

Evaluierung Grün-Blinken

Isabell Keckeis

Kurzfassung. Die Bachelorarbeit „Evaluierung Grün-Blinken“ beschäftigt sich mit der Auswirkung des Grün-Blinkens bei Verkehrslichtsignalanlagen im Bereich von Kreuzungen auf die Verkehrssicherheit der betroffenen VerkehrsteilnehmerInnen. Im Zuge dessen werden eine Literaturrecherche sowie eine empirische Erhebung mittels einer Geschwindigkeitsmessung durchgeführt. Die Literaturrecherche beinhaltet zum Einen Angaben darüber, in welchen Ländern das Grün-Blinken Anwendung findet, zum Anderen werden bisherige Forschungsarbeiten sowie Untersuchungen vorgestellt und zusammengefasst. Dazu wird weiters auf deren Ergebnisse sowie Bewertungen eingegangen. Im zweiten Teil der Bachelorarbeit wird die Aufstellung der zu untersuchenden These, die Erstellung eines Kriterienkatalogs für die passende Auswahl einer Kreuzung, die empirische Erhebung sowie deren Auswertung und Interpretation bearbeitet. Gewählt wurde die Kreuzung Florianigasse / Lange Gasse in Wien. Die empirische Erhebung beinhaltet die Geschwindigkeitsmessung beim Passieren der VerkehrsteilnehmerInnen der Kreuzung, welche mittels einer Radarpistole von hinten durchgeführt wurde. Die Ergebnisse der Messung zeigen, dass die These „Die Geschwindigkeiten beim Einfahren in die Kreuzung nehmen bei fortschreitender Lichtsignalfolge zu.“ belegt werden kann.

1 Einleitung

Im Zuge dieser Bachelorarbeit wird eine Evaluierung des Grün-Blinkens bei Verkehrslichtsignalanlagen im Bereich von Kreuzungen im Bezug auf die Verkehrssicherheit durchgeführt.

Die Arbeit besteht aus zwei Teilen. Der erste Teil beinhaltet eine Literaturrecherche über bereits durchgeführte Untersuchungen und der daraus folgenden Beurteilungen. Der zweite Teil beschäftigt sich mit einer selbst durchgeführten, empirischen Erhebung und deren Auswertung sowie Interpretation. Die Erhebung erfolgt durch Geschwindigkeitsmessungen.

Die Bereitstellung des Themas für die vorliegende Bachelorarbeit „Evaluierung Grün-Blinken“ erfolgte durch das Institut für Verkehrswissenschaften der Technischen Universität Wien. Die Hauptbetreuung erfolgte durch Projektass. Dipl.-Ing. Ulrich Leth. Die Mitbetreuung übernahm Projektass. Dipl.-Ing Dr.techn. Harald Frey.

2 Literaturrecherche

2.1 Grün-Blinken in Österreich

Die Bedeutung der Lichtzeichen in Österreich ist durch den § 38 der Straßenverkehrsordnung geregelt. ([1], S. 7) In Österreich entspricht die Signalfolge von Verkehrslichtsignalanlagen (VLSA) für Kraftfahrzeuge folgender: Rot – Gelb/Rot – Grün – Grünblinken – Gelb – Rot

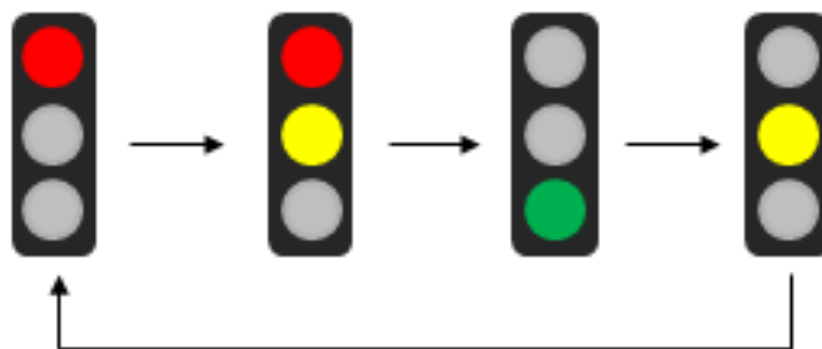


Abb. 1: Lichtsignalfolge [5]

- 1 Rot
- 2 Gelb/Rot
- 3 Grün/Grün-Blinken
- 4 Gelb

Dieses viermalige Grün-Blinken bevor dem Umschalten auf das Übergangslightzeichen Gelb entspricht einer verkehrstechnischen Sonderlösung, welche nur sehr selten anzutreffen ist. Eingeführt wurde Grün-Blinken in Österreich mit der 3. StVO-Novelle vom 22.05.1969. Das Grün-Blinken soll dem Ankündigen des Endes der Freigabezeit dienen. ([2], [3], S. 1) Das Bundesgesetz „*Grünes blinkendes Licht bedeutet das unmittelbar bevorstehende Ende des Zeichens für FREIE FAHRT. Gleichzeitig mit dem roten Licht leuchtendes gelbes Licht bedeutet HALT im Sinne des roten Lichtes und kündigt an, dass das Zeichen für FREIE FAHRT unmittelbar folgen wird.*“ ist am 1.10.1969 in Kraft getreten. ([8], S. 1) Bis 1988 wurden sämtliche VLSA umgestellt und somit ist heute das Grün-Blinken flächendeckend in ganz Österreich vorzufinden. Der Grund für die Änderung der Lichtsignalfolge ist heute nicht mehr eruierbar, da keine näheren Begründungen zur damaligen Regierungsvorlage sowie zur Erläuterung zum § 38 Abs. 6 STVO vorzufinden sind. Aussagen von Beteiligten lassen darauf schließen, dass durch eine starke Zunahme von rechtwinkligen Kollisionen an Kreuzungen eine Vorankündigung der Kreuzungssperre als notwendig angesehen wurde und somit das Grün-Blinken eingeführt wurde. ([2], [3], [8], S. 1)

2.2 Grün-Blinken weltweit

Laut einer Umfrage von H. Köll, M. Bader und K. W. Axhausen ist Grün-Blinken innerhalb Europas lediglich in Slowenien (beschränkt auf den Großraum Ljubljana) vorhanden. Außerhalb von Europa findet man Grün-Blinken vereinzelt in Israel, Kuba und Jordanien. ([8], S. 1)

Laut Wikipedia [6] kommt Grün-Blinken außer in Österreich auch in Kambodscha, Estland, Lettland, Litauen, Russland, Türkei, Kanada, fast überall in Israel, in Teilen von Mexiko und in manchen Gebieten von Europa vor. In Spanien wird statt dem Grün-Blinken Grün und Gelb gemeinsam geschaltet.

2.3 Bisherige Arbeiten und deren Ergebnisse

In den letzten Jahren wurde zum Thema Grün-Blinken in Bezug auf die Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit viele Forschungen und Untersuchungen durchgeführt sowie Arbeiten veröffentlicht. Ziel dieser Arbeiten ist es, die Signalfolge von VLSA so gut es geht an das natürliche Fahrverhalten der KraftfahrzeuglenkerInnen anzupassen. Weiters soll eine ausreichende Verkehrssicherheit der VerkehrsteilnehmerInnen gewährleistet werden können. ([1], S. 7) Im Folgenden werden einige davon kurz zusammengefasst sowie deren Ergebnisse und Beurteilungen erläutert.

Im Jahr 1973 erschien die Schriftenreihe Straßenforschung Nummer 8 vom Bundesministerium für Bauten und Technik vom Hochschuldozent Dipl.-Ing. Dr. techn. Hermann Knoflacher mit dem Titel „Der Einfluß des Grünblinkens auf die Leistungsfähigkeit und Sicherheit lichtsignal geregelter Straßenkreuzungen“. Mit dieser Forschungsarbeit wurde die Auswirkung des Grün-Blinkens auf das Fahrverhalten untersucht, da es viele Befürworter sowie Gegner dieser Sonderlösung gab. Um einen Vergleich darstellen zu können, wurden Kreuzungen mit blinkenden und nichtblinkenden Lichtsignalanlagen untersucht. Durch Filmaufnahmen erreichte man eine permanente Kontrolle des Geschwindigkeitsverlaufs der einzelnen Fahrzeuge im Bereich der Kreuzungen. Dadurch konnte man das Fahrverhalten in den Kreuzungszufahrten durchgehend beobachten. Für die Untersuchung wurden vier Kreuzungen in Wien sowie vier weitere Kreuzungen in München gewählt. Zum Einem wurde der Verlauf der Geschwindigkeiten und Beschleunigungen in den Zufahrten der Kreuzungen an VLSA ohne und mit Grün-Blinken ausgewertet, zum Anderen betrachtete man die Verteilungen der Standardabweichungen der Geschwindigkeiten sowie Verzögerungen in der Abhängigkeit von der Entfernung zur Haltelinie und der Dauer der Ankündigungsphase. Ebenfalls analysierte man Fehlentscheidungen, Gelb- bzw. Rotzeitüberschreiter und Überfahrzeiten. Auch wurde auf die psychologischen Aspekte zum Fahrverhalten beim Phasenwechsel und auf Unfalluntersuchungen eingegangen. Zusammenfassend konnte der Autor nach der Untersuchung auf folgende Vor- und Nachteile des Grün-Blinkens schließen:

Vorteile:

- Die Anzahl der negativen Entscheidungen beim Phasenwechsel nimmt zu und daraus resultierend ergibt sich eine Abnahme der Zahl der Rotlichtüberschreitungen.
- Bei starken Verkehrsbelastungen kommt es zu einer geringfügigen Erhöhung der Leistungsfähigkeit, die sich in einer Verminderung der Folgezeitlücke äußert.

Nachteile:

- Durch das Grün-Blinken ergibt sich eine höhere Anzahl von Auffahrunfällen in den Kreuzungszufahrten sowie eine Erhöhung der Unfallschwere dieses Unfalltyps.
- Eine Erhöhung der Unfallschwere der rechtwinkligen Kollisionen ergibt sich in so einem Ausmaß, dass die Verringerung der Zahl dieses Unfalltyps durch die Unfallschwere wieder aufgehoben wird.

„Zusammenfassend ist daher unter Berücksichtigung der internationalen Bestrebungen zu einer Vereinheitlichung der Signalregelung auf Grund der Ergebnisse dieses Forschungsauftrages dem Phasenwechsel ohne Vorankündigung durch Grünblinken der Vorzug gegenüber der Signalregelung mit Grünblinken zu geben. [...] Allgemein wird in Österreich zwar das Grünblinken als angenehm empfunden, jedoch ergeben die objektiven Ergebnisse besonders für das Unfallgeschehen ein ungünstiges Bild für das Grünblinken“ ([1], S. 79)

Die Arbeit „Regelwidriges Fahrverhalten an Lichtsignalanlagen – Empirische Ergebnisse aus Österreich, Schweiz und Deutschland“ wurde von H. Köll, M. Bader und K. W. Axhausen verfasst. Aufgrund unterschiedlicher Meinungen bezüglich dem Grün-Blinken bei VLSA wurde diese Forschungsarbeit zur Ermittlung der Auswirkungen des Grün-Blinkens auf die Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit verkehrsabhängig gesteuerter VLSA vom Österreichischen Verkehrssicherheitsfonds sowie von Bundesländern und Städten Österreichs gefördert. Für die Ermittlung von Gelblicht-, Rotlichtüberfahrten sowie Stopp/Cross-Entscheidungen wurde die Methode einer digitalen Bildauswertung aufgrund des hohen Au-

tomatisierungsgrades ausgewählt. Dies ermöglichte die Fahrzeugposition in Abhängigkeit des aktuellen Signalzustandes an der VLSA zu erfassen. Die verwendeten Kameras wurden hauptsächlich an Dächern oder Balkonen von angrenzenden Hochhäusern positioniert. Dadurch konnten die Kreuzungszufahrten sowie die Signalgeber synchron gefilmt werden. Die Messung wurde an 10 unterschiedlichen Kreuzungen in Österreich, München/Deutschland und St. Gallen/Schweiz durchgeführt. Von besondere Bedeutung für die Auswirkung des Grün-Blinkens auf die Verkehrssicherheit stellen die Gelb- sowie Rotüberfahrten dar. Ergebnisse (siehe Abbildung 2) zeigen, dass in Österreich bei Gelbüberfahrten eine abnehmende Anzahl mit zunehmender Gelbdauer zu beobachten ist. In St. Gallen bleiben die Gelbüberfahrten in den ersten zwei Sekunden nahezu unverändert, danach kommt es ebenfalls zu einer Abnahme der Anzahl der Überfahrten. In München bleibt die Anzahl der Gelbüberfahrten relativ konstant, wobei es mit zunehmender Gelbfolge eher zu einem Anstieg der Überfahrten kommt.

Anzahl Überfahrten	Gelbssekunde				Rot
	1	2	3 und 4	Summe	Summe
Aufnahme	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl
Messstellen Österreich	271	204	79	554	23
Messstellen St. Gallen / CH	171	199	100	470	18
Messstelle München / D	186	201	210	597	92
Summe	628	604	389	1.621	133

Abb. 2: Anzahl der beobachteten Gelb- und Rotüberfahrten nach Ländern ([8] S. 4)

Eine besser Aussage bekommt man durch die durchschnittliche Anzahl von Gelb- und Rotüberfahrten pro Umlauf (siehe Abbildung 3). Es ist ersichtlich, dass es zu vermehrten Gelb- und Rotüberfahrten bei VLSA ohne Grünblinken kommt, sofern sich die VerkehrsteilnehmerInnen im Entscheidungsbereich befinden.

Anzahl Überfahrten		Gelbüberfahrten	Rotüberfahrten
Aufnahme	Umläufe	Anzahl/Umlauf	Anzahl/100Umläufe
Messstellen Österreich	ausgewertet	0,46	1,90
	gesamt	0,30	1,24
Messstellen St. Gallen / CH	ausgewertet	0,83	3,18
	gesamt	0,33	1,27
Messstelle München / D	ausgewertet	0,97	14,94
	gesamt	0,60	9,17
Summe	ausgewertet	0,68	5,55
	gesamt	0,38	3,11

Abb. 3: Anzahl der beobachteten Gelb- und Rotüberfahrten pro Umlauf nach Ländern ([8] S. 4)

Zusammenfassend kommt die Forschungsarbeit auf folgendes Fazit: Grün-Blinken führt zu einer deutlich geringeren Anzahl an Gelb- und Rotüberfahrten, wenn sich der/die Verkehrsteilnehmer/in bei Beginn der Gelbphase in einem Bereich mit Entscheidungsmöglichkeit „Anhalten“ oder „Überfahrt“ befindet. Jedoch kann bei VLSA ohne Grün-Blinken dieser Unterschied durch Koordination und Zeitlückensteuerung kompensieren. [8]

Eine weitere Arbeit von H. Köll, M. Bader und K.W. Axhausen beschäftigte sich mit der Auswirkung des Grün-Blinkens bei lichtsignalgesteuerten Knoten auf die Verkehrssicherheit.

Für die Beurteilung der Auswirkung des Grün-Blinkens auf die Verkehrssicherheit wurden drei verschiedene Methoden angewandt:

- Analyse der Gelb- und Rotüberfahrten als Indikator für rechtwinklige Kollisionen
- Konfliktbeobachtungen, um das Unfallpotential für ausländische FahrzeuglenkerInnen durch die ungewohnte Signalfolge zu erhalten
- Analyse von Unfalldaten in Österreich, der Schweiz und Deutschland für Aufschluss über Häufigkeit und Typ von Unfällen in Abhängigkeit unterschiedlicher Knotengeometrien, Knotenbelastungen und Steuerungsvariablen

Grün-Blinken an VLSA führte in einer Entscheidungssituation zu geringeren Anzahlen von Gelb- und Rotüberfahrten. Für die Untersuchung der Fragestellung wurden Knoten gewählt, welche von vielen AusländerInnen befahren wurden. Es wurde zwischen dem Grad der Konflikte sowie in- und ausländischen Kraftfahrzeugen unterschieden.

Generell unterschiedliche Verhaltensweisen im Straßenverkehr und daraus entstehende Trends sind innerhalb Österreichs nicht erkennbar (Kuratorium für Verkehrssicherheit, 2001). Bei Unfällen mit Personenschaden liegt Österreich europaweit jedoch im Spitzenfeld. Die Beobachtungen zeigten, dass sich überwiegend Konflikte im Richtungsverkehr (Auffahrkonflikte) zwischen Grün-Blinken und Rot ereigneten und an diesen Konflikten überdurchschnittlich viele Fahrzeuge mit ausländischen Kennzeichen beteiligt waren. Dies konnte als deutlicher Hinweis für das Problem der österreichischen Sonderlösung Grün-Blinken für damit nicht vertraute FahrzeuglenkerInnen herangezogen werden. [2]

Auch der Aufsatz „Entscheidungsverhalten an Lichtsignalanlagen mit und ohne Grünblinken als Ankündigung der Übergangszeit Gelb“ stammt von H. Köll, M. Bader und K. W. Axhausen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Studie durchgeführt, welche das Anhalteverhalten an Lichtsignalanlagen mit und ohne Grün-Blinken untersucht. Dafür wurden 10 Kreuzungen in Österreich, Schweiz und Deutschland mit ca. 2500 Umläufe als Ausgangslage verwendet. Es wurden Modelle der Logit - Familie eingesetzt, welche besonders auf die Anzahl der Fehlentscheidungen und der riskanten Überfahrten eingehen. (Diese Arbeit liefert die Datengrundlage für die Adaptierung des Simulationsmodelles VISSIM, welche unten näher beschrieben wird.)

Die Ergebnisse der Studie liefern einen Vergleich der Anhalte-Wahrscheinlichkeiten als Funktion der potentiellen Zeit (siehe Abbildung 4).

potentielle Zeit	Anhalte-Wahrscheinlichkeiten			
	Messstellen Österreich	Messstellen nicht Österreich	Messstellen St. Gallen / CH	Messstellen München / D
< 1 s	0%	1%	1%	0%
1 - 2 s	1%	6%	9%	2%
2 - 3 s	1%	31%	35%	28%
3 - 4 s	3%	83%	88%	78%
4 - 5 s	13%	97%	99%	96%
5 - 6 s	32%	100%	100%	100%
6 - 7 s	70%	100%	100%	100%
7 - 8 s	80%	100%	100%	100%
8 - 9 s	90%	100%	100%	100%
9 - 10 s	91%	-	-	-
> 10 s	100%	-	-	-

Abb. 4: Relative Häufigkeiten von Halt-Entscheidungen in Abhängigkeit von der potentiellen Zeit im Ländervergleich ([9] S. 8)

Die Tabelle zeigt eine deutliche frühzeitige Halte-Entscheidung bei den Messstellen in Österreich. 80% der Verkehrsteilnehmer entscheiden sich zu halten, obwohl sie die Haltelinie noch bei Gelb passieren könnten (gelber und rot schraffierter Bereich). Dahingegen halten nur 35% der VerkehrsteilnehmerInnen in der Schweiz und 28% der VerkehrsteilnehmerInnen in Deutschland zu diesem Zeitpunkt. Weiters kann in Österreich eine größere Entscheidungsbreite festgestellt werden, welche sich in einer deutlich flacheren Kurve zeigt (siehe Abbildung 5).

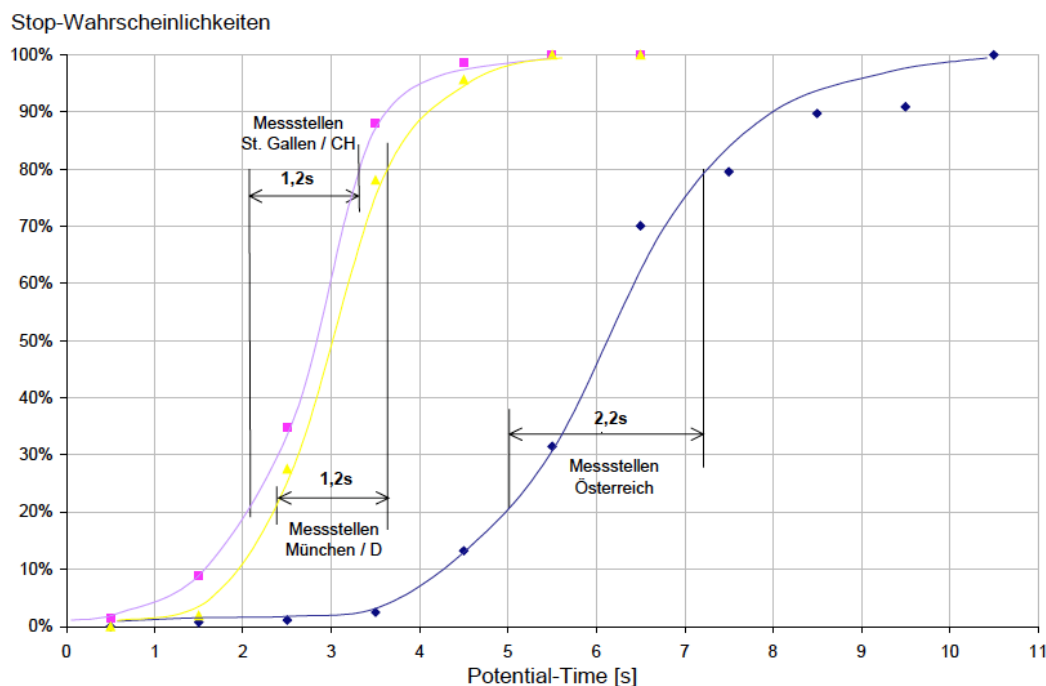


Abb. 5: Entscheidungsbreiten (Anhalte-Wahrscheinlichkeit zwischen 20% und 80%) im Ländervergleich ([9] S. 10)

Grundsätzlich lässt sich sagen, dass die Zeitdauer bis zum Gelbende bei VLSA mit Grün-Blinken deutlich unterschätzt wird. In Österreich ist das Verhältnis von falschen Durchfahr- zu Halt-Entscheidungen 5 mal so hoch wie in München und fast doppelt so hoch wie bei Messstellen in der Schweiz. Die frühzeitigen Halteentscheidungen bei Kreuzung mit Grün-Blinken hängen direkt mit der oben beschriebenen Aussage zusammen.

Die Arbeit „Auswirkungen des Grünblinkens auf die Leistungsfähigkeit von lichtsignalgesteuerten Knoten“ stammt ebenfalls von H. Knöll, M. Bader und K. W. Axhausen. Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Unterschiede bei lichtsignalgesteuerten Knoten mit oder ohne Grün-Blinken aufgezeigt. Für dies wurden mehrere Fallbeispiele in einem Situationsmodell abgebildet und die Auswirkungen ermittelt. Für die Simulation verwendete man das Programm VISSIM. Mit diesem Programm wurde die Anhalte-Wahrscheinlichkeit der einzelnen Fahrzeuge in Abhängigkeit von der aktuellen Geschwindigkeit und der Entfernung von der Haltelinie berechnet.

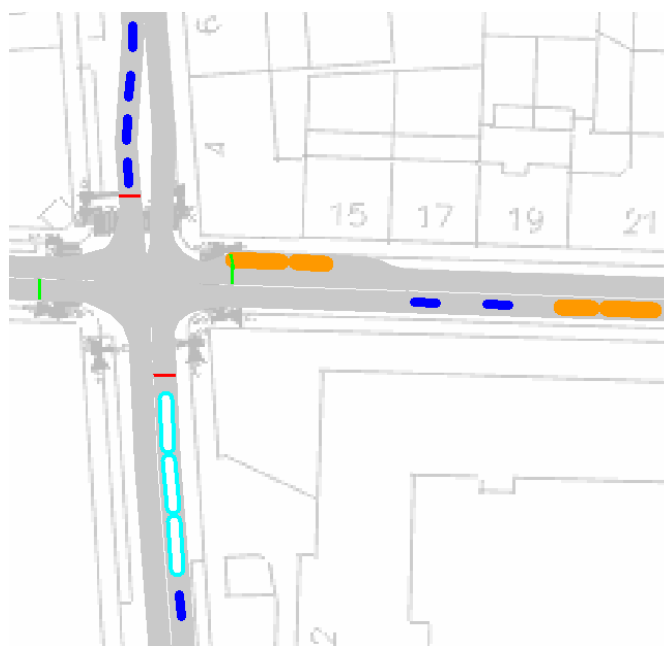


Abb. 6: Ausschnitt einer VISSIM-Simulation ([3] S. 3)

Die ausgewählten Fallbeispiele unterschieden sich durch die Knotengeometrie sowie die Steuerungskonzepte. Diese wurden im Wesentlichen in folgende drei Gruppen eingeteilt:

- Festzeitgesteuerte Knoten mit Auswirkungen nur aufgrund der höheren Anhalte-Wahrscheinlichkeiten bei Signalfolgen, die Grün-Blinken beinhalten
- Verkehrsabhängig gesteuerte Knoten mit Freigabezeitanpassung und Anforderungen an die Bedarfsphasen wie Zeitlücken- und/oder Staubebedingungen
- Koordinierte VLSA-Ketten, welche Maßnahmen für die Beschleunigung des öffentlichen Verkehrs berücksichtigen

Es wurden pro Fallbeispiel je 5 Simulationsläufe mit unterschiedlichen initialisiertem Zufalls-generator vorgenommen. Die erhaltenen Messwerte wurden anschließend gemittelt. Die Ergebnisse zeigten, dass sich bei Festzeitsteuerung die Kapazität durch die höhere Anhalte-Wahrscheinlichkeit bei Grün-Blinken um etwa 1,6% bis 3,0 % reduzierte. Bei verkehrsabhängigen Steuerungen ohne Grün-Blinken wurden die Wartezeiten sowie die Staulängen reduziert. Das Ausmaß der Reduktion ist abhängig von der Verkehrsbelastung und der Qualitätsstufen der Zufahrten. Bei dem untersuchten Fallbeispiel mit Busbeschleunigung konnten durch den Verzicht des Grün-Blinkens nur geringfügige Verbesserungen erreicht werden. Bei Grün-Blinken konnten somit Kapazitätsverluste, längere Wartezeiten sowie größere Staulängen bei verkehrsabhängiger Steuerung mit mittlerer bis hoher Verkehrsbelastung, aber auch bei Festzeitsteuerung, nachgewiesen werden. [3]

Eine weitere Studie wurde in Istanbul von Ersoy Pehlivan, Sencer Oktav und Rahime Gunay zum Thema Verkehrssicherheit und Fahrverhalten bei Grün-Blinken bzw. Gelb bei lichtsignalgesteuerten Kreuzungen in Istanbul durchgeführt. Grund für diese Untersuchung waren die verschiedenen Meinungen bezüglich der Sinnhaftigkeit von Grün-Blinken bei VLSA. Es wurde das Verhalten der LenkerInnen bei Grünblinken bzw. ohne Grünblinken und bei unterschiedlichen Gelb-Zeiten untersucht. Lichtsignalanlagen für Kraftfahrzeugen haben in Istanbul die Signalfolge Grün – Grünblinken – Gelb – Rot – Grün. In dieser Studie wurde auch über das Grün-Blinken in Österreich diskutiert. Folgende Punkte wurden unter Bezugnahme auf die Arbeit von (Köll, Bader und Axhausen, 2002) aufgelistet:

- Das Grün-Blinken in Österreich ist mit einem erheblichen Anstieg von früherem Anhalten in Verbindung zu setzen.
- Das Grün-Blinken in Österreich schafft eine große Entscheidungszone, in der entweder sicher gestoppt oder sicher angehalten werden kann.

Für die Untersuchung wurden 8 signalgesteuerte Kreuzungen auf der Hauptstraße (Kennedy Street) in Istanbul herangezogen. Es wurden 3 verschiedene Szenarien diskutiert.

- Szenario 1: Grün-Blinken / keine Rotlichtüberwachung
- Szenario 2: Grün-Blinken + Rotlichtüberwachung (EDS)
- Szenario 3: kein Grün-Blinken/ keine Rotlichtüberwachung

Nach der Untersuchung mit diesen 3 Szenarien schaffte man das Grün-Blinken ab. Weiters wurde die gelbe Wechselintervallzeit von 2 Sekunden auf 3 Sekunden erhöht. Später, als sich diese Lösung durchgesetzt hat, führte man eine Mindestdauer von 4 Sekunden für das gelbe Wechselintervall ein.

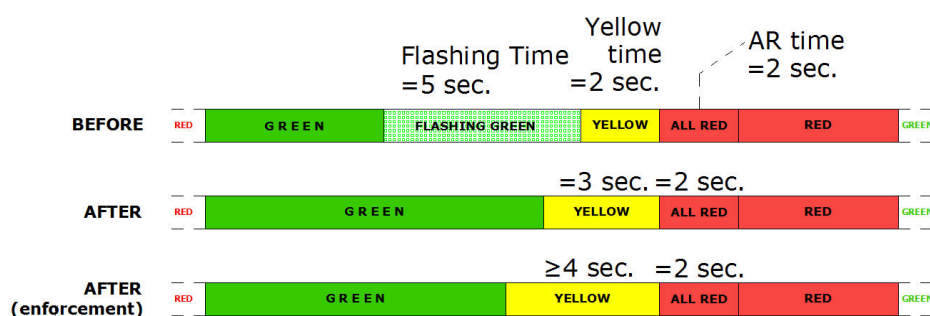


Abb. 7: Ausschnitt einer VISSIM-Simulation ([3] S. 3)

Durch diese Adaptierung der Verkehrslichtsignalanlagen konnten keine negativen Effekte bezüglich der Kapazität der Kreuzung festgestellt werden.

Ebenfalls kam es zu keiner Abnahme der Anzahl an Fahrzeugen, welche die Kreuzung in der Grün-Phase passierten. Die Anzahl war im Gegenteil sogar gestiegen. Auch die Rotlichtverstöße nahmen ab.

Das Ergebnis zeigte laut den Autoren, dass die Verlängerung der Gelb-Phase höheren Einfluss auf die LenkerInnen hat als das Grün-Blinken. [4]

Im Folgenden wird nochmals etwas genauer auf die Be-/Verhinderung der Bevorrangung des öffentlichen Verkehrs bei Ampeln aus der Arbeit [3] von H. Knöll, M. Bader und K. W. Axhausen eingegangen. Grundsätzlich kann eine Busbeschleunigung durch Abbruch oder Verlängerung einer Phase erreicht werden. Nach Abfragung der vorliegenden Anmeldungen wird die zeitliche Entfernung der öffentlichen Verkehrsmittel berechnet. Dies erfolgt nach der Mindestgrünzeit. Die Phase wird gehalten, wenn die Durchfahrt noch innerhalb der maximalen Phasendauer möglich ist. Wenn dies nicht mehr möglich ist, wird die Phase vorzeitig abgebrochen. Eine besondere Regelung erhalten Linien, bei denen die Haltestelle unmittelbar vor der Haltelinie platziert ist. Folgende Tabelle zeigt die mittlere Wartezeit bei Grün-Blinken bzw. ohne Grün-Blinken.

VLSA-Kette Bienerstraße - Tschurtschenthaler- straße	mittlere Wartezeit in [s]					
	Öffentlicher Verkehr			Individualverkehr		
	mit Gb	ohne Gb	Differenz	mit Gb	ohne Gb	Differenz
Route 1	124,9	120,1	-3,9%	39,3	30,7	-22,0%
Route 2	111,9	110,5	-1,3%	37,0	34,7	-6,4%
Route 3	84,1	83,2	-1,0%	kein IV auf Route 3		
Route 4	82,6	81,6	-1,1%	59,6	55,7	-6,5%
Route 5	102,7	99,9	-2,7%	47,0	42,8	-9,0%
Route 6	101,3	101,3	0,0%	28,4	29,3	3,2%
Route 7	22,5	22,0	-2,3%	11,5	10,9	-4,9%
Route 8	25,0	25,7	2,6%	11,8	11,1	-5,3%
Route 9	32,2	27,5	-14,5%	18,4	17,4	-5,7%
Mittelwert	62,2	60,7	-2,4%	17,0	16,2	-4,5%

Abb. 8: Veränderung der mittleren Wartezeiten für öffentliche Verkehrsmittel und den motorisierten Individualverkehr bei Steuerung der VLSA-Kette Bienerstraße – Tschurtschenthalerstraße ohne Grün-Blinken ([3] S. 13)

Erklären kann man sich die geringen Differenzen dadurch, dass nur bei der Abmeldung des ÖV die 4 Sekunden Grünblinken im Phasenübergang von Bedeutung sind und zwar nur so, dass ein wartender Bus oder der Verkehr der Gegenrichtung eine längere Wartezeit von diesen 4 Sekunden hat. Bei der Planung wird bereits auf eine frühzeitige Anmeldung Rücksicht genommen und somit kann durch die durchgeführte Busbeschleunigung nur eine minimale Verbesserung der Wartezeit im Mittel von 2,4 % erreicht werden. Dass in machen Fällen keine Möglichkeit der frühzeitigen Anmeldung möglich ist oder dass die Anmeldung vor dem Haltestellenaufenthalt erfolgen muss, stellt ein Problem dar. [3]

3 Empirischer Teil

3.1 Die zu untersuchende These

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde nur eine Kreuzung mit Grün-Blinken in Wien untersucht. Da keine Kreuzungen ohne Grün-Blinken betrachtet werden, können keine Vergleiche zwischen diesen zwei Varianten erbracht werden. Deswegen beziehen sich die Messungen ausschließlich auf die Geschwindigkeiten, welche beim Einfahren in die Kreuzung von den VerkehrsteilnehmerInnen gefahren werden. Es ist zu erwarten, dass wenn die Kreuzung bei Gelb oder Rot überfahren wird, die Geschwindigkeiten höher sind als bei Überfahrten bei Grün.

Daraus resultiert folgende zu untersuchende These: Die Geschwindigkeiten beim Einfahren in die Kreuzung nehmen bei fortschreitender Lichtsignalfolge zu.

Diese aufgestellte These soll im Rahmen dieser empirischen Erhebung untersucht werden. Unterschieden werden dabei die Geschwindigkeiten beim Einfahren in die Kreuzung bei Grün, Grün-Blinken, Gelb und Rot. Da die Geschwindigkeit von jedem/jeder Verkehrsteilnehmer/in aufgezeichnet wird, erhält man somit auch die Gesamtanzahl der einzelnen Überfahrten.

3.2 Kriterienkatalog und Auswahl der Kreuzung

Um eine geeignete Wahl der Kreuzung und plausible Ergebnisse bei der Geschwindigkeitsmessung zu erreichen, sollten folgende Kriterien bei der untersuchten Kreuzung erfüllt sein:

- Die zu untersuchende Straße sollte einspurig sein.
- Im Bereich der Ampel sollte eine Beschleunigung möglich sein.

- Die Kreuzung darf nicht eingestaut sein.
- Der Verkehrsfluss darf durch keine Ampel davor beeinflusst werden.
- Eine Geschwindigkeitsmessung von hinten muss möglich sein.

Die Wahl der zu untersuchenden Kreuzung fiel auf die Kreuzung Florianigasse / Lange Gasse im 8. Bezirk von Wien. Es wurden die Geschwindigkeiten der VerkehrsteilnehmerInnen, welche sich auf der Florianigasse befanden und somit die Lange Gasse querten, gemessen. Die Florianigasse ist eine Einbahnstraße, welche stadtauswärts Richtung Hernalser Gürtel führt. Die höchste zulässige Geschwindigkeit beträgt 30 km/h. Durch die relative gerade Führung der Straße ist eine Beschleunigung im Bereich der Kreuzung möglich und auch der Verkehrsfluss wird nicht beeinflusst, da vor der zu untersuchenden Kreuzung keine Ampel vorhanden ist. Die Möglichkeit der Messung von hinten ist durch die seitlich parkenden Autos gegeben und kann somit relativ unauffällig durchgeführt werden.

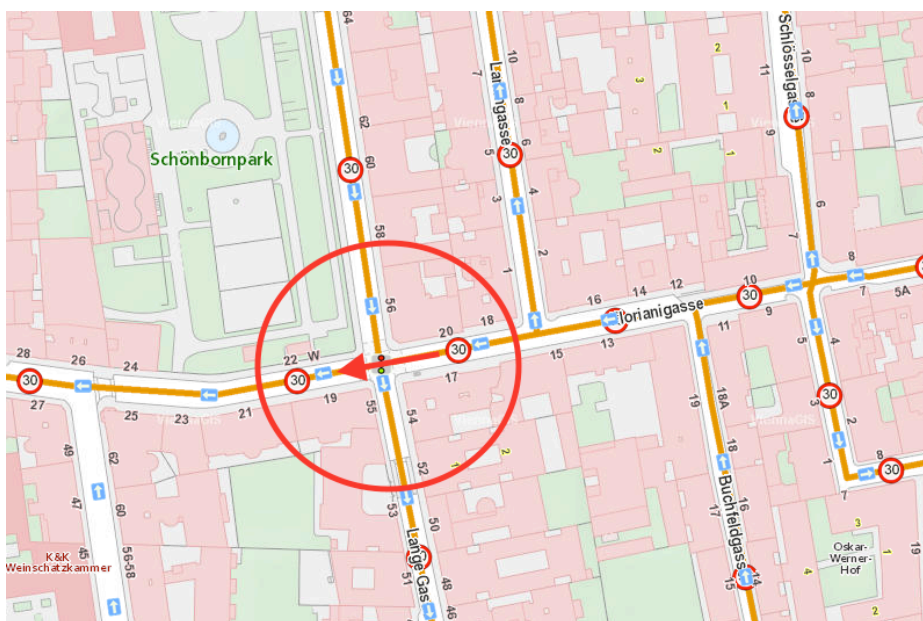


Abb. 9: Stadtplan Kreuzung Florianigasse / Lange Gasse [7]

3.3 Empirische Erhebung

Für die Überprüfung der Eignung der Kreuzung für die Geschwindigkeitserhebung wurde im Vorfeld eine einstündige Messung (mittwochs, 17:00 – 18:00 Uhr) bei der ausgewählten Kreuzung durchgeführt.

Die eigentliche Geschwindigkeitserhebung erfolgte dann an zwei weiteren Nachmittagen (dienstags und mittwochs) im Zeitraum von 15:00 bis 18:00 Uhr. Dieser Zeitraum wurde gewählt, da aus einer bereits vorhandenen Ermittlung der Tagesganglinie von der Florianigasse ersichtlich war, dass in diesem Zeitraum das größte Verkehrsaufkommen vorhanden ist.

Für jede einzeln untersuchte Stunde wurde ein eigenes Diagramm erstellt. Diese Diagramme befinden sich im Anhang

Die Messung der Geschwindigkeiten wurde mit einer Radarpistole, welche vom Institut für Verkehrswissenschaften der Technischen Universität Wien zur Verfügung gestellt wurde, durchgeführt. Die Erhebung erfolgte von hinten und als Zeitpunkt der Geschwindigkeitsaufzeichnung wurde die Haltelinie bei der Kreuzung festgelegt. Notiert wurden die einzeln gefahrenen Geschwindigkeiten über 20 km/h in Einserschritten sowie die Anzahl der VerkehrsteilnehmerInnen, welche die Kreuzung mit einer Geschwindigkeit unter 20 km/h passierten.

Weiters wurde die Anzahl der Linksabbieger in die Lange Gasse notiert, um die Gesamtanzahl der einfahrenden Autos in die Kreuzung zu erhalten.

Die Anzahl der VerkehrsteilnehmerInnen, welche die Kreuzung mit einer Geschwindigkeit unter 20 km/h passierten, sind für die Auswertung von geringer Bedeutung. Dies resultiert daraus, dass diese VerkehrsteilnehmerInnen größtenteils aus dem Stand anfahren mussten, da sie die Freigabe der Kreuzung abwarten mussten. Für die Auswertung sind somit nur jene Verkehrsteilnehmer interessant, welche die Kreuzung frei fahrend und mit eigens gewählter Geschwindigkeit passiert haben.

3.4 Auswertung und Interpretation

Die aufgestellte These „Die Geschwindigkeiten beim Einfahren in die Kreuzung nehmen bei fortschreitender Lichtsignalfolge zu.“ kann mittels der durchgeführten empirischen Erhebung belegt werden.

Folgendes Diagramm zeigt die Geschwindigkeiten der einzelnen VerkehrsteilnehmerInnen beim Passieren der Kreuzung in den verschiedenen Phasen Grün, Grün-Blinken, Gelb und Rot. (Hinweis zum Diagramm: die Anzahl der einfahrenden KFZ bei Grün bei Geschwindigkeiten unter 32 km/h ist deutlich höher, wird hier aber bei diesem Diagramm nicht dargestellt)

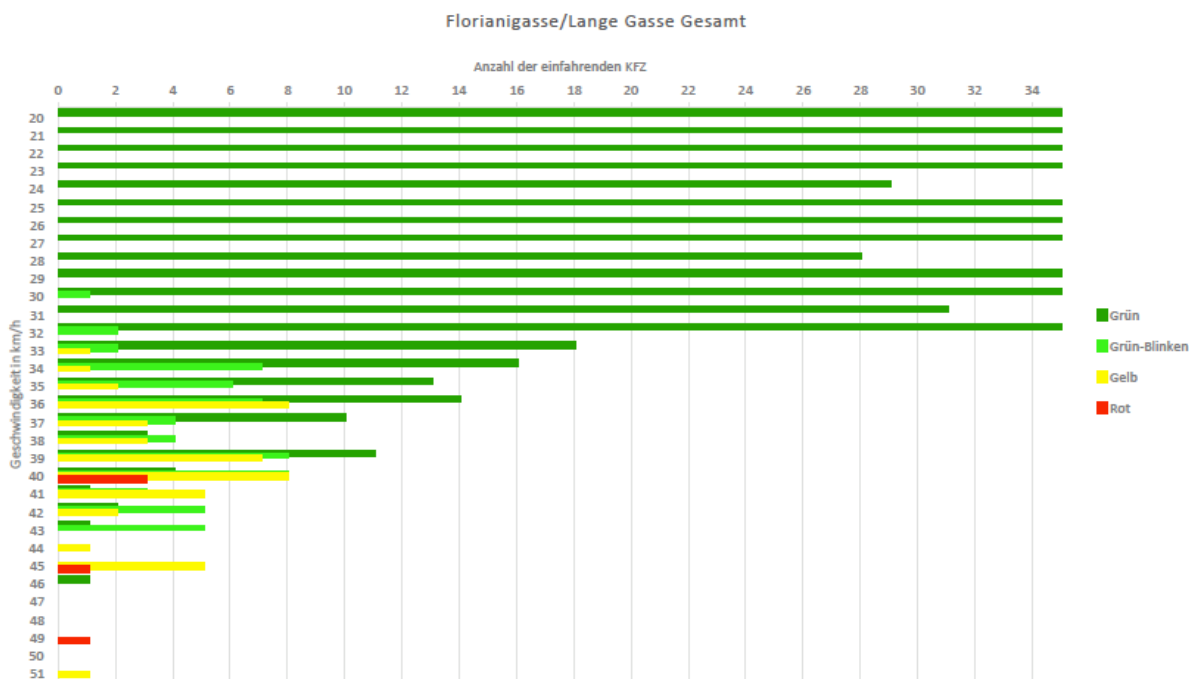


Abb. 10: Diagramm Messergebnisse Geschwindigkeitsmessung

Daraus ist ersichtlich, dass die Geschwindigkeiten bei fortschreitender Lichtsignalfolge zunehmen. Auch die Ermittlung der Durchschnittsgeschwindigkeiten bei den einzelnen Phasen zeigt diese Erhöhung der Geschwindigkeit beim Passieren der Kreuzung. So beträgt die Durchschnittsgeschwindigkeit bei Grün 25,7 km/h, bei Grün-Blinken 37,7 km/h, bei Gelb 39,4 km/h und bei Rot eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 42,8 km/h. Die oben genannte Durchschnittsgeschwindigkeit bei Grün beinhaltet die Einfahrten unter 20 km/h nicht. Mit Berücksichtigung der Einfahrten unter 20 km/h ergibt sich eine Durchschnittsgeschwindigkeit bei Grün von 23,6 km/h. Wie ersichtlich, liegen die Geschwindigkeiten bei Grün-Blinken, Gelb und Rot deutlich über der zulässigen Geschwindigkeit von 30 km/h.

Desweiteren wurden die Standardabweichungen berechnet, welche sich wie folgt ergeben: Für Grün ergibt sich eine Standardabweichung von 36,05 %, für Grün-Blinken von 2,79 %, für Gelb von 2,46 % und für Rot ergibt sich eine Standardabweichung von 0,57 %.

Aus persönlichen Beobachtungen während der Geschwindigkeitsmessung lässt sich Folgendes sagen: Es ist in vielen Fällen sehr deutlich zu sehen sowie zu hören, dass VerkehrsteilnehmerInnen beschleunigen, wenn die Ampel grün blinkt und sie der Meinung sind, die Kreuzung noch vor dem Umschalten der Ampel auf Rot passieren zu können. In so einer Situation wird die Aufmerksamkeit und Konzentration des Verkehrsteilnehmer / der Verkehrsteilnehmerin auf genau diese Beschleunigung gelenkt. Dies hat zur Folge, dass die Beobachtung der Geschehnisse rund um die Kreuzung verringert wird. Durch diese Unaufmerksamkeit und die erhöhte Geschwindigkeit kommt es zu einer geringeren Verkehrssicherheit.

3.5 Fazit

Aufgrund von bereits durchgeführten Studien bzw. Erhebungen ergeben sich verschiedenste Vor- und Nachteile von Grün-Blinken bei VLSA-gesteuerten Kreuzungen. Die Arbeiten untersuchten verschiedenste Standpunkte wie die Analyse der Gelb- bzw. Rotzeitüberschreitungen, die Unfallhäufigkeit sowie Unfallschwere, die Verkehrssicherheit, die Wahrscheinlichkeit für Halteentscheidungen und die Leistungsfähigkeit.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde eine Geschwindigkeitsmessung bei Kreuzungen mit Grün-Blinken durchgeführt und gezeigt, dass die Geschwindigkeiten beim Einfahren in die Kreuzung mit zunehmender Signalfolge steigen. Für ein aussagekräftigeres Ergebnis wäre natürlich eine Untersuchung an mehreren Kreuzungen sinnvoll, jedoch hätte dies den Rahmen der Bachelorarbeit gesprengt. Um eventuell noch Vergleich anstellen zu können, wären bereits durchgeführte Geschwindigkeitsmessungen von Vorteil gewesen, jedoch wurden solche Geschwindigkeitsmessungen in den oben beschriebenen Arbeiten nicht behandelt.

Wie in der Arbeit von H. Köll, M. Bader und K. W. Axhausen erwähnt, lässt sich sagen, dass die Signalfolge mit Grün-Blinken von den meisten Autofahrern geschätzt wird. Bei der verkehrsabhängigen Steuerung wird hingegen das Grün-Blinken in den meisten Fällen als eine starke Einschränkung empfunden. [8] *In Zeiten eines zusammenwachsenden Europas wird sich frühere oder später wohl auch die Frage nach Vereinheitlichung stellen.* ([8], S. 1)

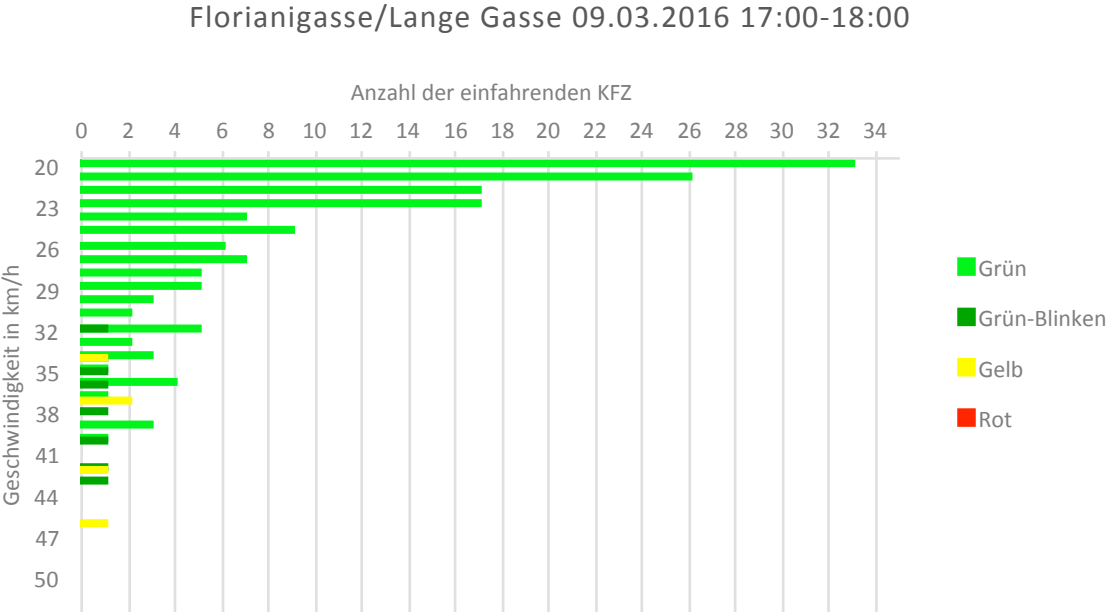
Literaturverzeichnis

- [1] Knoflacher, H.: Der Einfluß des Grünblinkens auf die Leistungsfähigkeit und Sicherheit lichtsignalgeregelter Straßenkreuzungen. Schriftenreihe Straßenforschung 8. Bundesministerium für Bauten und Technik. Wien (1973)
- [2] Köll, H., Bader, M., Axhausen, K.W.: Auswirkungen des Grünblinkens bei lichtsignalgesteuerten Knoten auf die Verkehrssicherheit. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 50 (3) (2004)
- [3] Köll, H., Bader, M., Axhausen, K.W.: Auswirkungen des Grünblinkens auf die Leistungsfähigkeit von Lichtsignalgesteuerten Knoten (o.J.)
- [4] Pehlivan, E., Oktav, S., Gunay, R.: Signalization Safety and Driver Behavior Study with Flashing Green and Amber Time at Signalized Intersections Istanbul (o.J.)
- [5] Inf-Schule: Abbildung Lichtsignalfolge.
http://www.inf-schule.de/modellierung/ooppython/ampel/vererbung/einstieg_verallgemeinerung
(Zugegriffen 19.09.2015)
- [6] Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Traffic-light_signalling_and_operation#Warnings_that_light_will_change (Zugegriffen 17.08.2015)
- [7] <https://www.wien.gv.at/stadtplan/> Bild Kreuzung: Abbildung Stadtplan Kreuzung Florianigasse/Lange Gasse
- [8] Köll, H., Bader, M., Axhausen, K.W.: Regelwidriges Fahrverhalten an Lichtsignalanlagen – Empirische Ergebnisse aus Österreich, Schweiz und Deutschland. Straßenverkehrstechnik, 45 (7) 313 - 317 (2001)
- [9] Köll, H., Bader, M., Axhausen, K.W.: Entscheidungsverhalten an Lichtsignalanlagen mit und ohne Grünblinken als Ankündigung der Übergangszeit Gelb. Straßenverkehrstechnik, 46 (7) 339 - 345 (2001)

Anhang

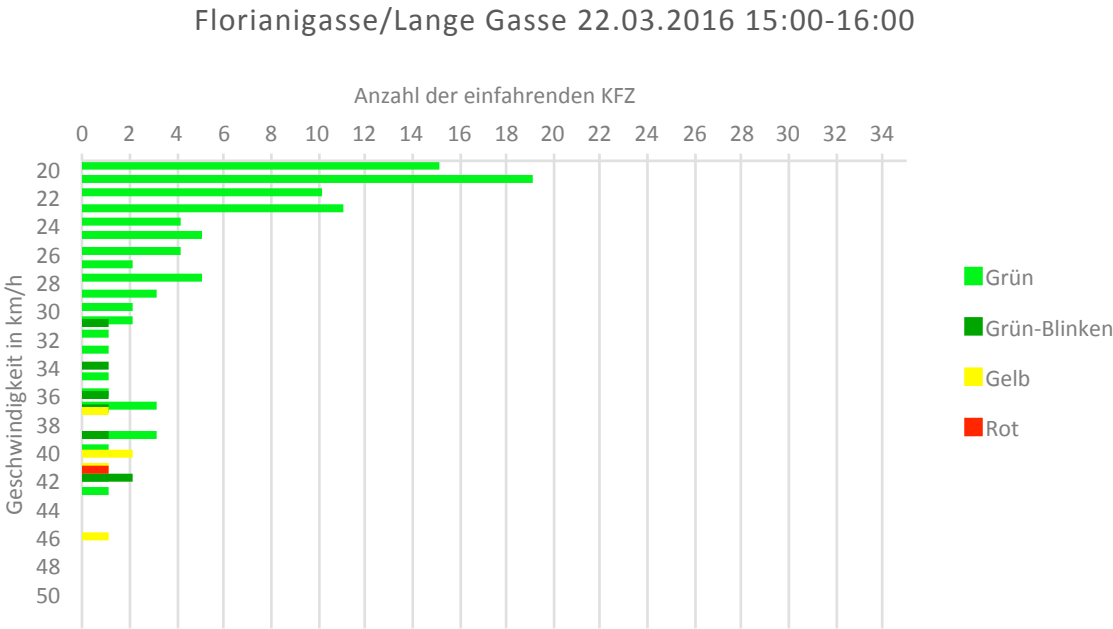
Florianigasse / Lange Gasse 09.03.2016 17:00-18:00 Uhr

km/h	Grün	Grün-Blinken	Gelb	Rot
<20	71			
20	33			
21	26			
22	17			
23	17			
24	7			
25	9			
26	6			
27	7			
28	5			
29	5			
30	3			
31	2			
32	5	1		
33	2		1	
34	3	1		
35	1	1		
36	4	1	2	
37	1			
38		1		
39	3			
40	1	1		
41			1	
42		1		
43		1		
44				
45			1	
46				
47				
48				
49				
50				
51				



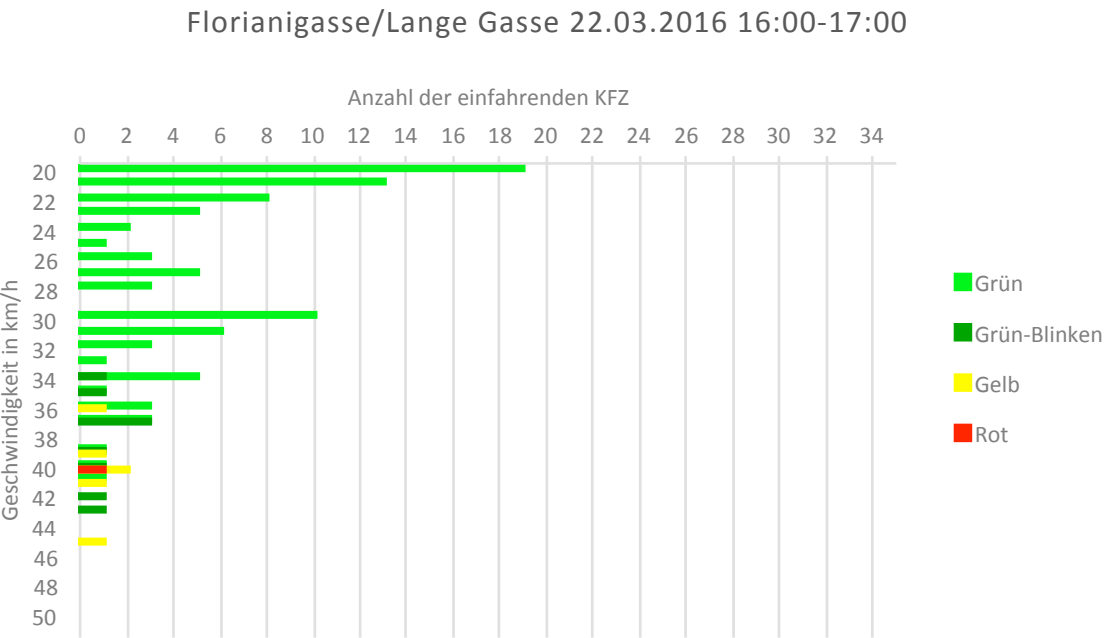
Florianigasse / Lange Gasse 22.03.2016 15:00-16:00 Uhr

km/h	Grün	Grün-Blinken	Gelb	Rot
<20	67			
20	15			
21	19			
22	10			
23	11			
24	4			
25	5			
26	4			
27	2			
28	5			
29	3			
30	2	1		
31	2			
32	1			
33	1	1		
34				
35	1	1		
36	1	1	1	
37	3			
38		1		
39	3		2	
40	1		1	1
41		2		
42	1			
43	1			
44				
45			1	
46				
47				
48				
49				
50				
51				



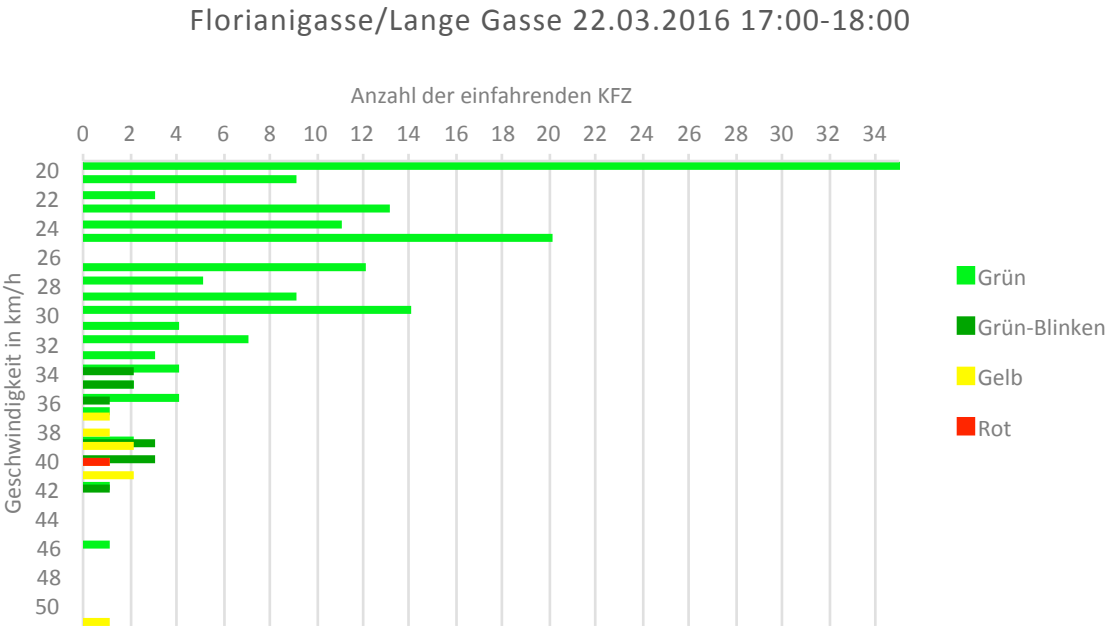
Florianigasse / Lange Gasse 22.03.2016 16:00-17:00 Uhr

km/h	Grün	Grün-Blinken	Gelb	Rot
<20	72			
20	19			
21	13			
22	8			
23	5			
24	2			
25	1			
26	3			
27	5			
28	3			
29				
30	10			
31	6			
32	3			
33	1			
34	5	1		
35	1	1		
36	3		1	
37	3	3		
38				
39	1	1	1	
40	1	1	2	1
41	1		1	
42		1		
43		1		
44				
45			1	
46				
47				
48				
49				
50				
51				



Florianigasse / Lange Gasse 22.03.2016 17:00-18:00 Uhr

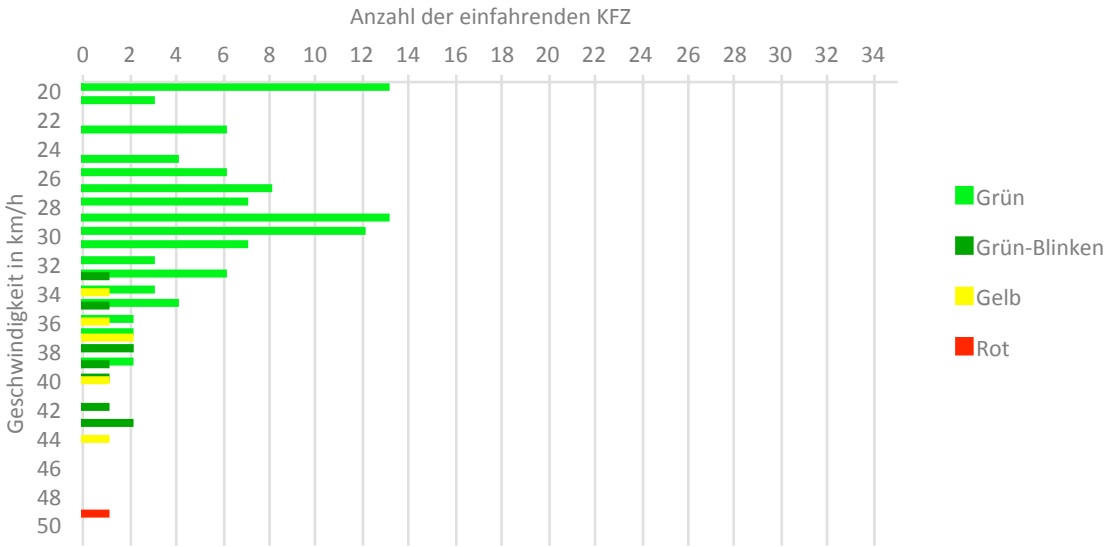
km/h	Grün	Grün-Blinken	Gelb	Rot
<20	105			
20	42			
21	9			
22	3			
23	13			
24	11			
25	20			
26				
27	12			
28	5			
29	9			
30	14			
31	4			
32	7			
33	3			
34	4	2		
35	2	2		
36	4	1		
37	1			1
38				1
39	2	3		2
40		3		1
41				2
42	1	1		
43				
44				
45				
46	1			
47				
48				
49				
50				
51				1



Florianigasse / Lange Gasse
 23.03.2016
 15:00-16:00 Uhr

km/h	Grün	Grün-Blinken	Gelb	Rot
<20	48			
20	13			
21	3			
22				
23	6			
24				
25	4			
26	6			
27	8			
28	7			
29	13			
30	12			
31	7			
32	3			
33	6	1		
34	3			1
35	4	1		
36	2			1
37	2			2
38	2	2		
39	2	1		
40		1		1
41				
42		1		
43		2		
44				1
45				
46				
47				
48				
49				1
50				
51				

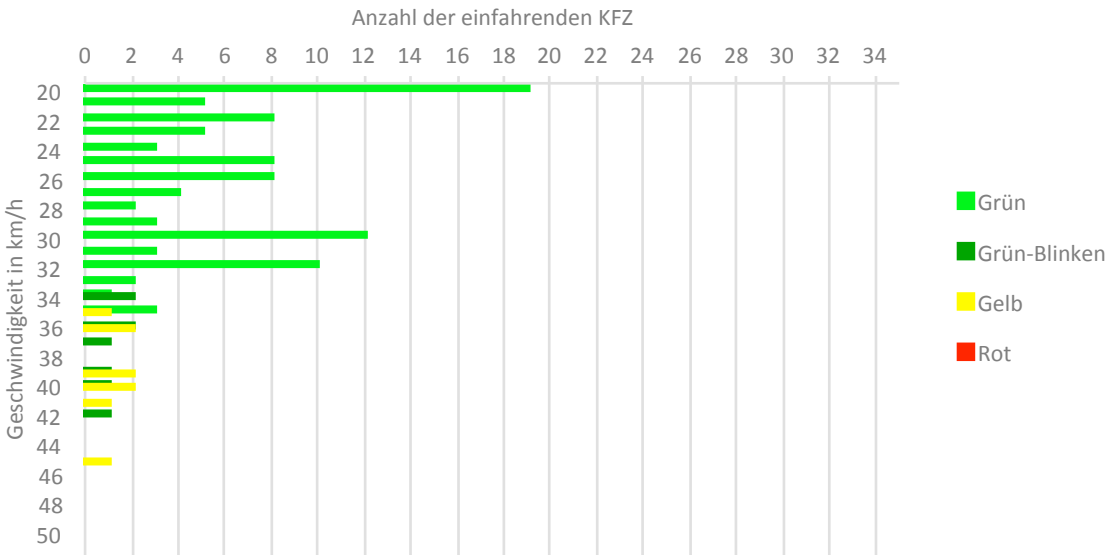
Florianigasse/Lange Gasse
 23.03.2016
 15:00-16:00



Florianigasse / Lange Gasse 23.03.2016 16:00-17:00 Uhr

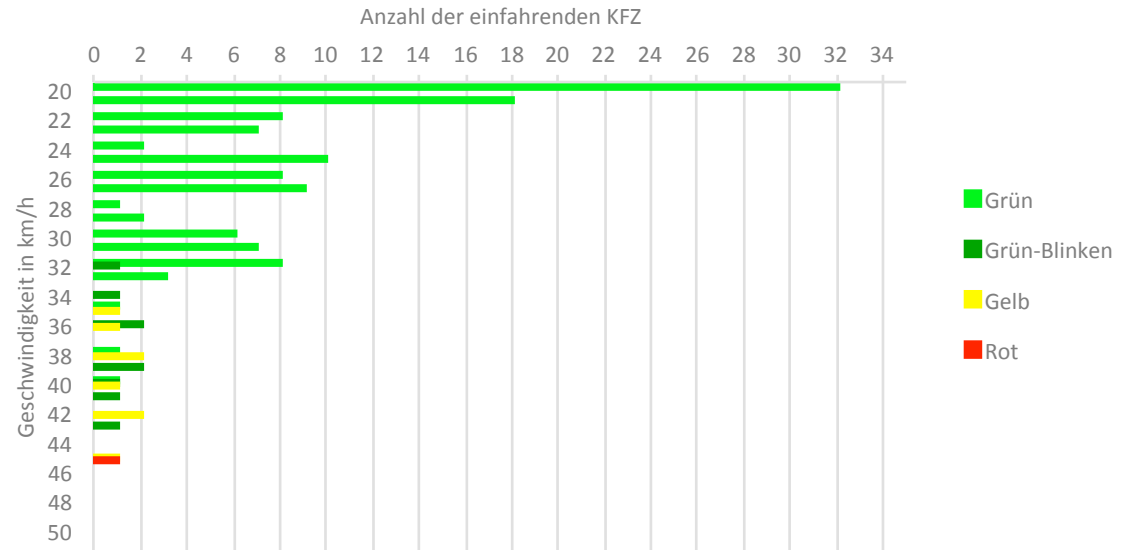
km/h	Grün	Grün-Blinken	Gelb	Rot
<20	44			
20	19			
21	5			
22	8			
23	5			
24	3			
25	8			
26	8			
27	4			
28	2			
29	3			
30	12			
31	3			
32	10			
33	2			
34	1	2		
35	3			1
36		2	2	
37		1		
38				
39		1	2	
40		1	2	
41			1	
42		1		
43				
44				
45			1	
46				
47				
48				
49				
50				
51				

Florianigasse/Lange Gasse 23.03.2016 16:00-17:00



Florianigasse / Lange Gasse 23.03.2016 17:00-18:00 Uhr

km/h	Grün	Grün-Blinken	Gelb	Rot
<20	64			
20	32			
21	18			
22	8			
23	7			
24	2			
25	10			
26	8			
27	9			
28	1			
29	2			
30	6			
31	7			
32	8	1		
33	3			
34		1		
35	1			
36		2		
37				
38	1			
39		2		
40	1	1		
41		1		
42				
43		1		
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				

Florianigasse/Lange Gasse 23.03.2016 17:00-18:00


Florianigasse / Lange Gasse Gesamt

km/h	Grün	Grün-Blinken	Gelb	Rot
<20	471	0	0	0
20	173	0	0	0
21	93	0	0	0
22	54	0	0	0
23	64	0	0	0
24	29	0	0	0
25	57	0	0	0
26	35	0	0	0
27	47	0	0	0
28	28	0	0	0
29	35	0	0	0
30	59	1	0	0
31	31	0	0	0
32	37	2	0	0
33	18	2	1	0
34	16	7	1	0
35	13	6	2	0
36	14	7	8	0
37	10	4	3	0
38	3	4	3	0
39	11	8	7	0
40	4	8	8	3
41	1	3	5	0
42	2	5	2	0
43	1	5	0	0
44	0	0	1	0
45	0	0	5	1
46	1	0	0	0
47	0	0	0	0
48	0	0	0	0
49	0	0	0	1
50	0	0	0	0
51	0	0	1	0

	Grün	Grün-Blinken	Gelb	Rot
Gesamtanzahl:	836	62	47	5
Durchschnitts- geschwindigkeit	25,68	37,74	39,40	42,80
Standard- abweichung	36,05	2,79	2,46	0,57

Bem: Die Gesamtanzahl beinhaltet nicht die Einfahrten unter 20 km/h.
 Die Gesamtanzahl mit den Einfahrten unter 20 km/h beläuft sich auf 1307 Verkehrsteilnehmer.
 Daraus resultiert eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 23,64 km/h.

