

# REGELWIDRIGES FAHRVERHALTEN AN LICHTSIGNALANLAGEN: EMPIRISCHE ERGEBNISSE AUS ÖSTERREICH, SCHWEIZ UND DEUTSCHLAND

(H. Köll, M. Bader, K.W. Axhausen)

## 1 Ausgangslage

Lichtsignalanlagen für Kraftfahrzeuge haben in Österreich die Signalfolge GRÜN - GRÜNBLINKEN - GELB - ROT - GELB/ROT - GRÜN. Mit viermaligem GRÜNBLINKEN vor der Schaltung des Übergangssignals GELB weisen die Lichtsignalanlagen in Österreich eine Besonderheit auf, die innerhalb Europas kaum anzutreffen ist. Bei einer Umfrage konnten wir lediglich in Slowenien - beschränkt auf den Großraum Ljubljana - dieselbe Signalfolge ausfindig machen. Außerhalb Europas begegnet man vereinzelt Grünblinken, etwa in Israel, Jordanien oder Kuba.

Sehr weit verbreitet ist in Europa die Signalfolge GRÜN - GELB - ROT - GELB/ROT - GRÜN. Von Einheitlichkeit kann dennoch keine Rede sein, etwa fehlt das Übergangssignal GELB/ROT vor GRÜN in Frankreich, Belgien oder Italien. In Spanien wird teilweise ähnlich dem Grünblinken GRÜN/GELB vor GELB geschaltet. Ebenso uneinheitlich ist die Regelung der Übergangszeit GELB, der Mindestfreigabezeit und der Mindestsperrzeit.

Die österreichische Signalfolge für Fußgänger GRÜN - GRÜNBLINKEN - ROT - GRÜN findet sich interessanterweise häufiger, etwa in den Niederlanden, Polen und Spanien. Auch in Finnland wird derzeit GRÜNBLINKEN für Fußgängerlichtsignale überlegt.

Eingeführt wurde GRÜNBLINKEN mit der 3. StVO-Novelle vom 22.05.1969 in welcher §38 StVO neu gefaßt und Abs. 6 eingefügt wurde: „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“. Dieses Bundesgesetz ist am 01.10.1969 in Kraft getreten.

Eine nähere Bestimmung über Art und Anzahl der Grünblink-Vorgänge war in dieser Bestimmung noch nicht vorgesehen. Üblicherweise blinkte das grüne Licht je nach Anlage zwischen vier- und sechsmal, bevor die Ampel auf Gelb umschaltete.

Mit der 10. StVO-Novelle wurden im Jahre 1983 die genannten Bestimmungen präzisiert. Diese Fassung hat heute noch Gültigkeit und lautet: „Das grüne Licht ist jeweils mit viermal grünblinkendem Licht zu beenden, wobei die Leucht- und die Dunkelphase abwechselnd je eine halbe Sekunde zu betragen haben. Grünes blinkendes Licht bedeutet das unmittelbar bevorstehende Ende des Zeichens für FREIE FAHRT“. Die Umstellung aller Lichtsignalanlagen mußte bis spätestens 31.12.1988 erfolgen.

Der genaue Grund für die Einführung des Grünblinkens ist heute nicht mehr eruiert, da weder die Erläuterungen zum §38 Abs. 6 StVO noch die Beilagen zur damaligen Regierungsvorlage nähere Begründungen enthalten. Nach Aussagen von Insidern wurde vermutlich nach einer starken Zunahme

von rechtwinkligen Kollisionen an Kreuzungen die Vorankündigung der zu erwartenden Kreuzungssperre für notwendig erachtet.

Nach nunmehr 12 Jahren GRÜNBLINKEN in ganz Österreich gewinnt man den Eindruck, daß diese Signalfolge von den AutofahrerInnen überwiegend geschätzt wird und man im allgemeinen davon ausgeht, daß das GRÜNBLINKEN sehr zur Verkehrssicherheit beiträgt. Andererseits wird das GRÜNBLINKEN von den Steuerungsexperten insbesondere bei der verkehrsabhängigen Steuerung überwiegend als starke Einschränkung empfunden. In Zeiten eines zusammenwachsenden Europas wird sich früher oder später wohl auch die Frage nach Vereinheitlichung stellen.

Aus diesem Grund wurde vom Österreichischen Verkehrssicherheitsfonds sowie mehreren Städten und Bundesländern in Österreich eine Forschungsarbeit zur Ermittlung der Auswirkungen des Grünblinkens auf die Verkehrssicherheit und Leistungsfähigkeit verkehrsabhängig gesteuerter Lichtsignalanlagen gefördert. Im vorliegenden Beitrag wird über einen Teilschritt des Projektes berichtet und zwar die Erhebung und Ermittlung von Datengrundlagen an Kreuzungszufahrten mittels digitaler Bildauswertung. Darüberhinaus können bereits erste Antworten auf Fragen der Verkehrssicherheit durch die Analyse der Gelb- und Rotüberfahrten gegeben werden.

## **2 Digitale Bildauswertung**

### **2.1 Vorbereitung und Durchführung der Aufnahmen**

Zur Ermittlung der gewünschten Kenngrößen wie Gelblicht-, Rotlichtüberfahrten oder Stop/Cross-Entscheidungen ist es notwendig, die Fahrzeugposition in Abhängigkeit des aktuellen Signalzustandes an der Lichtsignalanlage zu erfassen. Die technischen Möglichkeiten hierfür sind begrenzt und der Aufwand spielt bei einer großen Anzahl von zu erfassenden Ereignissen im In- und Ausland eine gewichtige Rolle. Um einen möglichst hohen Automatisierungsgrad zu erreichen, wurde die digitale Bildauswertung gewählt.

Verwendet wurde ein handelsübliches AutoScope 2004 STD Weitbereichs-Erfassungssystem der Firma IMAGE SENSING SYSTEMS INC. Die Software bietet Funktionen zur Korrektur von Schatten und Lichtreflexionen und kann bis zu 99 Detektoren verarbeiten. Es können count-, speed-, presence- und andere Detektoren mit der Maus auf den Bildhintergrund am Monitor eingezeichnet werden. Die Detektoren werden mit Funktionen belegt und bei Bedarf miteinander verknüpft. Die im Video aufgezeichneten Fahrzeuge bewirken Veränderungen der Grauwerte, diese führen zu Detektorauslösungen und werden registriert. Wichtig für die vorliegende Fragestellung ist auch die Möglichkeit zur Einzeldaten- und Intervalldatenerfassung [ 1 ].

Für die gleichzeitige Erfassung von Fahrzeugen und Signalzustand wurden sowohl die Kreuzungszufahrt als auch die Signalgeber synchron mit 2 Videokameras aufgenommen. In der Stadt St. Gallen wurde an einigen Kreuzungen eigens für diese Untersuchung ein einfeldriger Signalgeber mit weißem Leuchtfeld angebracht (Abbildung 1) und dieser wie auch die Zufahrt mit Verkehrsüberwachungs-

kameras gefilmt. Auf diese Art konnten sämtliche Videoaufnahmen durchgeführt und im Anschluß eine Auswertung im Labor vorgenommen werden.



Abb. 1: Einfeldriger Signalgeber mit weißem Leuchtfeld in St. Gallen / Rosenbergstraße

Die Auswahl von Video-Standorten war durch mehrere Randbedingungen stark eingeschränkt: Einerseits sollte ein steiler Aufnahmewinkel verhindern, daß Pkw im Schatten von hohen Fahrzeugen unerkant bleiben, andererseits sollte zumindest bei Lichtsignalanlagen mit Grünblinken der Bildausschnitt 6 Fahrsekunden vor dem Haltebalken beginnen, um Änderungen im Fahrverhalten beobachten zu können. Bei einer Zufahrtsgeschwindigkeit von 50 km/h sind das immerhin fast 85m vor dem Haltebalken. In den meisten Fällen wurde deshalb der zu untersuchende Verkehrsstrom von Dächern oder Balkonen angrenzender Hochhäuser gegen die Fahrtrichtung gefilmt.

Insgesamt wurden an 10 unterschiedlichen Standorten 23 Zufahrtsspuren aufgenommen, 4 Standorte liegen in Österreich, 5 in der Stadt St. Gallen / Schweiz und einer in München / Deutschland.

## 2.2 Auswertung

Im Labor konnte nach der koordinatenmäßigen Festlegung des Videobildes mit dem Einrichten der virtuellen Detektoren begonnen werden. Bei den Zufahrten wurden Zähl-, Geschwindigkeits- und Belegungsdetektoren im Abstand von 5m bis 10m vom Haltebalken ausgehend stromaufwärts installiert (Abbildung 2). Zähl-detektoren und Belegungsdetektoren mit definierter Richtung wurden mit einer „UND“-Funktion verknüpft, um Auslösungen durch Fahrzeuge auf der Gegenfahrbahn auszublenden. Aufgezeichnet wurden die Einzelereignisse um die Verkettung der Detektorauslösungen zu Fahrten zu ermöglichen. Der Signalzustand wurde mittels Belegungsdetektoren erfaßt.

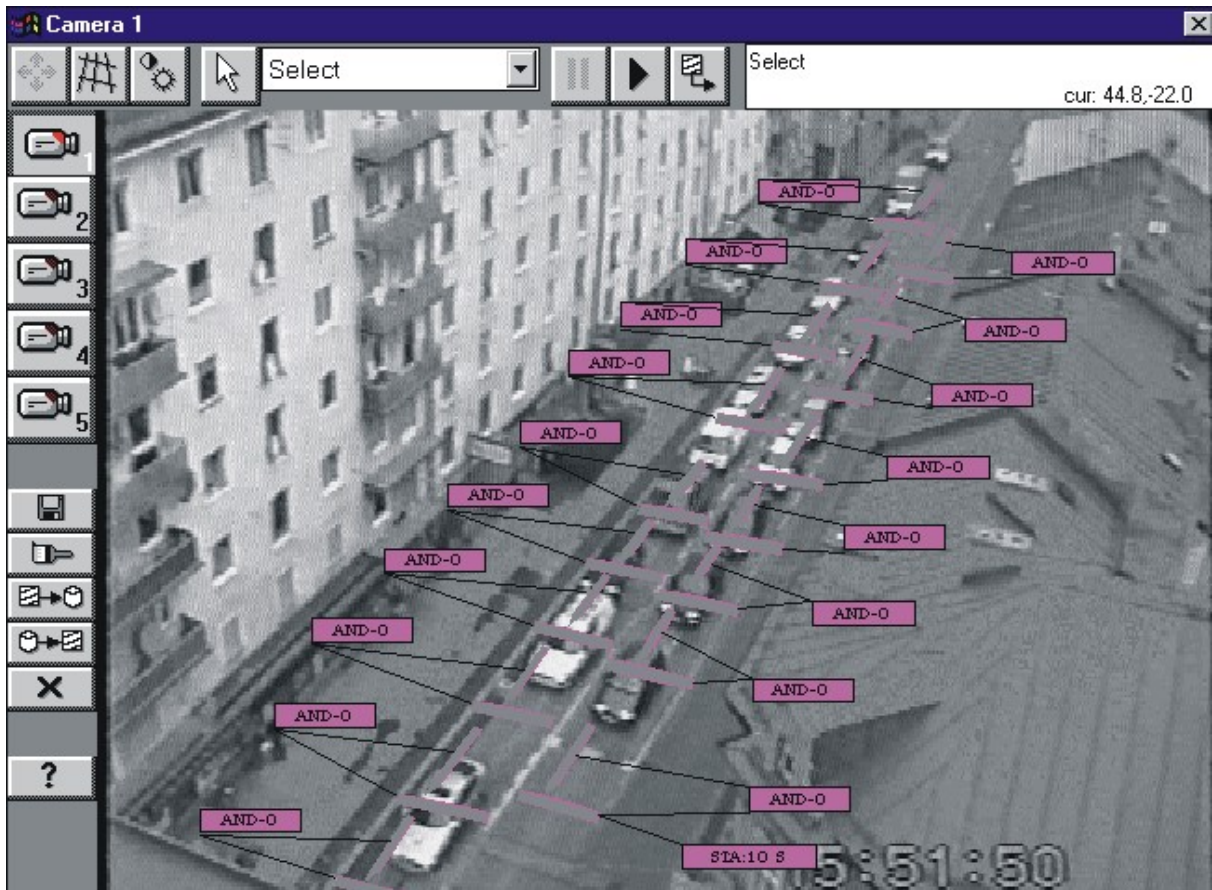


Abb. 2: Videobild und virtuelle Detektoren - Salzburg / Ignaz-Harrer-Straße

Der Weg vom Einrichten des Videobildes bis hin zu brauchbaren Datensätzen war mit einer Reihe von Schwierigkeiten verbunden, von denen einige an dieser Stelle genannt seien:

Der unterste Bildabschnitt war aufgrund eines Problems im Zusammenhang mit dem europäischen PAL-Videosystem durch einen schwarzen Balken abgedeckt. Dadurch wurde der verfügbare Bildausschnitt reduziert und nicht alle Bildinformationen konnten in die Auswertung miteinbezogen werden.

Bereits beim Einrichten und Prüfen der Detektoren konnte ein Fehler, möglicherweise bei der Transformation der Koordinaten vom „camera“-Fenster (zum Einrichten der Detektoren) ins „display“-Fenster (zur Funktionsprüfung der Detektoren) festgestellt werden. Bei erneutem Aufruf des „camera“-Fensters war die Position der Detektoren um bis zu 0,5m verändert, was beispielsweise Detektorüberfahrten von benachbarten Fahrstreifen verursachte.

Bei den Auswertungen mußten wir mit jeder Menge Fehlauflösungen kämpfen, die trotz aller zur Verfügung stehenden Hilfsfunktionen nicht in den Griff zu bekommen waren. Es war deshalb notwendig, mittels eigener Hilfsprogramme die relevanten Datensätze herauszufiltern.

Leider erhielten wir vom Hersteller nicht die gewünschte Hilfestellung bei der Lokalisierung der Fehlerursachen oder zielführende Lösungsvorschläge für die beschriebenen Probleme. Das hängt sicherlich damit zusammen, daß die von uns gestellten Anforderungen an das System und

insbesondere die hohen Ansprüche an die Genauigkeit den Rahmen üblicher Anwendungen bei weitem sprengen.

Von Beginn an war klar, daß das Nachverfolgen von Fahrzeugen bei diesem System nicht unterstützt wird. Aus diesem Grund mußten mittels „computerunterstützter Handarbeit“ die Detektorüberfahrten verkettet werden. Die Dateien wurden im Anschluß in mehreren Rechenläufen plausibilisiert und für die Weiterverarbeitung mit Datenbankprogrammen und Paketen für statistische Datenauswertung vorbereitet.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Videobeobachtungen

Insgesamt wurden 4.997 Umläufe auf Video aufgezeichnet, in Österreich 1.861, in der Stadt St. Gallen / Schweiz 2.133, in München / Deutschland 1.003. Die Verteilung der Umläufe auf einzelne Spuren ist für jede Zufahrt in Tabelle 1 und getrennt nach Länder in Tabelle 2 dargestellt. Ein Großteil der Beobachtungen wurde auf Geradeaus- oder Geradeaus-Rechts-Spuren (GR) gemacht. Nur in einem Fall in St. Gallen wurde eine Zufahrt ohne Abbiegespuren aufgenommen (GRL).

Anzahl Umläufe gesamt	Spur			Summe
	GR	L	GRL	
Aufnahme	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl
Linz/Salzbürger Straße	424	424	0	848
Innsbruck/Schützenstraße	469	0	0	469
Innsbruck/Amraser Seestraße	426	0	0	426
Salzburg/l.-Harrer-Straße	58	60	0	118
St. Gallen/Rosenberg-Straße	0	0	331	331
St. Gallen/Lang-Gasse	237	95	0	332
St. Gallen/Rorschacher-Straße	325	325	0	650
St. Gallen/St. Leonhard-Straße	162	152	0	314
St. Gallen/Breitfeld	262	244	0	506
München/Theresien Straße	1.003	0	0	1.003
<b>Summe</b>	<b>3.366</b>	<b>1.300</b>	<b>331</b>	<b>4.997</b>

Tab. 1: Gesamtanzahl der beobachteten Umläufe nach Aufnahmestandort und Spur

Aufnahme	Anzahl Umläufe	Spur			Summe
		GR	L	GRL	
		Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl
Meßstellen Österreich	ausgewertet	1.014	199	0	1.213
	gesamt	1.377	484	0	1.861
Meßstellen St. Gallen / CH	ausgewertet	389	276	167	832
	gesamt	986	816	331	2.133
Meßstelle München / D	ausgewertet	616	0	0	616
	gesamt	1.003	0	0	1.003
Summe	ausgewertet	2.019	475	167	2.661
	gesamt	3.366	1.300	331	4.997

Tab. 2: Gesamtanzahl der beobachteten Umläufe aggregiert nach Ländern

Nur bei einem Teil der Umläufe konnten die für uns relevanten Situationen beobachtet werden. Wenn beispielsweise keine Fahrzeuge bei Gelbbeginn im Bildausschnitt aufscheinen, ist der Umlauf zwar beobachtet, aber für die Auswertung nutzlos. Tabelle 2 zeigt auch die Anzahl ausgewerteter Umläufe. Auffallend ist hier insbesondere der geringe Anteil ausgewerteter Umläufe in St. Gallen mit rund 40% gegenüber 60% oder mehr in Österreich und München. Wegen der guten Koordination der Lichtsignalanlagen und der Zeitlückensteuerung wurden in St. Gallen relativ selten Fahrzeuge im Entscheidungsbereich angetroffen.

Tabelle 3 zeigt eine Gegenüberstellung von Kenngrößen des Verkehrsablaufes. Bei den Meßstellen in St. Gallen wurden deutlich niedrigere Geschwindigkeiten in den Zufahrten gemessen. Die Standardabweichungen sind vergleichbar. Bei den Zeitlücken, die ein Maß für den Verkehrsdruck darstellen (Grünsekunden pro Fahrzeug) zeigen sich größere Differenzen. Die geringen mittleren Zeitlücken in St. Gallen sind wohl auf den Grünabbruch bei Zeitlückensteuerung zurückzuführen, die Zählstelle in München war außerordentlich hoch belastet. In Österreich dürfte die Mischung aus hoch- und geringbelasteten Meßstellen zu den größten Zeitlücken führen.

Aufnahme	Geschwindigkeit		Zeitlücke	
	Mittelwert	Stdabw	Mittelwert	Stdabw
Meßstellen Österreich	39,41	11,41	4,62	4,95
Meßstellen St. Gallen / CH	29,80	10,45	2,95	1,91
Meßstelle München / D	41,99	10,45	3,40	2,82

Tab. 3: Gegenüberstellung von Kenngrößen des Verkehrsablaufes aggregiert nach Ländern

### 3.2 Rot- und Gelbüberfahrten

Als Hinweis für die Auswirkungen des Grünblinkens auf die Verkehrssicherheit interessieren insbesondere die Gelb- und Rotüberfahrten. Insgesamt wurden 1.621 Gelbüberfahrten und 133 Rotüberfahrten registriert (Tabelle 4). Bei den Absolutwerten fällt insbesondere der Erhebungsstandort in München mit 92 Rotüberfahrten auf. Bei den Gelbüberfahrten ist in Österreich sehr gut die abnehmende Anzahl mit zunehmender Gelbdauer zu beobachten. In St. Gallen hingegen werden generell in der zweiten Gelbsekunde die meisten Überfahrten getätigt während in der dritten Gelbsekunde ein starker Rückgang zu verzeichnen ist. In München bleiben die Gelbüberfahrten nahezu unverändert, die Tendenz ist gegen Ende der Übergangszeit sogar steigend.

Anzahl Überfahrten	Gelbsekunde				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
<b>Summe</b>	628	604	389	1.621	133

Tab. 4: Anzahl der beobachteten Gelb- und Rotüberfahrten aggregiert nach Ländern

Etwas aussagekräftiger ist die durchschnittliche Anzahl von Gelb- und Rotüberfahrten pro Umlauf (Tabelle 5). Die Tabelle zeigt die Anzahl pro ausgewertetem Umlauf und pro beobachtetem Umlauf. Hier zeigt sich ein klarer Trend zu häufigeren Überfahrten ohne Grünblinken bei den ausgewerteten Umläufen, d.h. sofern sich ein Fahrzeug im Entscheidungsbereich befindet, häufen sich die Gelb- und Rotüberfahrten bei Lichtsignalanlagen ohne Grünblinken. In Österreich liegen die Gelbüberfahrten zwischen 0,31 und 0,70 pro ausgewertetem Umlauf (im Mittel 0,46), in St. Gallen und in München zwischen 0,62 und 1,06 (Mittelwerte 0,83 bzw. 0,97). Bei den Rotüberfahrten liegt der Mittelwert in Österreich bei 1,90 Überfahrten pro 100 ausgewerteten Umläufen, in St. Gallen bei 3,18 und in München bei 14,94.

Kompensiert wird diese Tatsache offensichtlich durch Koordination und Zeitlückensteuerung. Betrachtet man die Mittelwerte aus den beobachteten Umläufen, so gleichen sich die Schweizer Zahlen den Österreichischen sowohl bei den Gelbüberfahrten als auch bei den Rotüberfahrten an.

Ein Vergleich mit amerikanischen Tests im Fahrsimulator, bei welchem der Übergang von Grün auf Gelb mit Gelbblinken und Grün angekündigt wurde, zeigt vergleichbare Ergebnisse: mit Gelbblinken wurden 1,57 Rotüberfahrten bei 100 Tests gezählt, die 7,49 Rotüberfahrten je 100 Tests ohne Gelbblinken liegen zwischen den Deutschen und Schweizer Werten nach Tabelle 6 [ 2 ]. Ähnliche

Ergebnisse werden in [ 3 ] gezeigt. Bei einer Vorher-Nachher-Untersuchung zur Überprüfung der Wirkung von Vorsignalen sank der Anteil der Umläufe mit Rotüberfahrten von 6% auf 2%.

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

Tab. 5: Anzahl der beobachteten Gelb- und Rotüberfahrten pro Umlauf aggregiert nach Ländern

### 3.3 Modellbildung

Von speziellem Interesse ist nun die Frage, ob die Differenzen zwischen Österreich und Schweiz/Deutschland tatsächlich auf das Grünblinken zurückzuführen sind und ob andere oder zusätzliche Variablen des Verkehrsstromes und der Knotengeometrie die Gelb- und Rotüberfahrten erklären.

Aus diesem Grund wurde mittels logistischer Regression ein Modell für die Entscheidungssituationen Gelb- Rotüberfahrten ja/nein geschätzt. Als erklärende Variablen wurde neben den Ländern Kenngrößen des Verkehrsablaufes wie mittlere Zeitlücke (als Maß für den Verkehrsdruck) und mittlere Zufahrtsgeschwindigkeit herangezogen, sowie Kriterien der Knotengeometrie wie Spur, Auslegermast und Parken am Straßenrand.

Die Parameterschätzwerte für die Modelle Gelbüberfahrten und Rotüberfahrten mit Basis Österreich sowie einige Daten zur Gesamtstatistik zeigt Tabelle 6.

Es zeigt sich deutlich, daß die Messungen in der Schweiz und Deutschland signifikant von den österreichischen abweichen. Das positive Vorzeichen und die geschätzten Parameter weisen auf eine deutlich höhere Anzahl von Gelbüberfahrten hin. Auch die Zufahrtsgeschwindigkeit hat einen signifikanten Einfluß auf die Entscheidung: mit größer werdender mittlerer Zeitlücke (also geringerem Verkehrsdruck) nimmt auch die Wahrscheinlichkeit einer Gelbüberfahrt ab, hingegen steigen die Gelbüberfahrten mit zunehmender Geschwindigkeit an.



Auch bei den Rotüberfahrten weichen St. Gallen und München signifikant von Österreich ab und weisen einen wesentlich höheren Anteil an Rotüberfahrten auf. Die Parameter unterscheiden sich allerdings relativ stark, was aufgrund der deskriptiven Datenanalyse in Pkt. 3.2 auch erwartet wurde.

Von den knotenspezifischen Variablen spielt die Fahrspur generell keine gesicherte Rolle, hingegen scheint ein Auslegermast (u.U. die bessere Sicht auf den Signalgeber) Gelb- und Rotüberfahrten zu reduzieren. Auch parkende Fahrzeuge am Straßenrand reduzieren zumindest die Gelbüberfahrten signifikant, wobei diese Ergebnisse aufgrund der geringen Fallzahlen mit Vorsicht zu betrachten sind.

Variable	Gelbüberfahrten		Rotüberfahrten	
	Parameter	Signifikanz	Parameter	Signifikanz
<b>Konstante</b>	-0,45	*	-4,63	**
<b>Meßstellen St. Gallen / CH</b>	1,31	**	0,86	*
<b>Meßstelle München / D</b>	1,35	**	1,88	**
<b>mittlere Zeitlücke</b>	-0,22	**	-0,02	
<b>mittlere Geschwindigkeit</b>	0,03	**	0,03	**
<b>Spur Links</b>	0,22		-0,09	
<b>Signalgeber am Auslegermast</b>	-0,96	**	-0,87	*
<b>Längsparken am Straßenrand</b>	-0,44	*	-0,04	
L(C)	-1641,66		-504,45	
L(beta = sz)	-1365,33		-435,81	
$\rho^2$	0,17		0,14	
N	2377		2377	

\* .....Signifikanz <0,05

\*\* .....Signifikanz <0,01

Tab. 8: Ergebnisse der Modellschätzungen für Gelbüberfahrten und Rotüberfahrten

#### 4 Fazit

Befindet sich ein Fahrzeug bei Gelbbeginn in einem Bereich mit Wahlmöglichkeit „Überfahrt“ oder „Anhalten“ (option zone), führt Grünblinken in Österreich zu einer deutlich geringeren Anzahl Gelbüberfahrten und Rotüberfahrten an Lichtsignalanlagen. Es zeigt sich allerdings, daß durch Koordination und Zeitlückensteuerung die Zahl der Fahrzeuge in der option zone soweit reduziert werden kann, daß im Mittel pro Umlauf eine in etwa gleich geringe Anzahl Gelbüberfahrten und Rotüberfahrten erreichbar ist.

Die Bereitschaft für die Mißachtung der Gelb- und Rotzeichen nimmt mit zunehmender Geschwindigkeit zu. Bei geringer werdendem Verkehrsdruck nehmen auch die Gelbüberfahrten ab. Für Linksabbiegespuren zeigen sich keine signifikanten Unterschiede. Die bessere Sicht auf die Signalgeber an einem Auslegermasten und parkende Fahrzeuge entlang der Zufahrtsspur scheinen hingegen zur Verringerung der Gelb- und Rotüberfahrten an Lichtsignalanlagen zu führen, wobei wegen der geringen Fallzahlen auch andere nicht berücksichtigte Einflußfaktoren des Erhebungsstandortes eine Rolle spielen könnten.

Eine Beurteilung der Verkehrssicherheit ist allein auf Grundlage der Gelb- und Rotüberfahrten nicht möglich. Die unter Pkt 5 genannten weiterführenden Untersuchungen sollen auch Einblick in die Zusammenhänge mit Unfällen und Unfalltypen geben.

## **5 Ausblick**

Mit der digitalen Bildauswertung werden auch die Stop- und Cross-Ereignisse mit und ohne GRÜNBLINKEN analysiert. Die Ergebnisse sollen in einer speziell adaptierten Version des Programmsystems VISSIM [ 4 ] Eingang finden, welches damit das Fahrverhalten auf Kreuzungszufahrten mittels Stop-Wahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit verschiedener Variablen mit und ohne GRÜNBLINKEN realistisch nachbilden kann.

Anhand standardisierter Kreuzungen und Steuerungen sowie mehreren konkreten Fallbeispielen in österreichischen Städten sollen die Auswirkungen des Grünblinkens auf die Leistungsfähigkeit verkehrsabhängig gesteuerter Knoten ermittelt werden.

Im Bereich Verkehrssicherheit ist die Analyse der Unfallzahlen an 50 Knoten in Österreich sowie 50 Knoten in der Schweiz und Deutschland geplant.

## **6 Danksagung**

Die Autoren möchten sich an dieser Stelle beim Österreichischen Verkehrssicherheitsfonds für die Unterstützung der Arbeit und die Erlaubnis zur Veröffentlichung bedanken. Weiters bedanken wir uns bei den Herrn Hunziker und Tschumper vom Tiefbauamt der Stadt St. Gallen, Schweiz sowie Herrn Kaufmann von der Verkehrsplanung der Stadt Innsbruck für Ihre Beratung und Unterstützung.

## **7 Quellenverzeichnis**

- [ 1 ] IMAGE SENSING SYSTEMS INC: „Autoscope Wide Area Video Vehicle Detection System - User Manual“, St. Paul, Minnesota, 1998

- [ 2 ] MUSSA R. N. et al: „Simulator Evaluation of Green and Flashing Amber Signal Phasing“, Transportation Research Record 1550, S 23-29, 1996
- [ 3 ] BEHRENDT J.: „Untersuchungen zur Gelblichtproblematik an Knotenpunkten mit Lichtsignalsteuerung“, Schriftenreihe Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 101, 1970
- [ 4 ] PTV SYSTEM AG: „VISSIM 3.0\* - Mikroskopische Verkehrsflußsimulation“ mit je einem Parametersatz mit / ohne Grünblinker, Karlsruhe, 1999