intelligente Fussgängersteuerung



**Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-Stadt**

Markus Störr, Projektleiter Verkehrssteuerung

Mobilität

Abteilung Verkehrssteuerung

Dufourstrasse 40/50

CH-4001 Basel

[www.mobilitaet.bs.ch](http://www.mobilitaet.bs.ch)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Problemstellung und Zielsetzung</b> .....	<b>4</b>
1.1	Ausgangslage.....	4
1.2	Projektziel.....	4
1.3	Erhebungskonzept .....	5
1.4	Technischer Versuchsaufbau .....	6
1.5	Steuerung der Lichtsignalanlage .....	7
<b>2</b>	<b>Datenauswertung und Ergebnisse</b> .....	<b>9</b>
2.1	Erhebungsverfahren und Erhebungsdauer .....	9
2.2	Ergebnisse der automatischen Fussgängeranmeldung .....	9
2.3	Ergebnisse Verlängerung der Fussgängerphase.....	11
2.4	Ergebnisse Zurücknahme Fussgängeranmeldung.....	13
2.5	Ergebnisse Fussgängervorrangschaltung.....	14
<b>3</b>	<b>Zusammenfassung und Empfehlung</b> .....	<b>15</b>
3.1	Automatische Fussgängeranmeldung .....	15
3.2	Verlängerung Fussgängerphase .....	16
3.3	Rücknahme Fussgängeranmeldung .....	16
3.4	Fussgängervorrangschaltung .....	17
3.5	Allgemeine Einsatzkriterien .....	17
3.6	Ausblick.....	18
	<b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>19</b>

# 1 Problemstellung und Zielsetzung

## 1.1 Ausgangslage

Die Steuerungen der meisten Lichtsignalanlagen sind auf den motorisierten Individualverkehr, den öffentlichen Verkehr und in letzter Zeit auch vermehrt auf den Veloverkehr ausgelegt. Die Anforderungen des Fussverkehrs werden oft nur ungenügend berücksichtigt. Bei bedarfsgesteuerten lichtsignalgeregelten Fussgängerübergängen ist häufig zu beobachten, dass zu Fuss Gehende einen Bedarf anmelden, den Wartebereich aber verlassen, bevor die Freischaltung zum Queren der Strasse erfolgt. Die Gründe für dieses Verhalten können auf lange Wartezeiten oder das nicht sofortige Umschalten bei wenig motorisiertem Verkehr zurückgeführt werden. Infolge dessen wird der Verkehrsstrom an der Lichtsignalanlage gestoppt, obwohl zu diesem Zeitpunkt keine Person mehr die Strasse überqueren will. Dies führt zu einer Behinderung des Verkehrsflusses und zu einer Erhöhung der Umweltbelastung durch unnötiges Warten und zusätzliches Anfahren. Zur Vermeidung von überflüssigen Unterbrechungen des Verkehrsflusses sollte ein Fussgängerübergang an einer Lichtsignalanlage mit entsprechender Messsensorik und Intelligenz ausgestattet werden. Dadurch könnten lichtsignalgeregelte Fussgängerübergänge bedarfsgerechter geregelt werden und zu einer Reduzierung von Lärm und CO<sup>2</sup>-Emissionen führen.

Das Amt für Mobilität hat im Dezember 2018 mit der Erneuerung des Steuergerätes und der Software an der Fussgängerlichtsignalanlage Kannenfeldpark in der Flughafenstrasse den Pilotversuch intelligente Fussgängersteuerung gestartet.



Abbildung 1: Gesamtansicht der Fussgängerlichtsignalanlage am Kannenfeldpark

## 1.2 Projektziel

Im Rahmen des Pilotversuchs für eine fussgängerfreundliche Lichtsignalanlage werden für die Förderung des Fussverkehrs, zur Erhöhung der Sicherheit und zur Verbesserung des Verkehrsflusses folgende Massnahmen untersucht:

- Bedarfsgerechte und sichere Verlängerung der Fussgängergrünphase nach Fussgängerankommen oder Überquerung durch mobilitätseingeschränkte Personen durch Überwachung des Fussgängerübergangs.
- Automatische und frühzeitige Anmeldung durch Erfassung von zu Fuss Gehenden bei Annäherung zum Fussgängerübergang vor Erreichen des Fussgängertasters und Wartebereichs.

- Erfassung des Fussgängeraufkommens im Aufstellbereich. Bei hohem Aufkommen kann dem Fussgängerübergang eine Priorität für Grün eingeräumt werden, um zu Fuss Gehende sicher queren zu lassen.
- Überwachung des Fussgänger-Wartebereichs zur Überprüfung der Bedarfsanmeldung zum Zeitpunkt der geplanten Freischaltung. Dabei wird geprüft, ob sich weiterhin Personen im Wartebereich des Fussgängerübergangs aufhalten und eine Freischaltung der Fussgängerphase erfolgen sollte.

### **1.3 Erhebungskonzept**

Neben der temporären Beobachtung des Versuchsstandortes wird für die Datenerhebung eine Videokamera verwendet. Das erfasste Bildmaterial erhöht insbesondere die Effizienz der Erhebungen und verbessert die Analyse der technischen Einrichtungen. Anhand der Daten können Rückschlüsse auf Anpassungen an der technischen Einrichtung getroffen werden. Die Erhebungen sollen aber insbesondere aufzeigen, ob mit der eingesetzten Technik eine Verbesserung oder ein Mehrwert für den querenden Fussverkehr erreicht werden kann.

Beim Versuchsaufbau handelt es sich um eine rein technische Untersuchung, eine Verhaltensbeobachtung von Verkehrsteilnehmern wird nicht durchgeführt. Einerseits werden die einzelnen Massnahmen auf ihre technische Funktionalität und Zuverlässigkeit überprüft, andererseits sollen die Erhebungen die folgenden Fragestellungen klären:

- In wieviel Prozent der Fälle wird das Mindestgrün des Fussgängerübergangs geschaltet?
- In wieviel Prozent der Fälle wird die Fussgängergrünzeit verlängert (bei Gruppen, Einzelpersonen)?
- Wieviel Sekunden erhält der Fussgängerübergang im Erhebungszeitraum effektiv Grün im Vergleich zur normalen Schaltung (Normale Schaltung in Basel-Stadt entspricht der Grünzeit über den gesamten Übergang)?
- Wie hoch ist die Einsparung an Grünzeit pro Stunde für die zu Fuss Gehenden, durch Verwendung eines Mindestgrün (Mindestgrün entspricht der Grünzeit über 2/3 der Gehdistanz)?
- Wie oft wurde die Grünanforderung durch vorzeitiges Verlassen der Wartezone zurückgenommen?
- Wie oft kam es zu Fehlanmeldungen? Eine automatische Anmeldung wurde ausgelöst aber keine Fussgängerin oder Fussgänger hat den Fussgängerübergang überquert oder sich im Annäherungsbereich des Fussgängerübergangs aufgehalten ohne die Strasse zu überqueren.

Zusätzlich zu den Erhebungen wird die Fussgängerphase einer gesonderten Qualitätskontrolle unterzogen um für jede Fussgängerphase im Detail zu untersuchen, welche Massnahmen wie genau funktionieren. Ob z.B. ein zu Fuss Gehender bereits bei Annäherung zum Übergang angemeldet wurde und ob die Verlängerung richtig funktionierte (hat das Grün zum Überqueren des Fussgängerübergangs gereicht). Die Qualitätskontrolle erfolgt als Beobachtung im Anschluss an die generelle Auswertung und nur über einen zeitlich eingeschränkten Bereich.

Das Ziel der Untersuchung besteht neben der Analyse des Mehrwerts für den querenden Fussverkehr insbesondere auch darin den Nutzen auf andere Fussgängerübergänge zu übertragen und mit der angewendeten Technik auszustatten. Dabei muss auch die Frage geklärt werden, welche Technik bzw. Massnahme für welche Situation empfehlenswert ist.

## 1.4 Technischer Versuchsaufbau

Der Pilotversuch wurde mit der Erneuerung des Steuergerätes der Fussgängerlichtsignalanlage in der Flughafenstrasse im Dezember 2018 in Betrieb genommen. Der lichtsignalgeregelte Fussgängerübergang befindet sich in direkter Verlängerung zum nordöstlichen Ausgang aus dem Kannenfeldpark.



Abbildung 2: Fussgängerlichtsignalanlage in der Flughafenstrasse und Blick von oben

Für die Durchführung der im Abschnitt 1.2 beschriebenen Massnahmen wurde die Lichtsignalanlage mit vier Wärmebildsensoren ausgestattet. Diese wurden auf einer Höhe von ca. 6 Meter angebracht um so einen genügend grossen Erfassungsbereich abzudecken. Die Wärmebildsensoren erfassen die zu Fuss Gehenden, Velofahrenden und den motorisierten Verkehr auf Grundlage ihrer abgegebenen Wärme, wie z. B. Körperwärme oder die abgegebene Wärme eines Motors. Die Datenerhebung und Datenverarbeitung der Verkehrsteilnehmenden erfolgt dabei vollkommen anonym und ohne Erfassung personenbezogener Daten.



Abbildung 3: Wärmebildansichten in Richtung Kannenfeldplatz und Flughafen

Zwei der verwendeten Wärmebildsensoren sind auf die Strasse ausgerichtet um den Veloverkehr und MIV aus Richtung Kannenfeldplatz und Flughafen zu erfassen (Abbildung 3). Einer der beiden verbleibenden Wärmebildsensoren ist auf den Fussgängerübergang gerichtet und dient zur Verlängerung der Grünzeit des Fussverkehrs (Abbildung 4, links). Der andere Wärmebildsensor

erfasst die zu Fuss Gehenden bereits bei Annäherung zum Fussgängerübergang um eine automatische und frühzeitige Fussgängeranmeldung auszulösen (Abbildung 4, rechts). Darüber hinaus wird im Sensorfeld unmittelbar vor dem Übergang registriert ob und wieviel zu Fuss Gehende auf das Grünsignal warten. Verlässt ein zu Fuss Gehender das Sensorfeld bevor der Übergang auf Grün schaltet, wird die Anmeldung wieder gelöscht und es erfolgt keine Freigabe. Ist dieses Sensorfelder von mehreren Personen gleichzeitig belegt, soll eine schnellere Grünfreigabe erfolgen.

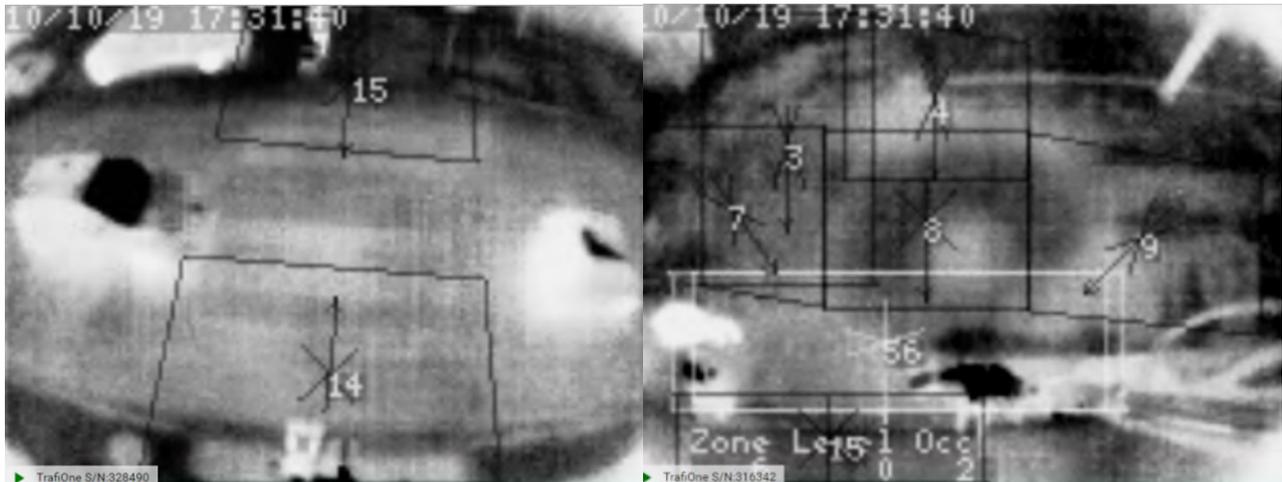


Abbildung 4: Wärmebildansichten auf Fussgängerübergang und Annäherungsbereich

## 1.5 Steuerung der Lichtsignalanlage

Die Fussgängerlichtsignalanlage wird vollverkehrsabhängig betrieben, wobei die beiden Buslinien des öffentlichen Verkehrs bevorzugt behandelt werden und die Freigabe der Fussgängerphase zurückhalten können. Der Fussverkehr kann die Phase des Individualverkehrs mehr oder weniger schnell abbrechen, abhängig vom Fussgängeraufkommen und vom Verkehrsaufkommen des Individualverkehrs.

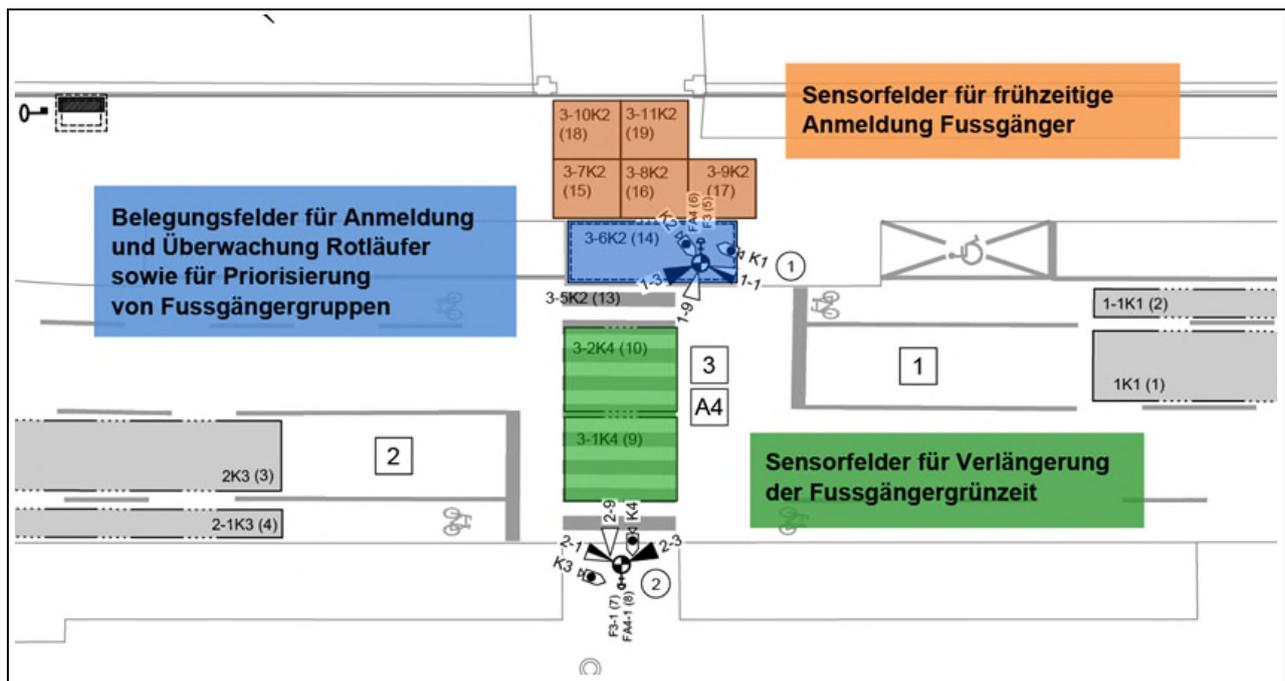


Abbildung 5: Sensorfelder für den Pilotversuch

Die Abbildung 5 zeigt die gesamte Einrichtung mit den Wärmebildsensoren und die dafür benötigten Sensorfelder.

Die Sensorfelder für eine frühzeitige und berührungslose automatische Anmeldung bei Annäherung zum Fussgängerübergang sind so eingestellt, dass sie sofort und ohne Zeitverzögerung reagieren und eine Anmeldung auslösen.

Um die Qualität und den Mehrnutzen der Verlängerungsdetektion zu untersuchen wurde an dieser Lichtsignalanlage die Grünzeit der Fussgängerphase für die zu Fuss Gehenden gemäss Schweizer Norm auf  $\frac{2}{3}$  der Gehdistanz berechnet. Dies entspricht einer Mindestgrünzeit von 5 Sekunden für den Fussverkehr. In Basel wird die Grünzeit normalerweise auf die gesamte Gehdistanz des Fussgängerübergangs berechnet, was hier einer Grünzeit von 8 Sekunden entsprechen würde.

## 2 Datenauswertung und Ergebnisse

### 2.1 Erhebungsverfahren und Erhebungsdauer

Das Verfahren zur Erfassung der für den Pilotversuch relevanten Daten bestand aus zwei Schritten. Die Datenerhebung vor Ort und die anschliessende Auswertung der erhobenen Daten. Für die Datenerfassung wurde am Versuchsstandort eine Videokamera eingesetzt. Die Auswertung des erhobenen Bildmaterials erfolgte am Bildschirmarbeitsplatz. Die erfassten Daten wurden mit Daten aus dem Verkehrsrechner gegenüber gestellt. Dabei wurde analysiert, wie schnell und zuverlässig eine Anmeldung ausgelöst wird und ob sie durch einen zu Fuss Gehenden ausgelöst wurde oder durch andere Faktoren.



Abbildung 6: Sichtfeld der Erhebungskamera

Die Erhebungen wurden im Mai und Juni 2019, von Montag bis Samstag in der Zeit von 14 bis 18 Uhr sowie sonntags von 10 bis 18 Uhr durchgeführt. Es wurden insgesamt 5 Stunden von den Erhebungen vom Donnerstag, 30. Mai (Auffahrt) und Sonntag, 2. Juni 2019 ausgewertet.

### 2.2 Ergebnisse der automatischen Fussgängeranmeldung

In den insgesamt 5 Stunden wurden 147 automatische Anmeldungen registriert und ausgewertet. Bei den Auswertungen wurde jedoch festgestellt, dass es am 30. Mai 2019 während des Erhebungszeitraum zu einer ungewöhnlich hohen Häufung von Fehlanmeldungen durch ein belegt gemeldetes Kamerafeld ohne Anwesenheit von Personen kam. Dieser Fehler konnte zwischenzeitlich analysiert und behoben werden. Abzüglich dieser technischen Fehlanmeldungen bleiben 129 Anmeldungen durch Personen, Velos und anderweitiger Verkehrsmittel.

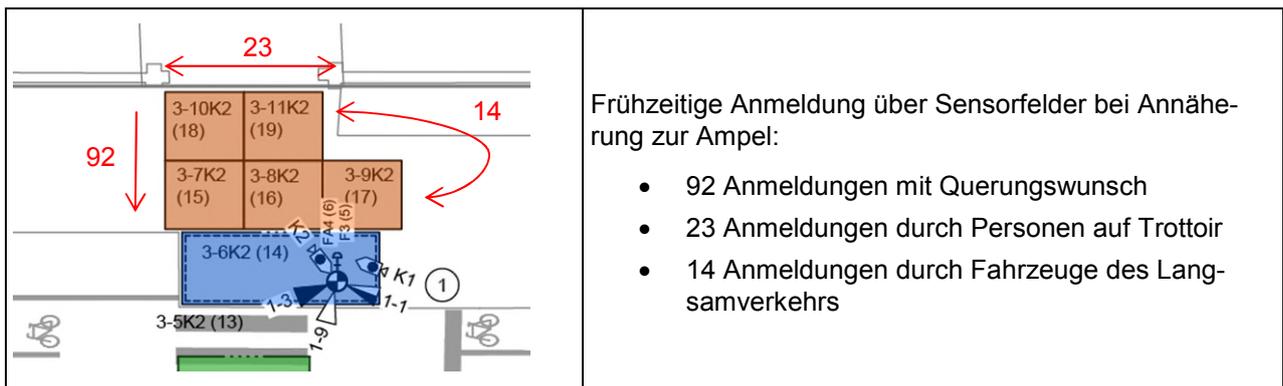
Von den 129 Anmeldungen an der Lichtsignalanlage wurden 14 durch Verkehrsmittel des Langsamverkehrs wie z.B. Velos, Kindertrottinets, oder Elektro-Trottinets ausgelöst. Weitere 23 Anmeldungen kamen von zu Fuss Gehenden auf dem Trottoir ohne Querungswunsch. Hierbei handelte es sich insbesondere um Personen, die sich am Parkausgang noch kurz aufgehalten oder spontan ihre Richtung gewechselt haben.

Insgesamt bestand bei 92 automatischen Anmeldungen der Wunsch die Strasse über den Fussgängerübergang zu queren.

**Tabelle 1: Ausgewertete Daten im Überblick**

147	Anmeldungen ausgewertet
129	Automatische Anmeldungen an der Fussgängerlichtsignalanlage nach Bereinigung der systembedingten Fehlanmeldungen 128 Grünphasen und 1 gelöschte Anmeldung
14	Anmeldungen durch Verkehrsmittel des Langsamverkehrs
23	Anmeldungen durch zu Fuss Gehende auf Trottoir (sich im Anmeldebereich aufhaltende Personen, Personen mit spontanem Richtungswechsel, )
12	Rotläufer (1 Rotläufer mit Löschung der Anmeldung)
92	Automatische Anmeldungen mit Querungswunsch

Durch die stehengebliebenen Personen kam es zu automatischen Anmeldungen an der Lichtsignalanlage mit anschliessender Fussgängergrünphase ohne dass jemand die Strasse überqueren wollte. Die zeitlichen Unterbrechungen für den Verkehr haben sich dadurch gegenüber einer Lichtsignalanlage ohne automatische Fussgängeranmeldung erhöht. Über den gesamten Auswertez Zeitraum haben die Unterbrechungen um 102 Sekunden gegenüber der in Basel üblichen Normalgrünzeit zugenommen, was einem Zuwachs von 12.2% entspricht.



**Abbildung 7: Übersicht automatische Fussgängeranmeldung**

Die automatische und damit verbundene frühzeitige Fussgängeranmeldung zeichnet sich insbesondere durch die Reduzierung der Wartezeiten für den Fussverkehr aus. Mit dieser Massnahme konnte an dieser Lichtsignalanlage die Wartezeit für die zu Fuss Gehenden auf ein Drittel gegenüber der konventionellen Fussgängeranmeldung mit Betätigen des Fussgängertasters reduziert werden. Die Umschaltung vom Grün des Individualverkehrs bis zum Grün für den Fussverkehr dauert an dieser Lichtsignalanlage 6 Sekunden. Die rechnerische Gehzeit von der ersten Anmeldung durch Betreten eines Sensorfeldes im Annäherungsbereich bis zur Betätigung des Fussgängertasters beträgt ca. 4 Sekunden. Eine Person mit dem Wunsch die Strasse zu queren wartet also nur noch 2 Sekunden bis zur Freigabe der Fussgängerphase. Eine Anmeldung an der Lichtsignalanlage wird durch Aufleuchten der Bestätigungsleuchte am Fussgängertaster angezeigt.

Die folgende Abbildung 8 zeigt in zwei Bildern das Funktionsprinzip der automatischen Fussgängeranmeldung. Das linke Bild zeigt rot umrandet eine Person beim Betreten des ersten Sensorfeldes im Annäherungsbereich. Dabei wird bereits die Anmeldung (weiss umrandetes Feld) an der Lichtsignalanlage ausgelöst. Im gleichen Bild ist eine weitere Person erkennbar, die an der Lichtsignalanlage vorbeiläuft und wie im rechten Bild ersichtlich, keine Reaktion auf die Sensorfelder auslöst.



Abbildung 8: Funktionsweise frühzeitige automatische Anmeldung

### 2.3 Ergebnisse Verlängerung der Fussgängerphase

Wie bereits in Kap. 1.5 beschrieben, wurde die Grünzeit auf 2/3 der Gehdistanz berechnet, entgegen der in Basel sonst berechneten normalen Grünzeit auf die gesamte Gehdistanz des Fussgängerübergangs. Um langsameren Personen und Gruppen weiterhin eine bedarfsgerechte Grünzeit zum sicheren Queren der Strasse zu ermöglichen wurde eine Technik eingebaut, die automatisch auf die Bedürfnisse einer querenden Person reagiert und abhängig von der Gehrichtung die Grünphase individuell verlängert. Die Fussgängerphase kann von der Mindestgrünzeit von 5 Sekunden stufenlos bis auf eine Grünzeit von 20 Sekunden verlängert werden.

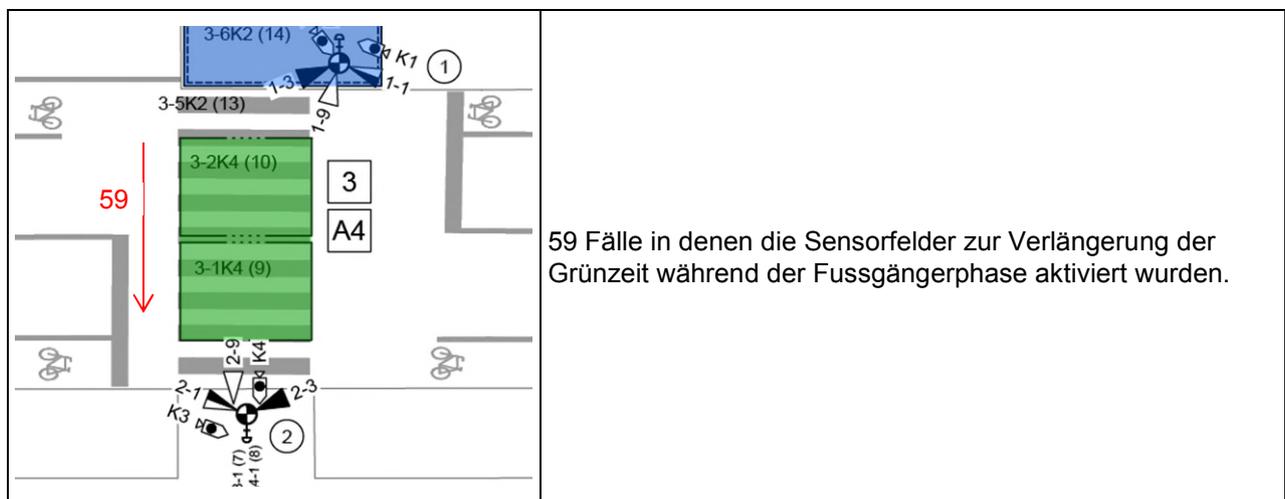


Abbildung 9: Übersicht Verlängerung Fussgängerphase

Für die Bestimmung der Qualität der Verlängerungssensorik werden die 92 automatischen Anmeldungen von den zu Fuss Gehenden aus Richtung Kannenfeldpark analysiert, die auch den Wunsch hatten die Strasse über den Fussgängerübergang zu queren. Insgesamt wurden 91 Fussgängerphasen mit einer Grünzeitverteilung gemäss Tabelle 3 ausgelöst. In 76 der 91 Fälle wurde die Strasse während der Grünphase überquert. Dabei wurde in 59 Fällen das Sensorfeld zur Verlängerung der Grünphase aktiviert, wovon wiederum 53 mal eine Verlängerung ausgelöst und 6 mal die Mindestgrünzeit geschaltet wurde. Von den restlichen 33 Fällen wurde in 11 Fällen der Fussgängerübergang gequert ohne die Grünphase abzuwarten (Querung bei Rot), wobei jeweils eine Grünphase mit Mindestgrün ohne Verlängerung ausgelöst wurde (einmal wurde die Anmeldung wie in Kap. 2.2 erwähnt nach Verlassen des Detektionsfeldes gelöscht). In 17 Fällen

wurde der Fussgängerübergang in der Mindestgrünzeit gequert ohne Aktivieren des Verlängerungsfeldes und in 4 Fällen wurde die Strasse erst am Ende bzw. nach der Grünphase gequert (im Übergang zur Phase des Individualverkehrs).

**Tabelle 2: Ausgewertete Daten zur Verlängerungssensorik im Überblick**

92	Automatische Anmeldungen mit Querungswunsch
91	Fussgängerphasen
1	Anmeldung zurückgenommen nach Querung im Rot
76	Querung der Strasse während Grünphase
59	Sensorfeld zur Verlängerung der Grünphase aktiviert
11	Querung der Strasse ohne Abwarten der Grünphase
17	Querung der Strasse während Grünphase ohne aktiviertes Sensorfeld für Verlängerung
4	Querung der Strasse nach Ende der Grünphase

Wie der folgenden Tabelle 3 zur Grünzeitverteilung der 91 Fussgängerphasen zu entnehmen, wurde die maximal mögliche Grünzeit von bis zu 20 Sekunden über den gesamten Zeitraum der Auswertung nicht beansprucht. Das Mindestgrün von 5 Sekunden wurde in 41.8% der ausgewerteten Fälle geschaltet.

**Tabelle 3: Grünzeitverteilung der Fussgängerphase**

Grünzeit	Grünzeitverteilung absolut	Grünzeitverteilung mit u. ohne Verlängerung	Grünzeitverteilung mit Verlängerung
5 Sek.	38 (32 ohne aktives Sensorfeld)	41.8 %	10.2 %
6 Sek.	2	2.2 %	3.4 %
7 Sek.	7	7.7 %	11.9 %
8 Sek.	21	23.1 %	35.6 %
9 Sek.	10	11.0 %	16.9 %
10 Sek.	6	6.6 %	10.2 %
11 Sek.	2	2.2 %	3.4 %
12 Sek.	4	4.4 %	6.8 %
13 Sek.	0	0 %	0 %
14 Sek.	1	1.1 %	1.7 %

Bei Betrachtung der 92 automatischen Anmeldungen (ohne technisch bedingte Fehlanmeldungen) von den zu Fuss Gehenden, die auch den Wunsch zum Queren der Strasse hatten, sind die Unterbrechungen für den Verkehr zurückgegangen. Während des Erhebungszeitraums von 5 Stunden wurde für den Fussgängerübergang eine Grünzeit von 653 Sekunden benötigt. Verglichen mit der in Basel üblichen Normalgrünzeit von 736 Sekunden (92 mal 8 Sekunden) im gleichen Zeitraum haben die Unterbrechungen um 83 Sekunden abgenommen (pro Stunde rund 17 Sekunden), was einer Zeitersparnis von 11.3% entspricht.

Die folgende Abbildung 10 zeigt in zwei Bildern das Funktionsprinzip der Verlängerung der Fussgängerphase. Wie im linken Bild ersichtlich erfolgt die Verlängerung der Grünzeit im ersten Abschnitt der Querung. Nach Verlassen des Sensorfeldes werden die Verlängerung und damit die Fussgängerphase beendet. Bis zum Freischalten der nächsten Phase kann der zu Fuss Gehende in der Räumzeit die Strasse sicher bis zur anderen Strassenseite überqueren.

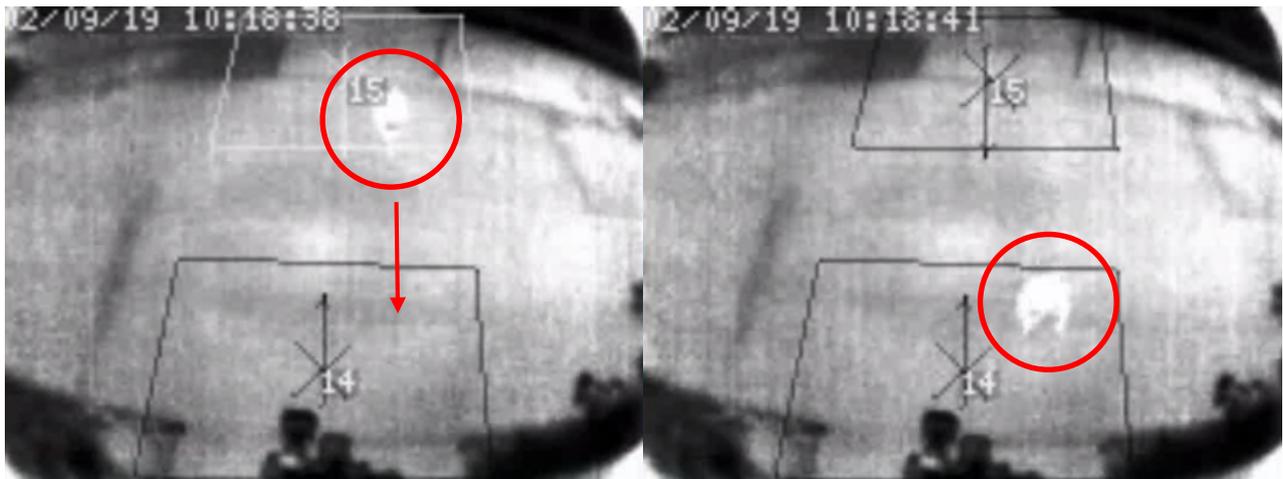


Abbildung 10: Funktionsweise Verlängerung Grünphase

## 2.4 Ergebnisse Zurücknahme Fussgängeranmeldung

Während des Erhebungszeitraums kam es zu 12 Anmeldungen bei denen die Strasse gequert wurde ohne Abwarten der Grünphase. In 11 Fällen wurde dabei eine Grünphase mit der Mindestgrünzeit ausgelöst. In einem Fall wurde die Anforderung der Fussgängergrünphase wieder zurückgenommen ohne dass eine Grünphase geschaltet wurde.

Im Idealfall schaltet eine Fussgängerlichtsignalanlage nach erster Anmeldung, entweder durch Betreten eines Voranmeldefeldes oder durch Betätigung des Fussgängertasters im Gegensatz zu einer Knotenregelung sehr schnell in die Fussgängerphase. In den 11 Fällen, in denen die Fussgängerphase ausgelöst wurde, erfolgte die Anmeldung also bereits bei der Annäherung zum Fussgängerübergang, wodurch sich die Lichtsignalanlage meist schon im Umschaltvorgang befand, während die Strasse bei Rot überquert wurde. Die bei Rot gehende Person befand sich oft noch auf der Strasse als die Fussgängerphase Grün erhielt.

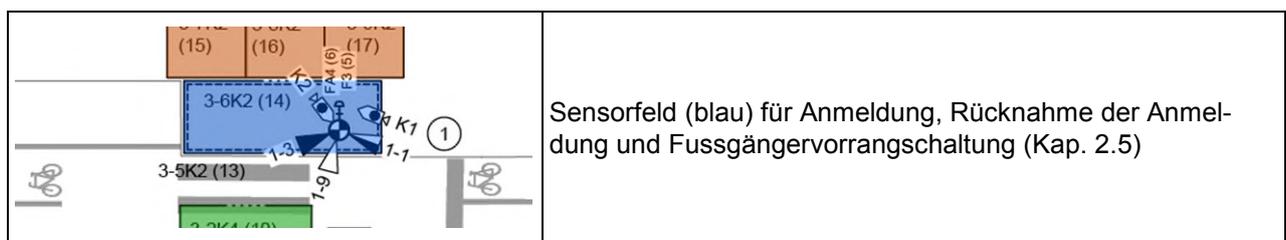


Abbildung 11: Sensorfeld für Rücknahme und Priorisierung Fussgängeranmeldung

Durch das an dieser Lichtsignalanlage regelmässig sehr schnelle Umschalten in die Fussgängerphase kann eine Rücknahme der Fussgängeranmeldung nur erfolgen, wenn gleichzeitig eine Anmeldung durch ein höher priorisiertes Verkehrsmittel wie z. B. dem öffentlichen Verkehr erfolgt oder der Individualverkehr eine längere gesicherte Grünphase erhält. Der Individualverkehr ist an dieser Lichtsignalanlage bezüglich Grünzeiten eher untergeordnet, weshalb der Fall mit dem höher priorisierten öffentlichen Verkehr im Beobachtungszeitraum im Zusammenhang mit einer Fussgängeranmeldung nur einmal eingetreten ist. Die Anmeldung wurde wieder zurückgenommen, als der zu Fuss Gehende den Fussgängerwartebereich verlassen und die Strasse bei Rot überquert hat. Auch nach Passieren des Busses hat die Anlage nicht in die Fussgängerphase geschaltet. Die Rücknahme der Anmeldung wird durch Ausschalten der roten Bestätigungsleuchte am Fussgängertaster angezeigt.

## **2.5 Ergebnisse Fussgängervorrangschaltung**

Bei der Fussgängervorrangschaltung wird der Aufstellbereich auf das Fussgängeraufkommen überwacht (siehe auch Abbildung 11). Überschreitet das Fussgängeraufkommen einen vordefinierten Schwellwert des Sensorfeldes, kann dem Fussverkehr eine höhere Priorität gewährt werden um eine sichere Querung der Strasse zu ermöglichen. In diesem Fall kann die Phase des Individualverkehrs sofort abgebrochen werden. Der öffentliche Verkehr geniesst bei der Fussgängerbevorzugung weiterhin eine höhere Priorität (Vorgabe Kanton Basel-Stadt).

Wie bereits in Kap. 2.4 erwähnt reagiert eine Fussgängerlichtsignalanlage sehr schnell auf den Wunsch einer Fussgängerquerung. Eine Situation mit entsprechend hohem Fussgängeraufkommen, welche eine Vorrangschaltung auslösen würde konnte nicht beobachtet werden.

### 3 Zusammenfassung und Empfehlung

Die durchgeführten Versuche zur frühzeitigen automatischen Fussgängeranmeldung, zur Verlängerung der Grünphase, Rücknahme der Fussgängeranmeldung bei Rotläufer und die Bevorrechtigung der zu Fuss Gehenden nach Anzahl Personen können mehrheitlich als positiv beurteilt werden.

#### 3.1 Automatische Fussgängeranmeldung

Mit der automatischen und frühzeitigen Fussgängeranmeldung ist ein deutlicher Komfortgewinn für den Fussverkehr an Lichtsignalanlagen möglich. Gerade die Wartezeit kann gegenüber der konventionellen Anmeldemethode mit Betätigen des Fussgängertasters merklich reduziert werden. Insbesondere an Fussgängerlichtsignalanlagen kann mit der automatischen Anmeldung die Wartezeit so weit reduziert werden, dass die Strasse nahezu ohne Stopp überquert werden kann.



Abbildung 12: Automatische Anmeldung und Verlängerung Fussgängerphase

Neben der hier untersuchten automatischen Anmeldung zur schnelleren Schaltung der Grünphase wäre mit dieser Technik z. B. bei lichtsignalgeregelten Knoten und den damit verbundenen längeren Wartezeiten auch eine Verlängerung bzw. das Halten der Fussgängergrünphase bei

Annäherung von zu Fuss Gehenden zum Fussgängerübergang denkbar. Die Berührungslosigkeit der automatischen Anmeldung kann ebenfalls als Komfortgewinn betrachtet werden. Personen die beide Hände z. B mit zwei Einkaufstaschen in Benutzung haben oder Angst haben vor der Übertragung von Infektionen, können sich an der Lichtsignalanlage anmelden ohne den Fussgängertaster zu betätigen.

Für die frühzeitige und automatische Anmeldung bieten sich Standorte an, die nach Möglichkeit eine eindeutige Gehrichtung zum Fussgängerübergang aufweisen. Auch sollte die Situation so angeordnet sein, dass die Örtlichkeit wenig bis keine oder nur eine sehr kurze Möglichkeit für einen längeren Aufenthalt in den Sensorfeldern zur frühzeitigen Anmeldung bietet. Wie die Ergebnisse zeigen hat sich der Parkausgang aus dem Kannenfeldpark für die automatische und frühzeitige Anmeldung nur teilweise angeboten. Einerseits besteht hier eine eindeutige Gehrichtung mit abgesetztem Wartebereich zum Trottoir, was wenig Einflüsse durch Personen auf dem Trottoir erwarten lässt, andererseits hat sich gezeigt, dass Personen sich nach dem Besuch des Parks oft im Bereich der Sensorfelder voneinander verabschieden und dadurch ungewollt und unwissentlich eine Fussgängerphase auslösen und den Verkehr grundlos anhalten. Bei der Wahl eines Standortes für die Einrichtung der frühzeitigen Anmeldung muss also gut abgewogen werden zwischen Gehrichtung und Aufenthaltssituation.

### **3.2 Verlängerung Fussgängerphase**

Viele zu Fuss Gehende benötigen für das Überqueren einer Strasse meist weniger Zeit als die ihnen zur Verfügung gestellte Grün- und Räumzeit. Bei einem Grossteil der Fussgängergrünphasen bleibt die Grünzeit oft ungenutzt, die wiederum für andere Verkehrsteilnehmer eingesetzt werden könnte. Die genaue Bemessung der Grünzeit von Fussgängerübergängen ist nicht immer ganz einfach. Auch wenn die Fussgängergrünzeiten in Basel schon grosszügiger eingestellt sind, als es die Schweizer Norm vorgibt, empfinden einige wenige Leute diese immer noch als zu kurz, während für den Grossteil der Bevölkerung die vorgegeben Grünzeiten ausreichen. Das Ziel besteht jedoch darin allen zu Fuss Gehenden den gleichen Komfort anzubieten, den Verkehrsfluss an der Lichtsignalanlage dabei aber nicht ausser Acht zu lassen. Mit der automatischen Grünzeitverlängerung wird einerseits eine Komfortsteigerung für den Fussverkehr an lichtsignalgeregelt Fussgängerübergängen erreicht, andererseits erfolgt damit aber insbesondere eine Erhöhung der Sicherheit für mobilitätseingeschränkte Personen, Kindern und Personengruppen bei der Querung der Strasse.

Die Einrichtung zur Verlängerung der Grünzeit bietet sich erst ab einer Strassenquerung von ca. 9 Metern an, wie es bei der Lichtsignalanlage Kannenfeldpark der Fall ist. Da die Sensorfelder eine gewisse Grösse aufweisen müssen um auf Veränderung reagieren zu können, sollte die rechnerische Mindestgrünzeit der Fussgängerphase von 5 Sekunden nicht unterschritten werden (Die gesetzlich vorgeschriebene Mindestgrünzeit von lichtsignalgeregelt Fussgängerübergängen beträgt 4 Sekunden).

Fussgängerübergänge erhalten tagsüber oft ohne Anmeldung zusammen mit dem Individualverkehr grün, unabhängig davon ob Bedarf an einer Querung der Strasse besteht. Bei langen Fussgängerübergängen an grossen Lichtsignalanlagen könnte mit einer bedarfsgesteuerten Verlängerung der Fussgängergrünzeit ein deutlicher Zeitgewinn für andere Verkehrsteilnehmer erreicht werden ohne Einschränkung der Sicherheit für den Fussverkehr.

### **3.3 Rücknahme Fussgängeranmeldung**

Hohe Wartezeiten, das nicht sofortige Umschalten bei wenig motorisiertem Verkehr, oder das Zurückhalten der Fussgängerphase durch den öffentlichen Verkehr führen oft dazu, dass zu Fuss Gehende zwar einen Bedarf zum Queren der Strasse anmelden, den Wartebereich aber verlas-

sen, bevor die Freischaltung der Fussgängerphase erfolgt. Dementsprechend wird der Verkehrsstrom an der Lichtsignalanlage angehalten, obwohl zu diesem Zeitpunkt der Wunsch zum Queren der Strasse nicht mehr besteht. Mit der Überwachung der Fussgängeraufstellfläche und Rücknahme der Anmeldung bei vorzeitigem Verlassen des Wartebereichs kann einer Behinderung des Verkehrsflusses entgegen gewirkt werden. Die hierfür erforderliche Technik, sollte insbesondere an Standorten eingesetzt werden, an welchen eine Häufung von Rotläufern bekannt ist oder zu erwarten ist. Gerade an sehr kurzen Übergängen wie z.B. über eine Fahrspur und einen Radstreifen wird dieses Verhalten vermehrt beobachtet.

### 3.4 Fussgängervorrangschaltung

Die Massnahme zur Bevorrechtigung des Fussverkehrs nach Anzahl wartender Personen bietet sich aufgrund der zu erwartenden höheren Wartezeiten hauptsächlich an lichtsignalgeregelten Knoten an. Zusammen mit einer automatischen Anmeldung kann die Fussgängervorrangschaltung somit zu einer Reduzierung der Wartezeiten für den Fussverkehr führen. Einerseits werden die zu Fuss Gehenden bereits bei Annäherung zum Fussgängerübergang angemeldet und andererseits erhalten sie, abhängig von der Personenanzahl, früher grün. Gerade an stark frequentierten lichtsignalgeregelten Fussgängerübergängen erhält mit dieser Massnahme der Fussverkehr mehr Priorität gegenüber dem motorisierten Verkehr, da es neu möglich ist die Anzahl wartender Personen zu erfassen.

### 3.5 Allgemeine Einsatzkriterien

Um die Installation der gesamten Versuchseinrichtung mit automatischer Fussgängeranmeldung, Verlängerung der Fussgängergrünphase, Rücknahme der Anmeldung und die Fussgängervorrangschaltung an weiteren Fussgängerlichtsignalanlagen oder lichtsignalgeregelten Knoten einrichten zu können, müssen wie beschrieben einige Bedingungen erfüllt sein. Insbesondere für die Installation der automatischen Fussgängeranmeldung müssen die Voraussetzungen genauestens geprüft werden und erfüllt sein. Sollten die Bedingungen nur teilweise erfüllt sein, wird einerseits zwar ein Komfortgewinn für den Fussverkehr generiert, andererseits kann es zum Beispiel durch Fehlanmeldungen zu starken Beeinträchtigungen des Verkehrsflusses an der Lichtsignalanlage kommen. Die Tabelle 4 zeigt welche Bedingungen erforderlich sind um die untersuchten Massnahmen an lichtsignalgeregelten Knoten oder reinen Fussgängerlichtsignalanlagen einzusetzen.

Tabelle 4: Bedingungen zur Einrichtung von Fussgänger-massnahmen

Massnahme	Fussgängerlichtsignalanlage	Lichtsignalanlage an Knoten
Automatische Anmeldung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- eindeutige Gehrichtung für Annäherung zum Fussgängerübergang vorhanden</li> <li>- abgesetzter Wartebereich ohne Aufenthaltsqualität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- eindeutige Gehrichtung für Annäherung zum Fussgängerübergang vorhanden</li> <li>- abgesetzter Wartebereich</li> <li>- zur Verlängerung der FG-Phase bei Annäherung zum Fussgängerübergang</li> </ul>
Grünzeitverlängerung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ab einer Strassenquerung von ca. 9m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ab einer Strassenquerung von ca. 9m</li> </ul>
Rücknahme Fussgängeranmeldung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bei sehr hohem öffentlichen Verkehrsaufkommen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bei hohen Wartezeiten</li> <li>- ab einer Strassenquerung von ca. 3m</li> </ul>
Fussgängervorrechtigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wenig empfehlenswert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bei phasenweise hohem Fussgänger-aufkommen</li> <li>- bei wenig öffentlichem Verkehr</li> <li>- wenn Leistungsreserven oder genügend Stauraum bestehen.</li> </ul>

### 3.6 Ausblick

Je nachdem welche Bedingungen gemäss Tabelle 4 erfüllt werden, können die untersuchten Massnahmen zusammen oder einzeln zum Einsatz kommen. Die Massnahmen zur Grünzeitverlängerung und Rücknahme der Fussgängeranmeldung können abhängig von der Anzahl und Ausrichtung der Wärmebildsensoren auch zusammen eingesetzt werden. Die automatische Fussgängeranmeldung kann wie bereits erwähnt zwar einen Komfortgewinn für den Fussverkehr bewirken, aber auch negative Auswirkungen auf das allgemeine Verkehrsgeschehen auslösen und sollte vorerst nicht als Standardlösung zur Anmeldung von zu Fuss Gehenden angewendet werden. Der Pilotversuch für eine intelligente Fussgängersteuerung an der Fussgängerlichtsignalanlage Kannenfeldpark ist seit Dezember 2019 abgeschlossen. Die getesteten Massnahmen sind weiterhin in Betrieb um weitere Erkenntnisse zum Langzeitbetrieb der eingesetzten Technik zu sammeln. Um die automatische Fussgängeranmeldung weiter zu untersuchen wird sie zusammen mit den Massnahmen zur Grünzeitverlängerung und Rücknahme der Fussgängeranmeldung noch in diesem Jahr an einem weiteren lichtsignalgeregelten Fussgängerübergang eingerichtet.

## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Gesamtansicht der Fussgängerlichtsignalanlage am Kannenfeldpark .....	4
Abbildung 2: Fussgängerlichtsignalanlage in der Flughafenstrasse und Blick von oben.....	6
Abbildung 3: Wärmebildansichten in Richtung Kannenfeldplatz und Flughafen.....	6
Abbildung 4: Wärmebildansichten auf Fussgängerübergang und Annäherungsbereich .....	7
Abbildung 5: Sensorfelder für den Pilotversuch.....	7
Abbildung 6: Sichtfeld der Erhebungskamera.....	9
Abbildung 7: Übersicht automatische Fussgängeranmeldung .....	10
Abbildung 8: Funktionsweise frühzeitige automatische Anmeldung.....	11
Abbildung 9: Übersicht Verlängerung Fussgängerphase.....	11
Abbildung 10: Funktionsweise Verlängerung Grünphase .....	13
Abbildung 11: Sensorfeld für Rücknahme und Priorisierung Fussgängeranmeldung.....	13
Abbildung 12: Automatische Anmeldung und Verlängerung Fussgängerphase.....	15
Tabelle 1: Ausgewertete Daten im Überblick.....	10
Tabelle 2: Ausgewertete Daten zur Verlängerungssensorik im Überblick.....	12
Tabelle 3: Grünzeitverteilung der Fussgängerphase .....	12
Tabelle 4: Bedingungen zur Einrichtung von Fussgängermassnahmen .....	17