



Diplomarbeit

Lichtsignalanlagen für den Radverkehr

Verkehrstechnische Untersuchung der Anhaltebereitschaft von Radfahrern bei Lichtsignalanlagen in Wien

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung eines akademischen Grades
eines Diplom-Ingenieurs
unter der Leitung von

Ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Günter Emberger Univ.Doz.

und

Univ. Ass. DI. Tadej Brezina
E230, Institut für Verkehrswissenschaften

Eingereicht an der technischen Universität Wien,
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Bernd Hildebrandt
Matr. Nr.: 0325833

Wien, am 18.05.2015

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich habe zur Kenntnis genommen, dass ich zur Drucklegung meiner Arbeit unter der Bezeichnung

DIPLOMARBEIT

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

Ich erkläre weiters an Eides statt, dass ich meine Diplomarbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbstständig ausgeführt habe und alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zu Grunde gelegte Literatur genannt habe.

Wien, am 18.05.2015

Vorwort

Die Idee zur Bearbeitung dieser Thematik bekam ich durch viele negative Zeitungsberichte über die angebliche Rücksichtslosigkeit und gefährliche Rotlichtmissachtungen von Radfahrern und meine zum großen Teil konträren persönlichen Eindrücke bei meinen täglichen Fahrten mit dem Fahrrad in Wien. Die im gleichen Atemzug immer wieder geforderten stärkeren Kontrollen und Sanktionierungen von Radfahrern, die bis hin zu einer aus meiner Sicht absurden Kennzeichenpflicht für Radfahrer gehen, stellen eine rein populistisch geführte, unsachliche und emotional aufgeladene Debatte dar, welche die Ursachen dieser Problematik völlig ignoriert. Zudem sind derartige Maßnahmenvorschläge eine reine Symptombekämpfung, die darüber hinaus der begrüßenswerten Förderung des Radverkehrs diametral gegenüber stehen. Ich wollte mit dieser Arbeit die Grundlagen für eine sachliche und von Emotionen befreite Diskussion zu der Thematik von Rotlichtmissachtungen von Radfahrern und deren Ursachen schaffen.

An erster Stelle möchte ich mich bei meinen Betreuern Günter Emberger und Tadej Brezina für die kompetente und engagierte Betreuung bedanken. Mein großer Dank gilt vor allem auch meiner Freundin Agnes Zottl, die mich in vielen Belangen insbesondere durch intensive Gespräche jederzeit unterstützt hat. Weiters möchte ich mich bei meinen Eltern Ingrid und Martin für die mentale Unterstützung bedanken. Danken möchte ich auch meinen Freunden Johannes Heissenberger, Michael Böhm und Vinzenz Zottl für ihre Hilfe. Ein besonderer Dank gilt auch meinen Kollegen Moritz Polacek, Andreas Gruber, Caroline Wollendorfer und Klaus Robatsch und dem Kuratorium für Verkehrssicherheit für die Bereitstellung der Verkehrsunfalldatenbank.

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Thematik des Rotfahrens von Radfahrern und zielt darauf ab, einen Beitrag zur Erhöhung der Fahrradfreundlichkeit und der Akzeptanz von Lichtsignalanlagen zu leisten.

Um einen Überblick über den Status Quo zu erhalten, erfolgt im ersten Schritt eine Analyse der technischen Richtlinien, der rechtlichen Rahmenbedingungen und relevanter Forschungsarbeiten zu Rotlichtübertretungen von Radfahrern. Dabei werden etwaige Einflussfaktoren auf die Anhaltebereitschaft von Radfahrern im Bereich von Lichtsignalanlagen identifiziert. Zudem werden Auswirkungen von Rotlichtmissachtungen auf die Verkehrssicherheit untersucht. Zu diesem Zweck wird das Radverkehrsunfallgeschehen von Radfahrern mit Hilfe der Verkehrsunfalldatenbank des Kuratorium für Verkehrssicherheit ausgewertet und der Zusammenhang mit Rotlichtmissachtungen untersucht. Dabei wird zudem aufgezeigt, welche Kreuzungen in Wien eine Unfallhäufung mit Radverkehrsunfällen nach Rotlichtverstößen aufweisen.

Die Akzeptanz von Lichtsignalanlagen in Wien wird folglich anhand systematischer quantitativer Erhebungen der Anhaltebereitschaft an ausgewählten Standorten überprüft. Der Fokus wird dabei auf innerstädtische Kreuzungsbereiche gelegt. Die Standorte werden hierbei in fünf vordefinierte Settings eingeteilt, um die Erhebungsergebnisse differenziert nach verschiedenen Arten der Signalisierung auszuwerten. Zusätzlich werden die mittleren Wartezeiten sowie die Ampeldichte entlang wichtiger Routen für den Radverkehr in Wien aufgezeigt. Die in der Literaturanalyse ermittelten Faktoren werden des Weiteren für jeden Standort anhand einer verkehrstechnischen Analyse erhoben und anschließend deren Einfluss statistisch überprüft. Die bewusste Auswahl von Problemstellen, wo besonders häufige Rotlichtmissachtungen auftreten, zeigt auf, welche Fehler in der Ampelplanung und der Gestaltung der Verkehrsinfrastruktur gemacht werden, die es zu vermeiden gilt.

Die in der vorliegenden Arbeit erbrachten Maßnahmenvorschläge umfassen verkehrstechnische, verkehrsrechtliche und verkehrsorganisatorische Empfehlungen. Diese beinhalten unter anderem Änderungsvorschläge für bestehende technische Richtlinien für die Ampelplanung sowie einen Gestaltungsvorschlag zur Reduktion der Signalgeber im Bereich von Kreuzungen mit signalgeregelten Schutzwegen und Radwegen. Die Maßnahmen sollen letztlich einen Beitrag zur Radverkehrsförderung liefern, in dem der innerstädtische Radverkehr beschleunigt wird und seine Reichweite dadurch erhöht wird.

Abstract

The present thesis addresses the subject of red light infringement by cyclists. Its goal is to contribute to an increase in bicycle-friendliness and in the acceptance rate of traffic lights.

It includes an analysis of the compliance of cyclists with traffic lights in Vienna and various associated factors, focusing on inner-city junctions. Moreover, it studies the effects of red light running on road safety and covers proposals for measures concerning traffic infrastructure design and traffic light usage.

Firstly, an analysis of the technical guidelines, the judicial framework and relevant research papers concerning red light infringement by cyclists is made in order to give an overview of the status quo. Hereby, various associated factors possibly influencing the compliance of cyclists with traffic lights are identified. Secondly, accidents relating to red light running by cyclists are investigated using the database of the Austrian Road Safety Board (KFV). Particular attention is given to junctions with frequent accidents.

Subsequently, an evaluation of the acceptance rate of traffic light compliance in Vienna is conducted using systematic observations at selected locations. In order to evaluate the observational results according to different types of traffic lights the locations are divided in five predefined settings. Moreover, the average waiting time as well as the traffic light density along important routes for the bicycle traffic are shown. Furthermore, the associated factors identified in the literature review are first examined for each location before being statistically evaluated for their influence. The intentional selection of problematic junctions with high non-compliance rates of traffic lights shows, which avoidable mistakes are made when planning traffic lights and designing the traffic infrastructure.

The measures made in the present thesis concern traffic engineering, traffic law and traffic organisation. Amongst others, they include proposals to adapt existing technical guidelines for traffic light planning as well as design suggestions for the reduction of traffic lights at junctions with traffic light regulated pedestrian ways and bikeways. Lastly, the measures are designed to contribute to the promotion of cycling by accelerating the inner city bicycle traffic and thus increasing its range.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	8
1.1. Ausgangssituation	8
1.2. Forschungsfragen und inhaltliche Abgrenzung	9
1.3. Methodik und Aufbau der Arbeit	10
1.3.1. Literaturanalyse	12
1.3.2. Verkehrsunfallanalyse	12
1.3.3. Erhebung der Anhaltebereitschaft	13
1.4. Begriffsbestimmungen und Abkürzungen	14
2. Rechtliche und verkehrstechnische Grundlagen	17
2.1. Rechtliche Grundlagen	17
2.2. Technische Grundlagen der Gestaltung von VLSA in Österreich	19
3. Rotlichtverstöße von Radfahrern: Literaturanalyse	24
3.1. Allgemeines zu Rotlichtverstößen	24
3.2. Häufigkeit von Rotlichtverstößen	24
3.3. Personenbezogene Einflussfaktoren	26
3.4. Verkehrstechnische Aspekte	28
3.5. Auswirkungen von Rotlichtverstößen auf die Verkehrssicherheit	32
4. Verkehrsunfallanalyse	35
4.1. Allgemeines zur Unfalldatenbank	35
4.2. Radverkehrsunfallgeschehen in Österreich und Wien	37
4.3. Radverkehrsunfälle nach Kreuzungsart	38
4.4. Radverkehrsunfälle auf signalgeregelten Kreuzungen	39
4.5. Radverkehrsunfälle mit Rotlichtverstoß	42
4.6. Räumliche Analysen von Radverkehrsunfällen mit Rotlichtverstoß in Wien	50
5. Feldforschung: Erhebung der Anhaltebereitschaft	54
5.1. Definition der Settings	54
5.2. Auswahl der Standorte	55
5.3. Ablauf der Erhebungen	62
5.4. Verkehrstechnische Analyse der Standorte	64
5.5. Messfahrten	67
5.6. Vorerhebungen	68
5.7. Analyse der Ergebnisse	70
5.7.1. Gesamtüberblick	70
5.7.2. Auswertungen nach Alter und Geschlecht	72
5.7.3. Auswertungen nach Setting	74
5.7.4. Auswertungen der einzelnen Standorte	76
5.8. Analyse der Einflussfaktoren auf Rotlichtverstöße	79
6. Schlussfolgerungen	83
7. Maßnahmenempfehlungen	88
7.1. Änderung der technischen Regelwerke	88
7.2. Verkehrsrechtliche Maßnahmen	91
7.3. Verkehrsorganisatorische Maßnahmen	93

8.	Literaturverzeichnis.....	94
9.	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	97

1. Einleitung

1.1. Ausgangssituation

Die Stadt Wien hat sich im Jahr 2010 im Regierungsübereinkommen das Ziel gesetzt bis zum Jahr 2015 den Radverkehrsanteil von rund 5% auf rund 10% zu verdoppeln. In einem Grundsatzbeschluss im Jahr 2013 hat sich die Stadt weiters dazu bereit erklärt, die notwendigen infrastrukturellen Maßnahmen zu ergreifen, um den Umstieg vom Auto auf das Fahrrad als Verkehrsmittel im Alltag zu fördern. Im Rahmen dieser Erklärung hat die Stadt neben anderen Maßnahmen beschlossen, den Radverkehr auch durch verbesserte Ampelphasen flüssiger zu machen und auf ausgewählten Strecken eine grüne Welle für Radfahrende umzusetzen (Vgl. Stadt Wien, 2013, S. 4). Außerdem wurde erklärt, dass die Anzahl der Druckknopfampeln verringert werden soll und geprüft wird, ob die Wartezeiten an Ampelanlagen für Radfahrer reduziert werden können. Aktuelle Zahlen belegen aber, dass man das ambitionierte Ziel des Radverkehrsanteils von 10% bisher noch nicht erreichen konnte.

Es ist jedoch naheliegend warum die Stadt Wien dieses Ziel weiterhin verfolgen möchte. Das Fahrrad ist ein umweltfreundliches, gesundes und wirtschaftliches Verkehrsmittel. Zudem ist es für städtische Bereiche mit hoher Bebauungsdichte ideal geeignet, da es insbesondere auf kurzen Distanzen eine schnelle Fortbewegung ermöglicht. Inwiefern ein sicheres, flüssiges und konfliktfreies Bewegen im Stadtverkehr möglich ist, hängt unter anderem stark von den Lichtsignalanlagen ab. Diese wurden in erster Linie zur Regelung des motorisierten Verkehrs und zum Schutz des nicht motorisierten Verkehrs eingeführt. Die positive Auswirkung auf die Verkehrssicherheit besteht jedoch nur dann, soweit sich die Verkehrsteilnehmer auch an die Regelungen halten. Die Zielsetzung im Grundsatzbeschluss zur Verbesserung der Ampelschaltungen für den Radverkehr deutet jedoch darauf hin, dass die bestehenden Signalanlagen die Bedürfnisse der Radfahrer noch nicht ausreichend berücksichtigen.

Um sich im Straßenverkehr fortzubewegen und an das gewünschte Ziel zu kommen sind Radfahrer im Gegensatz zu motorisierten Fahrzeugen auf ihre eigene Muskelkraft angewiesen. Dabei liegt es in der Natur des Radfahrens, dass ein jeder Anhaltvorgang, beispielsweise auf Grund roter Ampeln, neben dem Zeitverlust auch mit einem erhöhten Energieverlust verbunden ist. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass Radfahrer bei jedem Bremsvorgang ihre zuvor durch eigene Muskelkraft erzeugte kinetische Energie verlieren und sie diese danach beim Anfahren erneut erschaffen müssen. Dabei müssen sie Rollwiderstände, Luftwiderstände und etwaige Steigungswiderstände überwinden. Daher streben Radfahrer grundsätzlich ein energiesparendes Fahren mit konstanter Fahrgeschwindigkeit an. Eine jede Lichtsignalanlage, die Radfahrer zum Anhalten auffordert, steht diesem Grundsatz entgegen. Rund 1.280 Ampelanlagen regeln derzeit den Verkehr in Wien (Q: www.wien.gv.at/verkehr/ampeln/). Nach Informationen des Verkehrsclub Österreich weist Wien von allen österreichischen Städten damit die höchste Ampeldichte im Straßennetz mit rund 4,7 Ampelanlagen pro km auf (Vgl. VCÖ, 2014). Die Problematik des Energie- und Zeitverlustes nimmt für Radfahrer mit einer höheren Anzahl an Signalanlagen entlang ihrer Routen entsprechend zu, insbesondere bei langen Rotphasen und einer fehlenden Koordinierung der Signalanlagen, die auf die Fahrgeschwindigkeit des Radverkehrs abgestimmt ist. Eine höhere Anzahl an Anhalte- und Beschleunigungsvorgängen führt letztlich dazu, dass der Einsatzradius des Fahrrades als

Verkehrsmittel im Alltag reduziert wird, da das individuelle „Budget an Mobilitätsenergie“ aller Menschen im Wesentlichen konstant ist (Vgl. Knoflacher, 2007, S. 234).

Im öffentlichen Diskurs wird das Thema Lichtsignalanlagen im Zusammenhang mit dem Radverkehr häufig sehr einseitig und emotional geführt. Radfahrern wird dabei insbesondere das häufige Missachten der Verkehrsregelungen attestiert. In diesem Zusammenhang werden regelmäßig auch verschärfte Verkehrskontrollen gefordert, ohne jedoch mögliche Ursachen derartiger Verstöße zu hinterfragen. Objektive Analysen zu dem tatsächlichen Verhalten und möglichen Zusammenhängen mit der Gestaltung der Verkehrsinfrastruktur sind zudem nur wenige bekannt.

1.2. Forschungsfragen und inhaltliche Abgrenzung

Ziel dieser Arbeit ist die Klärung der Frage, welchen Einfluss die Gestaltung der Verkehrsinfrastruktur auf die Häufigkeit von Rotlichtverstößen durch Radfahrer hat. Es soll überprüft werden, ob bestehende signalgeregelter Knotenpunkte in Wien die Bedürfnisse des Radverkehrs ausreichend berücksichtigen. Zu diesem Zweck soll die Anhaltebereitschaft von Radfahrern an ausgewählten Kreuzungen überprüft werden. Anhand dieser Analyse soll folglich aufgezeigt werden, an welchen Knotenpunkten es zu gehäuftem Rotlichtübertretungen von Radfahrern kommt. Dabei soll geprüft werden, welche standortbezogene Faktoren dazu führen, dass Radfahrer gehäuft gegen die Wartepflicht bei Rot verstoßen.

Dieser Arbeit liegt die Hypothese zu Grunde, dass die Verkehrsinfrastruktur an Kreuzungen, wo Radfahrer gehäuft bei Rotlicht fahren, zum Teil mangelhaft oder für Radfahrer benachteiligend gestaltet ist, was ein energiesparendes Fahren oft entscheidend erschwert. Zu gehäuftem Rotlichtverstößen kommt es generell jedoch erst dann, wenn es das vorhandene Verkehrsgeschehen zulässt und sich die Radfahrer dabei subjektiv sicher fühlen. Darüber hinaus soll untersucht werden, ob derartige Verhaltensweisen von bestimmten Personengruppen häufiger ausgeübt werden. Diesbezüglich wird in erster Linie der Frage nachgegangen, ob das Alter und Geschlecht einen Einfluss auf die Einhaltung der Verkehrsregelung haben.

Zudem soll geklärt werden, wie sehr sich Rotlichtverstöße von Radfahrern auf das Unfallgeschehen auswirken. Anhand von vergleichenden Analysen mit anderen Unfallfaktoren soll dabei die Größenordnung derartiger Verhaltensweisen im Gesamtunfallgeschehen aufgezeigt werden. Weiters soll geprüft werden, wo es in Wien zu Verkehrsunfällen mit Rotlichtmissachtungen von Radfahrern gekommen ist und ob es etwaige Unfallhäufungsstellen gibt. Zudem ist zu analysieren, ob es personenbezogene Einflussfaktoren gibt, die im Zusammenhang mit den von Radfahrern verursachten Verkehrsunfällen stehen.

Aus den gewonnenen Erkenntnissen über die Zusammenhänge von Regelmisssachtungen und der Gestaltung von signalgeregelten Knotenpunkten sollen Maßnahmenvorschläge für eine nutzerorientierte und fahrradfreundlichere Gestaltung von signalgeregelten Knotenpunkten getroffen werden. In der Arbeit wird der Schwerpunkt auf innerstädtische signalgeregelter Knotenpunkte gelegt, Kreuzungen im Freiland werden außen vor gelassen.

1.3. Methodik und Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit behandelt die genannten Fragestellungen anhand des Einsatzes unterschiedlicher theoretischer und empirischer Methoden. Die aufgestellten Hypothesen werden anhand einer Literaturanalyse (Kapitel 2 und 3), einer quantitativen Analyse von Verkehrsunfalldaten (Kapitel 4) und einer empirischen Analyse (Kapitel 5) überprüft.

Die Grundlage für die Diplomarbeit bilden eine umfassende Literaturanalyse zum Thema „Rotlichtverstöße durch Radfahrer“, eine Darstellung der relevanten rechtlichen Bestimmungen und der technischen Richtlinien sowie eine Analyse von Forschungsarbeiten zu Auswirkungen von Rotlichtverstößen auf das Verkehrsunfallgeschehen.

Zudem soll anhand von quantitativen Auswertungen der Verkehrsunfallstatistik des Kuratoriums für Verkehrssicherheit untersucht werden, wie häufig Verkehrsunfälle durch Rotlichtverstöße von Radfahrern verursacht werden und wo diese Unfälle stattgefunden haben. Der Schwerpunkt der Analyse wird dabei auf das Wiener Stadtgebiet gelegt.

Auf Basis der Erkenntnisse aus der Literaturanalyse und der Studie von Verkehrsunfällen wurde ein Erhebungsdesign für den empirischen Teil dieser Arbeit entwickelt. Die Feldforschung beinhaltet die Zählung der Anhaltebereitschaft von Radfahrern an signalgeregelten Kreuzungen anhand von Beobachtungen und die Erfassung relevanter personenbezogener und standortbezogener Informationen zur Identifikation möglicher Einflussfaktoren. Die Erhebungen wurden an unterschiedlichen Kreuzungen in Wien durchgeführt, welche zuvor anhand definierter Kriterien selektiert wurden.

Abschließend werden die Erhebungsergebnisse den Erkenntnissen der theoretischen Analyse gegenübergestellt und daraus Maßnahmenempfehlungen für eine fahrradfreundliche Gestaltung von Verkehrslichtsignalanlagen abgeleitet. Die nachfolgende Abbildung stellt eine schematische Übersicht der eingesetzten Methoden und im Ablauf dieser Arbeit dar.

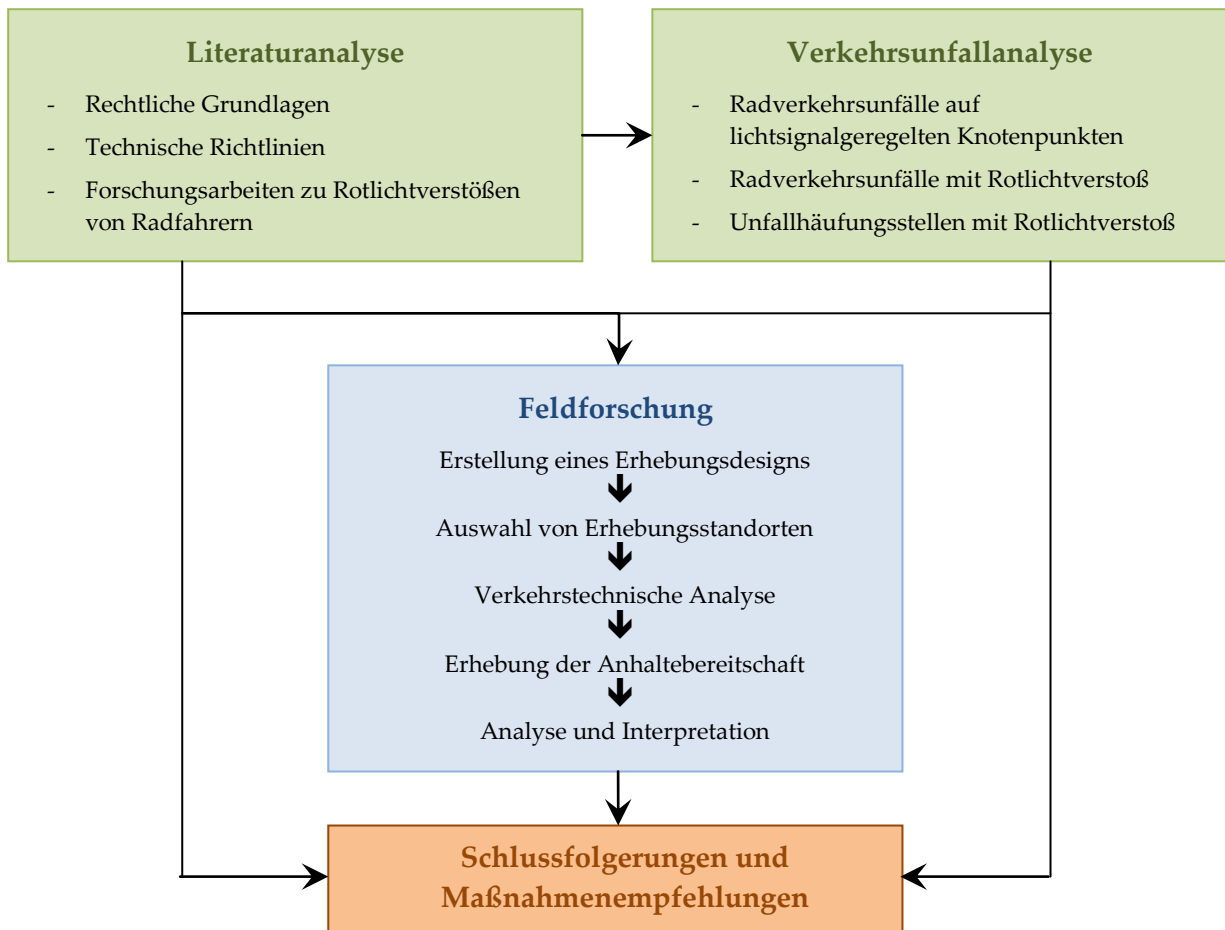


Abbildung 1: Forschungsdesign der Diplomarbeit

1.3.1. Literaturanalyse

Die Literaturanalyse umfasst zunächst einen kurzen Abriss über die geltenden Verhaltensvorschriften für Radfahrer im Bereich von Kreuzungen mit Verkehrslichtsignalanlagen (VLSA) sowie eine Auswahl relevanter Aspekte aus Regelwerken über die Einsatzkriterien und die Planung von Signalanlagen für Radfahrer (siehe Kapitel 2). Darauf folgt eine Zusammenstellung bestehender internationaler Forschungsarbeiten über Rotlichtverstöße von Radfahrern (siehe Kapitel 3), welche die unterschiedlichen Ausprägungen von Rotlichtverstößen darlegen. Zudem werden vergleichbare Studien über die Häufigkeit von Rotlichtverstößen durch Radfahrer vorgestellt sowie mögliche Einflussfaktoren auf das Verhalten von Radfahrern im Bereich von geregelten Kreuzungen identifiziert. Die Analyse unterscheidet dabei nach personenbezogenen Faktoren und verkehrstechnischen Aspekten. Abschließend werden Studien zu den Auswirkungen von Rotlichtverstößen auf die Verkehrssicherheit erläutert.

Ziel dieses Arbeitspaketes ist die Beantwortung folgender Fragestellungen:

- 1. Welche Bestimmungen und Regelungen gelten für die Anordnung und Planung von VLSA für Radfahrer in Österreich?*
- 2. Welche unterschiedlichen Ausprägungen von Rotlichtverstößen gibt es?*
- 3. Wie häufig kommt es zu Rotlichtverstößen durch Radfahrer?*
- 4. Welche Faktoren haben einen Einfluss auf die Regelakzeptanz von Radfahrern im Bereich von VLSA?*
- 5. Welche Auswirkungen haben Rotlichtverstöße von Radfahrern auf die Verkehrssicherheit?*

1.3.2. Verkehrsunfallanalyse

In der Literatur sind dem Autor bisher keine tiefergehenden Analysen zu Verkehrsunfällen mit Radfahrern nach Rotlichtverstößen aus Österreich bekannt. Ein wichtiges Ziel dieser Arbeit ist daher die Klärung der Frage, welchen Einfluss derartige Rotlichtmissachtungen durch Radfahrer auf das Verkehrsunfallgeschehen haben. Durch eine systematische Analyse von Unfällen mit Rotlichtverstößen werden dabei gleichartige Unfallfaktoren herausgearbeitet. Zu Vergleichszwecken werden diesbezüglich alle Radverkehrsunfälle auf signalgeregelten Kreuzungen analysiert. Es wird dabei untersucht, ob sich das Unfallgeschehen nach Rotlichtverstößen hinsichtlich der Unfallschwere, der Unfalltypen und der Alters- und Geschlechtsverteilung der Betroffenen von anderen Radverkehrsunfällen unterscheidet. Im letzten Schritt wird gezeigt, wo es im Untersuchungsgebiet Wien Unfallstellen gibt, bei denen in den vergangenen Jahren gehäuft derartige Radverkehrsunfälle aufgetreten sind. Die im Zuge dieser Analyse ermittelten Unfallhäufungsstellen werden in weiterer Folge im empirischen Teil dieser Arbeit zu Vergleichszwecken mit den gewählten Erhebungsstandorten ebenso einer Erhebung der Anhaltebereitschaft und einer Untersuchung der Verkehrsinfrastruktur unterzogen.

Ziel dieses Arbeitspaketes ist die Beantwortung folgender Fragestellungen:

- 1. Wie häufig kommt es im Untersuchungsgebiet Wien zu Radverkehrsunfällen mit Rotlichtverstößen durch beteiligte Radfahrer?*
- 2. Wie groß ist der Anteil von Radverkehrsunfällen mit Rotlichtverstoß auf signalgeregelten Kreuzungen in Wien?*
- 3. Wie unterscheiden sich Radverkehrsunfälle mit Rotlichtverstoß von anderen Radverkehrsunfällen?*
- 4. Wo ereigneten sich in den letzten 10 Jahren gehäuft Radverkehrsunfälle mit Rotlichtverstoß in Wien?*

1.3.3. Erhebung der Anhaltebereitschaft

Die Feldforschung umfasst die Erhebung und Analyse der Häufigkeit von Rotlichtüberfahrungen durch Radfahrer zusammen mit ausgewählten verkehrstechnischen Indikatoren. Die Häufigkeit von Rotlichtverstößen wird anhand von Zählungen ermittelt. Ebenfalls wird die Anzahl der anhaltebereiten Radfahrer und derer, welche die LSA bei grünem Signal erreichen erfasst, um den Rotfahreranteil für jeden Erhebungsstandort berechnen zu können.

Da es eine Vielzahl von unterschiedlichen Kreuzungssituationen und Ausführungen von Verkehrslichtsignalanlagen gibt, wird für den empirischen Teil dieser Arbeit eine Definition von Erhebungssettings getroffen, um zu vergleichbaren Ergebnissen zu kommen. Vorrangiges Ziel ist jedoch das Auffinden von besonders benachteiligenden Signalregelungen für Radfahrer, wo mit gehäuften Rotlichtüberfahrungen zu rechnen ist.

Für jeden Erhebungsstandort erfolgte zudem eine vereinfachte verkehrstechnische Analyse, welche die Erfassung und Darstellung der wesentlichen Parameter der VLSA (Dauer der Rot- und Grünphasen) sowie eine Beschreibung der Verkehrsinfrastruktur beinhaltet. Anhand der Gegenüberstellung ausgewählter verkehrstechnischer Parameter und der ermittelten Anhaltebereitschaft wird der Einfluss der Ausführung von Lichtsignalanlagen untersucht.

Bei der Zählung der Radfahrer wird zu Analyse Zwecken dabei zwischen folgenden unterschiedlichen Arten der Anhaltebereitschaft differenziert:

- Erreichen der Ampel bei Grün
- Stehen bleiben bei Rot und Abwarten bis zum Ende der Rotphase, Querung bei Grün
- Stehen bleiben bei Rot mit nachfolgender Rotlichtüberfahrung
- „Spätstarter“ (Begriffsdefinition siehe Kap. 1.4)
- „Frühstarter“ (Begriffsdefinition siehe Kap. 1.4)
- Rotlichtüberfahrung ohne Stehen zu bleiben

Als zusätzliche Information wird das Alter (geschätzt nach Altersgruppen) und das Geschlecht der Radfahrer erfasst, um auch personenbezogene Aussagen treffen zu können.

Ergänzend wird anhand von Messfahrten entlang ausgewählter Radrouten die durchschnittliche Wartezeit und die Ampeldichte des Wiener Radwegenetzes erfasst.

Ziel dieses Arbeitspaketes ist die Beantwortung folgender Fragestellungen:

- 1. Wo gibt es im Untersuchungsgebiet Wien Lichtsignalanlagen die besonders häufig von Radfahrern missachtet werden?*
- 2. Welche personenbezogenen Einflussfaktoren begünstigen die Missachtung von Lichtsignalanlagen?*
- 3. Welche verkehrstechnischen Einflussfaktoren begünstigen die Missachtung von Lichtsignalanlagen?*
- 4. Gibt es einen Zusammenhang der Häufigkeit von Rotlichtmissachtungen mit dem Unfallgeschehen?*
- 5. Wie hoch sind die durchschnittliche Wartezeit und die Ampeldichte im Wiener Radwegenetz?*

1.4. Begriffsbestimmungen und Abkürzungen

In diesem Kapitel werden die wesentlichen Begriffe, die im Zusammenhang mit der Thematik von Rotlichtverstößen stehen definiert. Zudem werden die in dieser Studie genannten Abkürzungen erläutert.

Rotfahrer	Personen, die beim Einfahren in eine Kreuzung gegen den §38 Abs. 1 StVO (gelbes nicht blinkendes Licht) oder gegen den §38 Abs. 5 StVO (rotes Licht) verstoßen (Rotlichtverstoß)
Frühstarter	Personen, welche die Fahrbahn vor Beginn der Grünphase bei rotem oder rotgelbem nicht blinkendem Licht befahren, während der Querverkehr bereits ein rotes oder gelbes nicht blinkendes Licht erhält (Vgl. Robatsch, 2002, S. 4 und Van der Meel, 2013, S. 8).
Spätstarter	Personen, welche die Fahrbahn nach Ende der Grünphase bei rotem oder nicht blinkenden gelben Licht befahren, während der Querverkehr noch rotes oder rotgelbes nicht blinkendes Licht erhält (Vgl. Robatsch, 2002, S. 4 und Van der Meel, 2013, S. 8).
DKA	Druckknopfampel
(J)DTV	(Jährliche) durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke: Verkehrsmenge in Einheiten (z.B.: FG, Kfz, RF), die den Querschnitt einer Verkehrsanlage pro Tag durchquert (Vgl. Meschik, 2008, S. 14).
Kfz	Kraftfahrzeug(e)
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NeG Verletzte	Nicht erkennbaren Grades Verletzte
NMV	Nicht motorisierter Verkehr (Fußgeher, Radfahrer)
Phase	„Teil eines Signalprogrammes, während dessen ein bestimmter Grundzustand der Signalisierung unverändert bleibt, wobei die

	Freigabezeiten nicht zu denselben Zeitpunkten beginnen und enden müssen.“ (RVS 05.04.32, 1998, S. 2)
PKW-E	Pkw-Einheiten, Anzahl der Fahrzeuge umgerechnet in Pkw
Räumzeit	Zeit, die für „das sichere Verlassen einer gemeinsamen Konfliktfläche des letzten räumenden Verkehrsteilnehmers vor Erreichen der Konfliktfläche durch einen einfahrenden Verkehrsteilnehmer“ erforderlich ist. (RVS 05.04.32, 1998, S. 4)
RVA	Radverkehrsanlage: „Für den Radverkehr bestimmter Weg oder Straßenabschnitt.“ „Neben Radfahranlagen umfasst dieser Begriff auch Straßen, Wege und Sonderfahrstreifen mit allgemeinem oder speziellem Fahrverbot, auf denen der Radverkehr zugelassen ist.“ (RVS 03.02.13, 2014, S. 4)
RVS	Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, herausgegeben von der österreichischen Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV).
Signalprogramm	Ein Signalprogramm „ist die Festlegung der Signalzeiten hinsichtlich Dauer und Zuordnung“ (RVS 05.04.32, 1998, S. 2)
StVO	Österreichische Straßenverkehrsordnung (1960 i.d.g.F.)
UHS	Unfallhäufungsstelle gem. RVS 02.02.21
UPS	Verkehrsunfall mit Personenschaden
V ₈₅	„Die 85% Geschwindigkeit (V ₈₅) ist jene Geschwindigkeit, die von 85% der Kfz nicht überschritten wird“ (RVS 03.02.13, 2014, S. 6)
V _{Zul}	Zulässige Höchstgeschwindigkeit
Verunglückte	Personen, die bei Verkehrsunfällen verletzt wurden oder tödlich verunglückt sind
(V)LSA	(Verkehrs-) Lichtsignalanlage, „Ampel“

Begriffe gemäß StVO

geregelte Kreuzung	„eine Kreuzung, auf welcher der Verkehr durch Lichtzeichen oder von Verkehrsposten durch Armzeichen geregelt wird; blinkendes gelbes Licht gilt nicht als Regelung;“ (gem. StVO § 2 Abs. 1 Z 18)
GRW	„Geh- und Radweg: Für den Fußgänger- und Fahrradverkehr bestimmter und als solcher gekennzeichnete Weg“ (gem. StVO § 2 Abs 1 Z 11a)
RFA	„Radfahranlage: ein Radfahrstreifen, ein Mehrzweckstreifen, ein Radweg, Geh- und Radweg oder eine Radfahrerüberfahrt;“ (gem. StVO § 2 Abs 1 Z 11b)
RFS	„Radfahrstreifen: Für den Radverkehr bestimmter und besonders gekennzeichnete Teil der Fahrbahn, wobei der Verlauf durch wiederholte Markierungen mit Fahrradsymbolen und das Ende durch

die Schriftzeichenmarkierung „Ende“ angezeigt wird;“ (gem. StVO § 2 Abs 1 Z 7)

RFÜ „Radfahrerüberfahrt: ein auf beiden Seiten durch gleichmäßig unterbrochene Quermarkierungen gekennzeichnete, für die Überquerung der Fahrbahn durch Radfahrer bestimmter Fahrbahnteil; ist unmittelbar neben der Radfahrerüberfahrt ein Schutzweg markiert, so kann auf dieser Seite der Radfahrerüberfahrt die Quermarkierung entfallen;“ (gem. StVO § 2 Abs 1 Z 12a)

RW „Radweg: Für den Verkehr mit Fahrrädern bestimmter und als solcher gekennzeichnete Weg;“ (gem. StVO § 2 Abs 1 Z 8)

2. Rechtliche und verkehrstechnische Grundlagen

2.1. Rechtliche Grundlagen

In diesem Kapitel werden die rechtlichen Regelungen in Bezug auf Lichtsignalanlagen im Allgemeinen und signalgeregelter RFÜ im Speziellen dargelegt.

Die Straßenverkehrsordnung (StVO 1960 i.d.g.F.) enthält Verhaltensvorschriften für Radfahrer bei lichtsignalgeregelten Kreuzungen, wobei diese nicht gesondert aufgeführt sind, sondern gleichsam für alle Fahrzeuglenker in signalgeregelten Kreuzungsbereichen gelten. Zudem enthält sie allgemeine Vorgaben für die Ausführung und Kennzeichnung von RFA, die auch im Bereich von lichtsignalgeregelten Knotenpunkten Anwendung finden (insb. RFÜ) und den darauf geltenden Verhaltensvorschriften. In der StVO wird in diesem Zusammenhang immer von Lichtzeichen und Lichtsignalanlagen gesprochen.

Einsatz von Lichtzeichen - § 36 StVO

Zunächst legt § 36 Abs. 1 StVO fest, dass die Behörde zur Wahrung der Sicherheit, Leichtigkeit und Flüssigkeit des Verkehrs auf Straßen mit öffentlichem Verkehr unter Bedachtnahme auf die Verkehrserfordernisse zu bestimmen hat, ob und an welcher Stelle der Verkehr durch Armzeichen oder durch Lichtzeichen zu regeln ist.

Zudem ist im § 36 Abs. 2 StVO angeführt, dass Lichtzeichen von den Organen der Straßenaufsicht unter Bedachtnahme auf die jeweilige Verkehrslage und nach den Erfordernissen der Sicherheit, Leichtigkeit und Flüssigkeit des Verkehrs zu geben sind. Lichtzeichen dürfen jedoch auch automatisch oder von Straßenbenützern ausgelöst werden, die missbräuchliche Auslösung der Lichtzeichen ist verboten.

Gem. § 36 Abs. 3 StVO sind Lichtsignalanlagen dabei so einzustellen, dass die Zeichenfolge den auf dieser Straßenstelle bestehenden Verkehrsverhältnissen entspricht.

Eine Regelung des Verkehrs durch Lichtzeichen geht gem. § 36 Abs. 4 StVO sowohl den Straßenverkehrszeichen als auch den Bodenmarkierungen vor.

Bedeutung der Lichtzeichen - § 38 StVO

In Österreich weisen Lichtsignalanlagen fünf Signalisierungszustände auf, die nach folgender Signalabfolge ablaufen: Rot, Rot/Gelb, Grün, Grünblinken, Gelb, Rot. Die Bedeutung dieser Signalisierungszustände ist im § 38 StVO geregelt. Grundsätzlich gilt grünes Licht gem. § 38 Abs. 4 StVO als Zeichen für „Freie Fahrt“ und rotes Licht gem. § 38 Abs. 5 StVO bzw. gelbes nicht blinkendes Licht gem. § 38 Abs. 1 StVO als „Halt“. Die Grünphase ist gem. § 38 Abs. 6 StVO 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 der „freien Fahrt“. Gemeinsam mit dem roten Licht leuchtendes gelbes Licht bedeutet gem. § 38 Abs. 2a StVO „Halt“ im Sinne des roten Lichtes und kündigt an, dass das Zeichen für „freie Fahrt“ unmittelbar folgen wird. Die Dauer des gelben nicht blinkenden Lichtes, das dem roten Licht folgt oder gemeinsam mit diesem leuchtet hat gem. Abs. 2b § 38 StVO zwei Sekunden zu betragen. Bei grünem Licht haben die Lenker von Fahrzeugen, wenn es die Verkehrslage zulässt, gem. Abs. 4 § 38 StVO weiterzufahren oder einzubiegen. Beim Einbiegen dürfen die Benutzer der freigegebenen Fahrstreifen sowie Fußgänger und Radfahrer, welche die Fahrbahn im Sinne der für sie geltenden Regelungen überqueren, weder gefährdet noch

behindert werden. Zur gesonderten Regelung des Verkehrs für bestimmte Gruppen von Straßenbenützern, wie etwa Fußgänger oder Radfahrer, dürfen auch andere, leicht erkennbare Lichtzeichen verwendet werden, wobei die Bestimmung über das grünblinkende Licht einzuhalten ist. Hinsichtlich der Bedeutung solcher Lichtzeichen und des Verhaltens der betroffenen Straßenbenützer gelten die vorherigen Bestimmungen sinngemäß.

Anordnung der Lichtzeiten - § 39 StVO

Im § 39 StVO ist die Anordnung der Lichtzeichen geregelt. Die Lichtzeichen sind entweder untereinander in der Reihenfolge oben rot, in der Mitte gelb und unten grün oder in Ausnahmefällen nebeneinander in der Reihenfolge links rot, in der Mitte gelb und rechts grün anzuordnen.

Gem. § 39 Abs. 2 StVO sind die Anlagen zur Abgabe von Lichtzeichen deutlich erkennbar anzubringen. Sind mehrere Fahrstreifen vorhanden, so ist sowohl eine getrennte als auch eine unterschiedliche Regelung für einzelne Fahrstreifen oder Fahrtrichtungen zulässig (Spurensignalisation). Der Abstand zwischen dem unteren Rand des Gehäuses einer Lichtsignalanlage und der Fahrbahn darf bei Anordnung am Fahrbahnrand nicht weniger als 2 m und nicht mehr als 3,50 m, bei Anordnung oberhalb der Fahrbahn nicht weniger als 4,50 m und nur in Ausnahmefällen mehr als 5,50 m betragen. Die Anordnung zusätzlicher Signale an anderen Stellen ist zulässig.

Radfahrerüberfahrtmarkierungen - §56a StVO

Im § 56a StVO sind die Bestimmungen für Radfahrerüberfahrtmarkierungen geregelt. Demnach sind im Ortsgebiet auf Straßenstellen, wo ständig betriebene Lichtzeichen zur Regelung des Verkehrs oder zur Abgabe blinkenden gelben Lichtes vorhanden sind, auch RFÜ anzulegen, sofern dies in Fortsetzung von RFS, RW oder GRW erforderlich ist und für den Fahrradverkehr nicht in anderer Weise, etwa durch Über- oder Unterführungen, Vorsorge getroffen ist. Auf anderen Straßenstellen sind RFÜ dann anzulegen, wenn es die Sicherheit und der Umfang des Fahrradverkehrs erfordern. Die Benützung solcher RFÜ ist durch Lichtzeichen zu regeln.

Gem. § 56a Abs. 3 StVO kann von einer Regelung des Verkehrs durch Lichtzeichen bei RFÜ Abstand genommen werden, solange es die Verkehrsverhältnisse nicht erfordern. In diesem Falle ist die RFÜ mit blinkendem gelben Licht oder mit dem Hinweiszeichen „Kennzeichnung einer Radfahrerüberfahrt“ nach § 53 Abs. 1 Z 2b StVO zu kennzeichnen.

Rotlichtverstöße

Grundsätzlich sind Rotlichtverstöße in Österreich strafbar und können eine Verwaltungsstrafe nach sich ziehen. Wird im Zuge eines derartigen Vergehens auch eine Vorrangverletzung begangen, in dem ein anderer Lenker zum Bremsen oder Ausweichen genötigt wird, handelt es sich um ein Vormerkdelikt, welches im Führerscheinregister eingetragen wird. Wiederholungstäter werden härter bestraft. Wer innerhalb von zwei Jahren zwei Vormerkungen erhalten hat, muss eine Nachschulung absolvieren. Bei einer dritten Vormerkung muss der Führerschein für mindestens drei Monate abgegeben werden.

Kommt es im Zuge eines Rotlichtverstoßes durch einen Radfahrer zu einem Verkehrsunfall, hat dies neben den möglichen unmittelbaren körperlichen Folgen auch besonders nachteilige rechtliche Konsequenzen. Neben einer strafgerichtlichen Verfolgung drohen dabei auch mögliche Schadenersatzforderungen.

2.2. Technische Grundlagen der Gestaltung von VLSA in Österreich

Zur Planung und Ausführung von Lichtsignalanlagen für den Radverkehr existiert in Österreich kein eigenes Regelwerk, der Radverkehr wird jedoch in den allgemeinen Richtlinien für die Planung und Ausführung von Verkehrslichtsignalanlagen berücksichtigt. Relevante Bestimmungen, Richtlinien und Empfehlungen für die Berücksichtigung des Radverkehrs bei signalgeregelten Knotenpunkten finden sich u.a. in folgenden Werken:

- Die RVS 05.04.31 – „Verkehrslichtsignalanlagen – Einsatzkriterien“ ist eine für die Anwendung auf Bundesstraßen verbindlich erklärte Richtlinie, die festlegt, unter welchen Voraussetzungen eine VLSA für die Regelung nicht verträglicher Verkehrsströme erforderlich ist.
- Die RVS 05.04.32 – „Verkehrslichtsignalanlagen – Planen von Verkehrslichtsignalanlagen“ ist ebenso eine für die Anwendung auf Bundesstraßen verbindlich erklärte Richtlinie, in welcher die Planung des Signalprogrammablaufes sowie die Planung und Ausführung der VLSA geregelt sind.
- Die RVS 03.02.13 – „Radverkehr“ ist ein Merkblatt für die Planung und Ausführung von RVA mit Empfehlungen zur Berücksichtigung des Radverkehrs bei der Planung von lichtsignalgeregelten Knotenpunkten. Ein solches Merkblatt ist „eine Handlungsvorschrift mit empfehlendem Charakter“ und stellt „den Stand der Technik für einen definierten Anwendungsbereich“ dar (RVS 03.02.13, 2014, S. 1). Derartige Merkblätter „beruhen auf gesetzlichen, normativen und weiteren aktuellen technischen Regeln und geben einen grundsätzlich erprobten Standard wieder“ (RVS 03.02.13, 2014, S. 1).

In der RVS 05.04.31 sind die Einsatzkriterien für Verkehrslichtsignalanlagen geregelt. Diese RVS ist für VLSA, die der Regelung nicht verträglicher Verkehrsströme dienen, auf Straßen mit öffentlichem Verkehr entsprechend der StVO anzuwenden. In der Richtlinie sind dabei allgemeine Aspekte und Kriterien angeführt, die als Entscheidungskriterien für die Notwendigkeit einer Signalregelung herangezogen werden. Die Errichtung einer VLSA kann zum Einen auf Grund von Verkehrssicherheitsaspekten erforderlich sein. Dies ist der Fall, wenn gem. den Kriterien der RVS 02.02.21 eine Unfallhäufungsstelle vorliegt und die Unfälle nicht durch andere Maßnahmen verhindert werden können. Beim Neubau oder Umbau von Straßen ist die Notwendigkeit einer VLSA u.a. zu prüfen, wenn Gefährdungen von schutzbedürftigen Personen vorliegen.

In erster Linie wird die Erforderlichkeit einer VLSA aber von der Verkehrsbelastung abhängig gemacht. Diese ist anhand von Knotenstromzählungen festzustellen, „die jeden im Querschnitt oder Knotenpunkt auftretenden Verkehrsstrom nach Stärke und Richtung erfassen“ (RVS 05.04.31, 1998, S. 1). Dabei sind die Verkehrswerte in PKW-Einheiten umzurechnen. Ein Radfahrer entspricht gemäß dieser Richtlinie 0,3 PKW-Einheiten. Grundsätzlich ist die Errichtung einer VLSA anhand der in der Richtlinie angeführten Methodik gerechtfertigt, „wenn die Verkehrsmengen des Nebenstroms [...] nicht mehr in die übergeordnete Straße mit den Hauptströmen [...] einfahren können“ (RVS 05.04.31, 1998, S. 1f).

Zum Thema Lichtsignalanlagen für den Radverkehr im Speziellen sind in der Richtlinie folgende Aspekte angeführt: „Eine Überprüfung der Rechtfertigung von signalgeregelten Radfahrerüberfahrten“ ist „in Abhängigkeit der Breite der zu überquerenden Fahrbahn, der Fahrzeugmenge und der Anzahl der Radfahrer je Stunde möglich“ (RVS 05.04.31, 1998, S. 3f).

Eine darin angeführte Abbildung (siehe Abbildung 2) zeigt die „Einsatzgrenzen für signalgeregelte Radfahrerüberfahrten in Abhängigkeit von der Anzahl der Radfahrer je Stunde, der Fahrzeugmenge in PKW-E/h und der Fahrbahnbreite“ (RVS 05.04.31, 1998, S. 4).

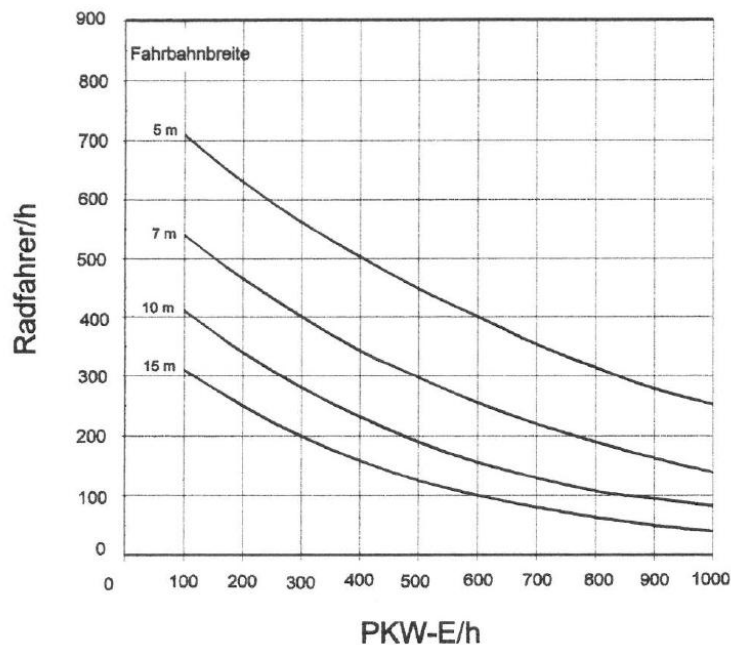


Abbildung 2: Einsatzgrenzen für signalgeregelte RFÜ in Abhängigkeit von der Anzahl der Radfahrer je Stunde, der Fahrzeugmenge in PKW-E/h und der Fahrbahnbreite (Quelle: RVS 05.04.31, 1998, S. 4)

Die in Abbildung 2 dargestellten Linien zeigen die Einsatzgrenzen signal geregelter RFÜ bei Fahrbahnbreiten von 5, 7, 10 und 15 m. Soweit an einer Querungsstelle die Fahrzeugmengen und das Radverkehrsaufkommen oberhalb der Grenzl意思en liegen, so ist eine signalgeregelte RFÜ einzusetzen.

Vorgaben für die Planung von Verkehrslichtsignalanlagen sind in der Richtlinie RVS 05.04.32 geregelt. Dies beinhaltet „die Planung des Signalprogrammablaufes, inkl. der verkehrstechnischen Beschreibung der Steuerung sowie die Planung der Ausführung der VLSA in Abstimmung auf den baulichen Entwurf der Knotenpunkte, eines Straßenzuges oder Netzteiles einschließlich der zugehörigen verkehrslenkenden Maßnahmen“ (RVS 05.04.32, 1998, S.1).

Grundsätzlich führt die RVS 05.04.32 für die Signalisierung des Radverkehrs folgende Möglichkeiten an: gleichzeitig mit dem Fahrzeugverkehr, gleichzeitig mit den Fußgängern oder getrennt auf eigenen RFÜ (evtl. mit automatischer Anforderung); (Vgl. RVS 05.04.32, 1998, S. 12). Die Richtlinie definiert allerdings keine eindeutigen Kriterien, wann die genannten Arten der Signalisierung eingesetzt werden sollen.

Beim Entwurf der Signalprogramme haben „die Belange der Verkehrssicherheit höchste Priorität“ (RVS 05.04.32, 1998, S.1). Die Richtlinie weist darauf hin, dass dem Signalprogrammablauf „eine ausgewogene Berücksichtigung aller Verkehrsteilnehmer zugrunde zu legen“ ist (RVS 05.04.32, 1998, S.1). Es wird explizit angeführt, dass eine Bevorzugung einzelner Verkehrsarten, z.B. öffentlicher Verkehr, Fußgänger- und Radverkehr, auf Grundlage entsprechender verkehrspolitischer Zielsetzungen möglich ist und bei dem Entwurf der Signalprogramme einzubeziehen ist (Vgl. RVS 05.04.32, 1998, S. 1). Bei der Festlegung der Dauer der Freigabezeit weist die Richtlinie jedoch darauf hin, dass diese entsprechend den Dimensionierungsbelastungen der einzelnen Verkehrsströme

festgelegt werden soll (Vgl. RVS 05.04.32, 1998, S. 6). Der Radverkehr wird hierbei aber gegenüber dem motorisierten Verkehr stark benachteiligt, da die Fahrzeugströme des Radverkehrs nach der bereits beschriebenen Methodik in PKW-Einheiten umgerechnet werden müssen. Dem Radverkehr wird demzufolge eine Freigabezeit zugesprochen, die bei gleicher Verkehrsstärke lediglich 30% der Zeit für den PKW-Verkehr entspricht. Dies ist in erster Linie auf den größeren Platzbedarf und die geringere Leistungsfähigkeit des PKW-Verkehrs im Vergleich zum Radverkehr zurückzuführen. Auf einem Einrichtungsfahrfahrbahnstreifen mit einer Breite von 3,5 Metern können bis zu 14.000 Radfahrer pro Stunde verkehren, während das Maximum des MIV bei rund 2.000 PKW/h liegt (Vgl. RVS 03.04.12, 2001 und Thüringer Ministerium für Bau, 2008, S. 8).

Grundsätzlich unterscheidet die Richtlinie RVS 05.04.32 bei der Phaseneinteilung zwischen verträglichen Verkehrsströmen, bedingt verträglichen Verkehrsströmen und nicht verträglichen Verkehrsströmen. „Verträgliche Verkehrsströme haben im Gegensatz zu den nichtverträglichen und bedingt verträglichen Verkehrsströmen keine gemeinsamen Konfliktflächen“ (RVS 05.04.32, 1998, S. 2). So genannte „bedingt verträgliche Verkehrsströme“ werden definiert als „gleichzeitig freigegebene, gegenüber anderen Verkehrsströmen benachrangte Abbiegeströme“ (RVS 05.04.32, 1998, S. 2). Diese beiden genannten Ströme können im Gegensatz zu nicht verträglichen Verkehrsströmen in einer Phase zusammengefasst werden.

Hinsichtlich der in der Richtlinie angeführten Bestimmungen für einzelne Abbiegerelationen sind für den Radverkehr folgende Aspekte von Relevanz. Da sich für Linksabbieger die meisten Konfliktmöglichkeiten ergeben, kann nur in bestimmten Fällen auf eine gesicherte Führung (eigene Phase) der Linksabbieger verzichtet werden. Grundsätzlich ist dies dann der Fall, wenn die Menge der beiden bedingt verträglichen Ströme gering ist (Vgl. RVS 05.04.43, 1998, S. 4). Die Richtlinie führt zudem einige Ausschließungsgründe für eine nicht gesicherte Führung an, u.a. wenn „die Aufmerksamkeit überdurchschnittlich beansprucht wird (z.B. Straßenbahn, [...], Rechtsabbieger und gleichzeitig freigegebene Fußgänger und Radfahrer)“ (RVS 05.04.32, 1998, S. 4). Rechtsabbiegeströme sind in der Regel weniger konfliktreich und bedürfen daher normalerweise keiner gesicherten Führung. Eine eigene Phase für Rechtsabbieger ist gem. der Richtlinie nur dann erforderlich, wenn es starke Verkehrsströme in Seitenlage (z.B. Radfahrer, Fußgänger) gibt oder wenn Fußgänger und Radfahrer ungenügend beachtet werden (Vgl. RVS 05.04.32, 1998, S. 3).

Ein wesentlicher Punkt bei der Ampelplanung ist die Festlegung der Phasenfolge. Dabei wird in der Richtlinie explizit angeführt, dass ein „zügiges Überqueren hintereinanderliegender Schutzwege und Radfahrerüberfahrten“ ermöglicht werden soll (RVS 05.04.32, 1998, S.4).

Für die Berechnung der Räumzeiten wird für Radfahrer eine Räumgeschwindigkeit von $v_r = 5 \text{ m/s}$ bzw. 4 m/s bei eigener Signalisierung angenommen (Vgl. RVS 05.04.32, 1998, S. 6). Für Radfahrer werden im Gegensatz zu Kraftfahrzeugen im Regelfall bei der Signalabfolge keine Überfahrzeiten und Einfahrzeiten berücksichtigt. Ausschlaggebend für die Dauer der Grünphase für Radfahrer ist die Festlegung der Freigabezeit. Diesbezüglich definiert die RVS eine Mindestfreigabezeit von 8 Sekunden, die nur in begründeten Fällen unterschritten werden darf (Vgl. RVS 05.04.32, 1998, S. 6). Für die Dauer der Wartezeit für Radfahrer entscheidend ist die Festlegung der Sperrzeiten. Die Richtlinie führt diesbezüglich an, dass bei der Wahl der maximalen Sperrzeit u.a. die Akzeptanz bei Fußgängern und Radfahrern

maßgebend ist, verbindliche Grenzwerte werden aber nicht angeführt (Vgl. RVS 05.04.32, 1998, S. 7).

Zum Thema Rotlichtverstöße führt die Richtlinie an, dass ab einer Wartezeit von 60 Sekunden gehäuft mit derartigen Übertretungen von Fußgängern zu rechnen ist (Vgl. RVS 05.04.32, 1998, S. 12). Die Anforderungen von Radfahrern werden diesbezüglich nicht gesondert erwähnt.

Die Richtlinie weist aber darauf hin, dass zur Verhinderung von Konflikten bei gemeinsamer Freigabe von Fahrzeugströmen mit Abbiegern und parallel geführten Fußgänger- oder Radverkehrsströmen die Freigabezeiten so geschaltet werden, dass sich Fußgänger und Radfahrer in Seitenlage 1 bis 2 Sekunden vor den abbiegende Fahrzeugen auf der Konfliktfläche befinden (Vgl. RVS 05.04.32, 1998, S. 7).

Die RVS 05.04.32 stellt zudem die Möglichkeit der Koordinierung von Signalanlagen vor (Grüne Welle), wobei Radfahrer diesbezüglich nicht gesondert erwähnt werden (Vgl. RVS 05.04.32, 1998, S. 10). Ebenso wird erwähnt, dass auf Kreuzungen mit starken Fußgängerströmen vor allem über mehrere Kreuzungszufahrten die Einrichtung einer eigenen Phase für die gleichzeitige Freigabe aller Fußgängerströme besteht („Allesgrün für Fußgänger“) (Vgl. RVS 05.04.32, 1998, S. 12). Ob eine derartige Lösung auch für den Radverkehr verträglich ist, wird nicht angeführt.

Darüber hinaus gibt die RVS 03.02.13 „Radverkehr“ für die Planung von lichtsignalgeregelten Knotenpunkten im bebauten Gebiet folgende Empfehlungen: Zur Verhinderung von Rotlichtüberfahrungen führt die Richtlinie an, dass aus „Gründen des Komforts und der Sicherheit [...] eine maximale Wartezeit von 40s für den Radverkehr anzustreben“ ist (RVS 03.02.13, 2014, S. 42). Hinsichtlich der Art der Signalisierung des Radverkehrs wird empfohlen, dass Radfahrer einen eigenen Signalgeber zu erhalten haben, soweit sie nicht gemeinsam mit dem allgemeinen Fahrzeugverkehr signalisiert werden (Vgl. RVS 03.02.13, 2014, S. 42). Eine gemeinsame Signalisierung des Fußgänger und Radverkehrs wird bei langen Räumwegen auf Grund der unterschiedlichen Räumgeschwindigkeit nicht empfohlen.

Zur Gestaltung von signalgeregelten Knotenpunkten für den Radverkehr wird in der RVS 03.02.13 empfohlen, 3m bis 5m vorgezogene Haltelinien von RFA vor die Haltelinie des übrigen Verkehrs aufzubringen, damit sich Radfahrer am Beginn der Grünphase im Blickfeld der Kfz-Lenker befinden (Vgl. RVS 03.02.13, 2014, S. 41). Zudem wird die Möglichkeit der Schaffung von aufgeweiteten RFS bei Kreuzungszufahrten untergeordneter Straßen und bei längeren Rotzeiten empfohlen. (Vgl. RVS 03.02.13, 2014, S. 42).

Im Freiland sind andere Voraussetzungen für den Radverkehr gegeben, da die Geschwindigkeitsunterschiede zwischen Kfz und Radfahrern hier wesentlich größer ausfallen. In diesen Bereichen soll der Radverkehr nach den Empfehlungen der RVS 03.02.13 bei starkem Kfz-Verkehr und hohen Kfz-Geschwindigkeiten deutlich von der Fahrbahn abgesetzt oder selbstständig geführt werden. Für Lichtsignalanlagen an Knotenpunkten im Freiland führt die Richtlinie an, dass Querungsstellen des Radverkehrs mit einer Signalregelung auszustatten sind, wenn diese nicht durch andere Maßnahmen gesichert werden kann (Vgl. RVS 03.02.13, 2014, S. 44). Die Richtlinie stellt auch die Möglichkeit einer Bedarfsschaltung bei geringem Radverkehrsaufkommen vor. Dabei sollen automatisierte Anmeldetechnologien zum Einsatz kommen (z.B. Fahrrad-Induktionsschleifen). Druckknopfampeln werden nur in Ausnahmefällen empfohlen, wobei jedenfalls darauf

geachtet werden muss, dass eine gute Erreichbarkeit des Druckknopfes sichergestellt ist. Zudem sollen Bedarfschaltungen so geplant werden, dass eine Freigabe möglichst unmittelbar nach der Anmeldung des Radfahrers erfolgt (Vgl. RVS 03.02.13, 2014, S. 44)

3. Rotlichtverstöße von Radfahrern: Literaturanalyse

Die nachfolgende Literaturanalyse beinhaltet eine Zusammenstellung ausgewählter Forschungsarbeiten über Rotlichtverstöße von Radfahrern. Zunächst erfolgt eine Darstellung der unterschiedlichen Ausprägungen von Rotlichtmissachtungen (siehe Kapitel 3.1). Anschließend werden vergleichbare internationale Forschungsarbeiten zur Häufigkeit von Rotlichtverstößen durch Radfahrer behandelt (siehe Kapitel 3.2). Die aus der Literatur ermittelten Einflussfaktoren auf Rotlichtübertretungen von Radfahrern werden in den Kapiteln 3.3 und 0 zusammengefasst. Sie werden dabei nach personenbezogenen Eigenschaften (z.B. Alter, Geschlecht) und verkehrstechnischen Aspekten (z.B. Wartezeit, Querungslänge) unterschieden. Im Kapitel 3.5 werden weiters Forschungsarbeiten beschrieben, welche die Auswirkungen von Rotlichtverstößen auf die Verkehrssicherheit untersucht haben.

3.1. Allgemeines zu Rotlichtverstößen

Wie bereits in den Begriffsbestimmungen erläutert (siehe Kapitel 1.4), handelt es sich bei den in dieser Arbeit genannten Rotfahrern um Radfahrer, die beim Einfahren in eine Kreuzung gegen den §38 Abs. 1 StVO (gelbes nicht blinkendes Licht) oder gegen den §38 Abs. 5 StVO (rotes Licht) verstoßen haben. Rotlichtverstöße können nach dem Zeitpunkt des Verstoßes im Bezug auf den Signalisierungszustand unterschieden werden. Aus der Literatur wurden dabei folgende drei Kategorisierungen übernommen und adaptiert:

Frühstarter	Das sind jene Personen, welche die Fahrbahn vor Beginn der Grünphase bei rotem oder rotgelbem nicht blinkendem Licht befahren, während der Querverkehr bereits ein rotes oder gelbes nicht blinkendes Licht erhält (Vgl. Robatsch, 2002, S. 4 und Van der Meel, 2013, S. 8).
Spätstarter	Das sind jene Personen, welche die Fahrbahn nach Ende der Grünphase bei rotem oder nicht blinkenden gelben Licht befahren, während der Querverkehr noch rotes oder rotgelbes nicht blinkendes Licht erhält (Vgl. Robatsch, 2002, S. 4 und Van der Meel, 2013, S. 8).
Rotfahrer	Personen, welche die Fahrbahn bei rotem Licht befahren, während der Querverkehr bereits ein grünes Lichtsignal erhält.

Eine Unterscheidung nach dem Zeitpunkt des Rotlichtverstoßes ist insofern sinnvoll, als sich diese Verhaltensweisen auch hinsichtlich der Risikonahme unterscheiden. Die als Frühstarter und Spätstarter definierten Personen gehen theoretisch ein niedrigeres Risiko ein, als die übrigen Rotfahrer, da sie die Räumzeiten zwischen den Freigabezeiten nutzen (Vgl. Van der Meel, 2013, S. 8). Dieses niedrigere Risiko ist jedoch nur dann gegeben, wenn sich andere querende Verkehrsteilnehmer an die Signalregelung halten. Dem Autor ist keine Studie bekannt, die eine objektive Analyse über tatsächliche Unterschiede im Unfallrisiko der genannten Verhaltensweisen durchgeführt hat.

3.2. Häufigkeit von Rotlichtverstößen

Eine deutsche Studie der Unfallforschung der Versicherer (UDV) aus dem Jahr 2008 stellte anhand systematischer Beobachtungen an 16 Übergängen von acht signalgeregelten Knotenpunkten in Münster fest, dass rund 7 % der beobachteten Radfahrer Rotlichtverstöße

begangen (n=124 von 1.863 RF) (Vgl. Ortlepp et al., 2008, S. 44). Die in dieser Arbeit mit der gleichen Methodik beobachteten Fußgänger missachteten die Signalisierung nur in rund 5 % der Fälle (n=59 von 1.177 FG).

Eine weitere deutsche Studie aus dem Jahr 2009 untersuchte umfassend das Thema „Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Radfahrern“ (Alrutz et al., 2009). Insgesamt wurden dabei 1.400 zufällig ausgewählte Radfahrer im Zuge von Verfolgungsfahren auf definierten Untersuchungsabschnitten in Berlin, Köln, Hannover, Bonn, Halle und Troisdorf beobachtet. Ziel dieser Untersuchung war es Reisegeschwindigkeit, Flächennutzung, Konfliktpotential sowie Regelverstöße nach Alter und Geschlecht differenziert zu erfassen. Dabei wurde auch die Thematik von Rotlichtverstößen untersucht. Von allen erfassten Regelverstößen war Rotlichtmissachtung die am zweithäufigsten beobachtete Übertretung. Insgesamt wurden bei den rund 1.400 Verfolgungsfahrten rund 560 Regelverstöße erfasst. Der häufigste Verstoß war das „nicht regelgerechte Ausscheren an haltenden Kfz“ (Vgl. Alrutz et al., 2009, S. 48). Rund ein Drittel der beobachteten Übertretungen waren Rotlichtmissachtungen. Eine Quote der Häufigkeit des Querens bei rotem und grünem Signal wurde jedoch nicht berechnet. Hinsichtlich der Zusammenhänge mit Verkehrskonflikten wurden bei den beobachteten Rotlichtverstößen keine kritischen Verkehrssituationen beobachtet.

Weiters wurden im Rahmen der Studie von Alrutz et al. Befragungen von Radfahrern im Straßenraum durchgeführt. Dabei wurden neben der Kenntnis der Verkehrsregeln auch Fragen zu deren Befolgung gestellt. Hinsichtlich der Regelkenntnis im Bezug auf das Radfahren bei Rotlicht ergab die Befragung ein eindeutiges Ergebnis: 99,6 % der Befragten gaben an zu wissen, dass Radfahrer nicht bei Rot fahren dürfen (Vgl. Alrutz et al., 2009, S. 100). Hinsichtlich der Einstellung zu Rotlichtverstößen und dem eigenen Verhalten zeigte sich allerdings eine große Diskrepanz. Das Radfahren bei Rot wurde von 85% der Befragten als „nicht in Ordnung“ beurteilt. 45% der Befragten gaben jedoch auch an, dieses Verhalten im Alltag zu praktizieren (Vgl. Alrutz et al., 2009, S. 101).

Eine niederländische Diplomarbeit, eingereicht an der technischen Universität Delft im Jahr 2013, beschäftigte sich mit der Thematik des Rotfahrens von Radfahrern und den Faktoren, welche dieses Verhalten beeinflussen (Van der Meel, 2013). Der Autor untersuchte die Häufigkeit von Rotlichtverstößen und mögliche Einflussfaktoren anhand von Videobeobachtungen an fünf Kreuzungen. Die Gesamtquote der beobachteten Rotlichtverstöße betrug dabei 27,4 %. (Vgl. Van der Meel, 2013, S. 5). Die Arbeit zeigte zudem auf, dass die meisten Radfahrer (rund 70%) bei Rot fahren, während der Querverkehr bereits Grün hat (Vgl. Van der Meel, 2013, S. 43). Rund 13% der beobachteten Rotfahrer wurden als Frühstarter und 17% als Spätstarter (nach eigener Definition) erfasst.

Ein Forscherteam untersuchte im Jahr 2011 anhand von Beobachtungen an 10 Kreuzungen in Melbourne die Häufigkeit von Rotlichtverstößen von Radfahrern (Johnson et al., 2011). Insgesamt war die Quote aller Rotlichtverstöße mit rund 7% vergleichsweise niedrig. (Vgl. Johnson et al., 2011, S. 325). Die Quoten variierten dabei zwischen den untersuchten Standorten von 3,9% bis 13%. Im Jahr 2013 untersuchte das Team in einer weiteren Studie die Gründe für Rotlichtverstöße von Radfahrern in Australien anhand einer Online Befragung. Von den insgesamt 2.061 befragten Radfahrern gaben rund 63% an, keine Rotlichtverstöße als Radfahrer begangen zu haben (Vgl. Johnson et al., 2013, S. 841).

Eine chinesische Studie untersuchte die Häufigkeit von Rotlichtverstößen von Radfahrern und E-Bikern an drei Kreuzungen in Peking (Wu et al., 2012). Über die Hälfte der 455 beobachteten Radfahrer missachtete dabei die Wartepflicht bei Rot.

Eine im Jahr 2013 veröffentlichte amerikanische Studie untersuchte anhand von Videobeobachtungen das Verhalten von 2.617 Radfahrern an sieben verschiedenen signalgeregelten Kreuzungen (Vgl. Monsere et al., 2013, S. 91). Das Analyseergebnis zeigte, dass rund 30% der beobachteten Radfahrer gegen die Wartepflicht bei Rot verstoßen hatten. Ein großer Teil der Rotlichtverstöße waren Radfahrer die nach rechts in die Kreuzung einbogen. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass der hohe Anteil der Rechtsabbieger auf ihre eigene Standortwahl zurückzuführen war und betrachteten diese Manöver daher gesondert. Ohne die genannten Rechtsabbieger ergab die somit erhaltene Gesamtquote der Rotfahrer rund 10% (Vgl. Monsere et al., 2013, S. 92). Von diesen Rotfahrern nutzen rund 60% Zeitlücken im Querverkehr, die verbleibenden 40% waren Frühstarter.

Aus den stark variierenden Ergebnissen der genannten Studien kann abgeleitet werden, dass der Rotfahreranteil auch sehr stark von der Örtlichkeit abhängt. International sind die großen Unterschiede vermutlich auch darauf zurückzuführen, dass die Akzeptanz von Regelungen im Allgemeinen länderspezifisch sehr unterschiedlich ist. Forschungsergebnisse aus anderen Ländern können somit möglicherweise in einzelnen Punkten für das Untersuchungsgebiet dieser Studie nicht zutreffend sein. Studien zur Häufigkeit von Rotlichtübertretungen von Radfahrern in Österreich oder Wien sind dem Autor nicht bekannt.

3.3. Personenbezogene Einflussfaktoren

Alter und Geschlecht

Alrutz et al. kamen bezüglich alters- und geschlechtsspezifischer Unterschiede in ihrer Studie zu der Erkenntnis, dass Männer, vor allem in der Altersgruppe der Jugendlichen, etwas mehr Regelverstöße als Frauen begangen (Vgl. Alrutz et al., 2009, S. 48).

Van der Meel konnte im Rahmen der durchgeführten Erhebungen zeigen, dass männliche Radfahrer 1,32-mal häufiger gegen die Wartepflicht bei Rot verstoßen als weibliche (Vgl. Van der Meel, 2013, S. 42). Zudem wurde ermittelt, dass jüngere Radfahrer 1,63-mal häufiger als Erwachsene und 1,78-mal häufiger als Senioren Rotlichtübertretungen begehen (Vgl. Van der Meel, 2013, S. 42).

Das australische Forscherteam um Johnson kam 2011 zu dem Ergebnis, dass Männer deutlich häufiger Rotlichtverstöße beim Linksabbiegen begehen als Frauen (M: 62,3%, F: 38%) (Vgl. Johnson et al., 2011, S. 325). Auch die Gesamtquote der Rotfahrer war bei Männern höher als bei Frauen (M: 7,7%; F: 4,8%). Die Folgestudie im Jahr 2013 zeigte ähnliche Zusammenhänge im Bezug auf das Alter und das Geschlecht der Radfahrer. Rund 40% der befragten Männer und 32% der befragten Frauen gaben an, bereits Rotlichtmissachtungen mit dem Fahrrad begangen zu haben. Eine Auswertung nach Altersklassen zeigte bei den jüngeren Radfahrern deutlich höhere Rotfahrerquoten als bei den älteren (18-29 Jahre: rund 44%, 30-49 Jahre: rund 39%, 50+ Jahre: rund 30%) (Vgl. Johnson et al., 2013, S. 841).

Die bereits genannte chinesische Studie kam anhand von Beobachtungen ebenso zu dem Ergebnis, dass Männer häufiger Rotlichtmissachtungen begehen als Frauen (M: 59%, F: 48%) (Vgl. Wu et al., 2012, S. 189). Ebenso konnte gezeigt werden, dass jüngere Radfahrer einen höheren Anteil an Rotlichtverstößen aufweisen als ältere Personen. Die unter 30 Jährigen und die 30 bis 50 jährigen zeigten rund 8 mal häufiger derartige Verhaltensweisen als die über 50 jährigen (Vgl. Wu et al., 2012, S. 190).

Eile

Alrutz et al. kamen bei der abschließenden Analyse in ihrer Studie zur Erklärung typischer Verhaltensweisen wie dem Rotlichtverstoß zu der Schlussfolgerung, dass das Fahren bei Rot durch das Ziel motiviert ist, auf dem kürzesten Weg und möglichst schnell anzukommen (Vgl. Alrutz et al., 2009, S. 103).

Eine österreichische Studie aus dem Jahr 2002 untersuchte anhand einer Befragung von 150 Rotgehern auf neun Kreuzungen in Wien die Gründe für das Rotgehen von Fußgängern. Der am häufigsten genannte Grund für Rotlichtverstöße war Eile (für 36% der Befragten) (Vgl. Robatsch et al., 2002, S. 32).

Erfahrung

Die bereits beschriebene australische Online Befragung von Radfahrern kam zu dem Ergebnis, dass Radfahrer, die häufiger mit dem Rad unterwegs sind und dabei längere Strecken zurücklegen (mehr als 100km pro Woche), eine höhere Bereitschaft zu Rotlichtverstößen aufweisen (rund 39%), als Personen die weniger häufig mit dem Rad fahren (rund 35%) (Vgl. Johnson et al., 2013, S. 842). Es wurde jedoch nicht untersucht, ob die Häufigkeit des Fahrens auf einer bereits bekannten Strecke ebenso einen Einfluss auf die Häufigkeit des Querens bei Rot haben könnte. Ein derartiger Einflussfaktor könnte naheliegenderweise ebenso Auswirkungen auf das Verhalten haben, da diese Personen mit zunehmender Erfahrung mit der Signalabfolge, den Wartezeiten und den örtlichen Gegebenheiten vertraut sind und dadurch subjektiv besser einschätzen können, wann eine sichere Querung auch bei Rot für sie möglich ist. Diesbezüglich sind dem Autor jedoch keine Studien bekannt.

Einfluss anderer Verkehrsteilnehmer

Das australische Forscherteam kam 2011 zu dem Schluss, dass die Anwesenheit anderer Radfahrer die Häufigkeit von Rotlichtmissachtungen reduziert (Vgl. Johnson et al., 2011, S. 326). In Ihrer Studie war der Anteil der Rotlichtmissachtungen bei Radfahrern, die alleine zu einer Kreuzung kamen deutlich höher (20%) als in Situationen, wo auch andere Radfahrer anwesend waren (4,3%). Die darauffolgende Online Befragung des Teams kam ebenso zu dem Ergebnis, dass es einen Zusammenhang zwischen Rotlichtverstößen und der Wu et al. zeigten anhand von statistischen Auswertungen von Beobachtungen, dass Radfahrer am häufigsten gegen die Wartepflicht bei Rot verstoßen, wenn sich keine anderen Radfahrer im Kreuzungsbereich befanden. Zudem konnte nachgewiesen werden, dass Rotlichtverstöße auch dazu führen, dass andere Radfahrer dieses Verhalten nachahmen (Vgl. Wu et al., 2012, S. 190). Wu et al. wiesen dabei aber auch darauf hin, dass nicht ausgeschlossen werden kann, dass derartiges Nachahmen des Verhaltens auch darauf zurückgeführt werden kann, dass Zeitlücken im Querverkehr vorhanden sind, die von mehreren Radfahrern ausgenutzt werden.

Bei der bereits genannten österreichischen Studie gaben bei der Befragung von Fußgängern rund 20% der Personen an bei Rot zu queren, da sie anderen Rotgehern folgten (Vgl. Robatsch et al., 2002, S. 32).

Rosenbloom untersuchte das Verhalten von Fußgängern an signalgeregelten Kreuzungen bei Einzelpersonen und Gruppen in Israel. Auch diese Studie kam zu dem Ergebnis, dass Fußgänger häufiger bei Rot queren, wenn weniger andere Personen an einer Kreuzung warteten oder wenn bereits andere bei Rot querten (Vgl. Rosenbloom, 2009, S.391).

Rosenbloom begründete dieses Verhalten damit, dass Personen in Gruppen eher dazu tendieren soziale Normen und Regeln einzuhalten, während Personen, die alleine im Verkehr unterwegs sind eine geringere Bereitschaft zur Einhaltung ebendieser Verhaltensvorschriften zeigen.

Beziehungsstatus und Erwerbstätigkeit

Die australische Online Befragung von Johnson et al. konnte nachweisen, dass unverheiratete Personen und Personen, die in keiner Beziehung leben, häufiger Rotlichtmissachtungen begehen als verheiratete Personen. Zudem konnte statistisch nachgewiesen werden, dass Studenten eine deutliche höhere Bereitschaft zu Rotlichtübertretungen aufweisen als arbeitende Personen (Vgl. Johnson et al., 2013, S. 842).

Zusammenfassung der personenbezogenen Einflussfaktoren

In der nachfolgenden Tabelle werden die aus der Literatur ermittelten personenbezogenen Einflussfaktoren zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 1: Übersicht der aus der Literatur ermittelten personenbezogenen Einflussfaktoren

Einflussfaktor	Zusammenhang mit dem Rotfahren
Alter	Höherer Rotfahreranteil bei Jugendlichen als bei Erwachsenen und Senioren
Geschlecht	Höherer Rotfahreranteil bei Männern als bei Frauen
Eile	Höherer Rotfahreranteil bei Personen in Eile / unter Zeitdruck
Erfahrung	Höherer Rotfahreranteil bei erfahrenen Radfahrern als bei unerfahrenen
Einfluss anderer Verkehrsteilnehmer	- Höherer Rotfahreranteil bei Einzelpersonen als bei Gruppen - Höhere Wahrscheinlichkeit für Rotlichtverstöße durch das Vorhandensein anderer Rotfahrer (Nachahmen des Verhaltens)
Beziehungsstatus	Höherer Rotfahreranteil bei unverheirateten Personen als bei verheirateten
Erwerbstätigkeit	Höherer Rotfahreranteil bei Studenten als bei arbeitenden Personen

3.4. Verkehrstechnische Aspekte

Verkehrsaufkommen

Alrutz beschreibt in seiner Studie, dass Rotlichtmissachtungen von Radfahrern insbesondere an signalisierten Knoten mit untergeordneten Straßen, die ein niedriges Verkehrsaufkommen aufweisen, gehäuft auftreten (Vgl. Alrutz et al., 2009, S. 48).

Van der Meel zeigte anhand von Erhebungsergebnissen, dass ein hohes Verkehrsaufkommen im Querverkehr die Häufigkeit von Rotlichtverstößen reduziert (Vgl. Van der Meel, 2013, S. 46ff). Um die Zusammenhänge der Querungshäufigkeit bei Rot und dem Verkehrsaufkommen zu analysieren wurde das Verkehrsaufkommen des Konfliktstroms in fünf Minuten Intervallen erfasst und den beobachteten Rotlichtverstößen gegenübergestellt. Dabei zeigte sich ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen diesen beiden Faktoren.

Eine niederländische Studie aus dem Jahr 1985 kam anhand von Beobachtungen zu dem Ergebnis, dass die Radfahrer vor allem dann bei Rot queren, wenn im querenden Verkehrsstrom ausreichend lange Zeitlücken vorhanden sind. Dieser Umstand hängt unmittelbar mit dem Verkehrsaufkommen zusammen. Die Arbeit zeigte dabei auch auf, dass es eine kritische Zeitlücke gibt, die von Radfahrern als gerade lang genug empfunden wird,

um die Straße sicher queren zu können. Bei kürzeren Zeitlücken, wurde in der Studie die Wartepflicht bei Rot eingehalten (Vgl. Dooren, 1985, zit. nach Van der Meel, 2013, S. 19).

Auch Johnson et al. konnten statistisch nachweisen, dass die Rotfahrerquote bei geringem Verkehrsaufkommen auf der zu querenden Fahrbahn deutlich höher war (Vgl. Johnson et al., 2011, S. 326).

Ein derartiger Zusammenhang zeigt sich auch beim Verhalten von Fußgängern an signalgeregelten Knotenpunkten. Robatsch et al. konnten bei der Analyse von Rotquerern einen statistischen negativen Zusammenhang des Rotquereranteils mit der Verkehrsstärke nachweisen. Diesbezüglich ist jedoch anzumerken, dass das Verkehrsaufkommen im Rahmen dieser Untersuchung lediglich geschätzt wurde, da keine zusätzlichen Messungen oder Zählungen durchgeführt wurden (Vgl. Robatsch et al., 2002, S. 66).

Dauer der Grünphase

Alrutz et al. führten im Rahmen ihrer Studie ergänzende Telefoninterviews mit 86 befragten Radfahrern durch. Etwa die Hälfte der Personen gab an, sich durch Verkehrsregelungen im Fahrkomfort eingeschränkt zu sehen. Dabei wurden vor Allem zu kurze Grünphasen an Ampelanlagen genannt (Vgl. Alrutz et al., 2009, S. 101).

Es sind dem Autor keine Studien bekannt, die einen statistischen Nachweis des Zusammenhangs zu kurzer Grünphasen mit der Häufigkeit von Rotlichtmissachtungen erbringen konnten.

Dauer der Rotphase

Van der Meel zeigte anhand von systematischen Beobachtungen von Rotlichtverstößen von Radfahrern an fünf Kreuzungen, dass es einen Zusammenhang der Häufigkeit ebendieser Vergehen mit der Wartezeit an Lichtsignalanlagen gibt. Die Erhebungsergebnisse zeigen eine Tendenz zu einer höheren Anzahl von Rotlichtmissachtungen bei längeren Wartezeiten (Vgl. Van der Meel, 2013, S. 46). Auf Grund der geringen Stichprobenanzahl konnte jedoch kein statistisch belegbarer Zusammenhang nachgewiesen werden.

Robatsch erhob mittels einer Befragung von bei Rot querenden Fußgängern, dass ein Viertel der befragten Personen bei Rot querten, da ihnen die Wartezeit zu lange erschien. Weitere 25% gaben als Beweggrund an, dass es ohnehin gleich grün werden würde (Frühstarter) (Vgl. Robatsch et al., 2002, S. 32).

Monsere untersuchte ebenso einen möglichen Zusammenhang zwischen der Wartezeit und der Beachtung des Lichtsignals in der amerikanischen Stadt Portland. Da ein Großteil der Rotfahrer jedoch die Kreuzung passierte ohne stehen zu bleiben, schlussfolgerten die Autoren, dass es keinen Zusammenhang mit der Wartezeit geben kann (Vgl. Monsere, 2013, S. 82). Der Autor kam daher zu dem Schluss, dass sich die meisten Radfahrer schon vor der Annäherung an die Kreuzung zu einer Rotlichtmissachtung entschlossen hatten und eine Reduktion der Wartezeit daher keinen Effekt auf die Rotfahrerquote hätte. Monsere berücksichtigte dabei jedoch nicht, dass vielen Radfahrern möglicherweise die Signalregelung und die Wartezeiten bekannt sind (siehe Erfahrung).

Querungsdistanz

Robatsch et al. konnten bei einer Untersuchung von Rotquerungen von Fußgängern nachweisen, dass es einen statistisch negativen Zusammenhang der Querungslänge und des Rotquereranteils gibt (Vgl. Robatsch et al., 2002, S. 66).

Van der Meel kam anhand einer Literaturanalyse zu der Erkenntnis, dass auch die Querungsdistanz einen Einfluss auf die Rotfahrerquote von Radfahrern haben könnte (Vgl. Van der Meel, 2013, S. 18). Der Autor begründet dies damit, dass sich die Distanz, die Radfahrer bei der Querung einer Kreuzung zurücklegen müssen, in Kombination mit der Fahrgeschwindigkeit unmittelbar auf die Querungsdauer auswirkt. Radfahrer werden nur dann eine Kreuzung bei Rot überqueren, wenn nach ihrer eigenen Einschätzung die Zeitlücke im zu querenden Verkehrsstrom größer ist, als die benötigte Querungsdauer. Es ist daher davon auszugehen, dass Radfahrer bei kürzeren Querungsdistanzen kürzere Zeitlücken benötigen, um sicher queren zu können und daher auch die Bereitschaft bei Rot zu queren höher sein wird.

Weiters untersuchte Van der Meel den Zusammenhang zwischen der von Radfahrern an signalgeregelten Kreuzungen zu querenden Distanz und der Häufigkeit von Rotlichtverstößen durch ebendiese. Dabei konnte eine Tendenz zu einer höheren Anzahl an Rotlichtverstößen bei kurzen Querungsdistanzen aufgezeigt werden. Auf Grund der geringen Stichprobenanzahl von fünf Kreuzungen konnte der Autor jedoch keinen eindeutigen statistischen Zusammenhang nachweisen (Vgl. Van der Meel, 2013, S. 45).

Fahrtrichtung

Johnson et al. zeigten anhand von Beobachtungen an Kreuzungen in Melbourne, dass auch die Fahrtrichtung ein wesentlicher Einflussfaktor auf die Anhaltebereitschaft von Radfahrern bei Rot ist. Linksabbiegende Radfahrer hatten dabei eine 28-mal höhere Häufigkeit gegen das Rotlicht zu verstoßen als geradeausfahrende (Vgl. Johnson et al., 2011, S.326). Hierbei ist anzumerken, dass in Australien Linksverkehr herrscht und dadurch das Linksabbiegen in vielen Fällen konfliktfrei möglich ist. Die Autoren kamen dabei zu dem Schluss, dass Radfahrer das Linksabbiegen als relativ sicheres Manöver wahrnehmen, weil sie weniger Konfliktsituationen durch andere Fahrzeugströme ausgesetzt sind.

Weiters kam das australische Forschungsteam um Johnson 2013 durch eine Online Befragung von Radfahrern zu dem Ergebnis, dass das Linksabbiegen als häufigstes Manöver bei Rotlichtverstößen genannt wurde (Vgl. Johnson et al., 2013, S. 842).

Sichtweiten

Van der Meel schlussfolgerte, dass die Sichtweiten an signalgeregelten Kreuzungen einen Einfluss auf die Häufigkeit von Rotlichtmissachtungen haben könnten (Vgl. Van der Meel, 2013, S. 18). Wenn die Sichtweite von der Warteposition eines Radfahrers nicht ausreicht, um Lücken im zu querenden Verkehrsstrom rechtzeitig zu erkennen, wird die Wartepflicht bei Rot eher eingehalten. Der Autor erbrachte dabei jedoch keinen belegbaren Nachweis für diese Hypothese.

Dem Autor sind keine anderen Untersuchungen bekannt, die einen derartigen Einfluss auf Rotlichtverstöße untersucht haben.

Kreuzungsgestaltung

Van der Meel kam bei der Analyse von Einflussfaktoren zu der Erkenntnis, dass auch andere verkehrstechnische Aspekte der Kreuzungsgestaltung einen Einfluss auf die Rotfahrerquote haben könnten. Das Vorhandensein einer Mittelinsel kann demnach zu einer erhöhten Bereitschaft zur Missachtung von Rotlicht führen, da dadurch die Querungsdistanz zum nächsten sicheren Wartepunkt reduziert wird (Vgl. Van der Meel, 2013, S. 18). Der Autor konnte jedoch auch diesen Zusammenhang nicht statistisch belegen.

Geschwindigkeit des Querverkehrs

Van der Meel schlussfolgerte des Weiteren, dass auch die Fahrgeschwindigkeit des zu querenden Verkehrsstromes einen Einfluss auf die Querungshäufigkeit von Radfahrern bei Rot hat. Die Geschwindigkeit könnte insofern eine Rolle spielen, als dass sie sich unmittelbar auf die Dauer der vorhandenen Zeitlücken auswirkt. Zudem ging der Autor davon aus, dass die Zeitlücken bei zunehmender Geschwindigkeit von Radfahrern schwerer einzuschätzen sind. Anhand der Auswertungen konnte jedoch kein statistischer Nachweis für diese Hypothesen erbracht werden (Vgl. Van der Meel, 2013, S. 19).

Zusammenfassung der verkehrstechnischen Einflussfaktoren

In der nachfolgenden Tabelle werden die aus der Literatur ermittelten verkehrstechnischen Einflussfaktoren zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 2: Übersicht der aus der Literatur ermittelten verkehrstechnischen Einflussfaktoren

Einflussfaktor	Zusammenhang mit dem Rotfahren
Verkehrsaufkommen	Niedrigerer Rotfahreranteil bei höherem Verkehrsaufkommen
Dauer der Grünphase	Niedrigerer Rotfahreranteil bei längerer Grünphase
Dauer der Rotphase	Höherer Rotfahreranteil bei längerer Rotphase
Querungsdistanz	Niedrigerer Rotfahreranteil bei längerer Querungsdistanz
Fahrtrichtung	Höherer Rotfahreranteil bei Rechtseinbiegern als bei geradeaus Fahrern
Sichtweiten	Niedriger Rotfahreranteil bei eingeschränkten Sichtweiten
Vorhandensein einer Mittelinsel	Höherer Rotfahreranteil bei Vorhandensein einer Mittelinsel
Geschwindigkeit des Querverkehrs	Niedrigerer Rotfahreranteil bei höheren Geschwindigkeiten des Querverkehrs
Zusammensetzung des Querverkehrs	Niedrigerer Rotfahreranteil bei höherem Schwerverkehrsaufkommen

Zusammensetzung des Querverkehrs

Van der Meel untersuchte zudem, ob es einen Zusammenhang mit dem Schwerverkehrsanteil des Querverkehrs und der Häufigkeit von Rotlichtverstößen gibt. Auf Grund der geringen Stichprobenanzahl bei den Erhebungen konnte ein solcher Zusammenhang jedoch nicht überprüft werden (Vgl. Van der Meel, 2013, S. 51).

Die Online Befragung von Johnson et al. zeigte bei der Frage nach den Ursachen von Rotlichtübertretungen, dass Signalanlagen besonders häufig von Radfahrern missachtet werden, wenn Radfahrer dabei lediglich einen Fußgängerübergang queren müssen. Die Autoren kamen dabei zu dem Schluss, dass aus Sicht der Radfahrer von Fußgängern eine geringere Gefährdung ausgeht als von zu querenden Fahrzeugströmen (Vgl. Johnson et al., 2013, S. 842).

3.5. Auswirkungen von Rotlichtverstößen auf die Verkehrssicherheit

Eine österreichische Studie des Kuratoriums für Verkehrssicherheit aus dem Jahr 2005 zeigte anhand von Auswertungen aus der amtlichen Verkehrsunfallstatistik auf, dass 18% der tödlich verunglückten Radfahrer auf Rotlichtverstöße zurückzuführen sind (Daten aus dem Zeitraum 2000 bis 2003). Die Autoren gingen jedoch nicht näher darauf ein, ob diese unfallverursachenden Rotlichtverstöße von den beteiligten Radfahrern oder von anderen beteiligten Verkehrsteilnehmern begangen wurden (Vgl. Lutschounig et al., 2005, S. 3). Eine weitere vom Kuratorium für Verkehrssicherheit im Jahr 2005 herausgegebene Studie untersuchte die Häufigkeit der Nennung der 38 verschiedenen Unfallumstände bei Radverkehrsunfällen im Zeitraum 2000 bis 2004. (Robatsch et al., 2005, S. 48). Die am häufigsten genannten Unfallumstände waren dabei Stürze vom Fahrrad (bei rund 45% aller Unfälle) und Nichtbeachten der Vorrangbestimmungen (rund 29%). Das Nichtbeachten der Verkehrsregelung wurde lediglich bei rund 2,2% der Unfälle angegeben.

Eine Untersuchung der Unfallforschung der Versicherer (UDV) von Kollisionen mit abbiegenden Kfz und geradeaus fahrenden Radfahrern (n=881 UPS) auf Kreuzungen in Deutschland von 2007 bis 2009 stellte fest, dass in 91% der untersuchten Fälle die Kfz-Lenker die Hauptschuld an den Unfällen hatten (Vgl. Kolrep-Rometsch et al., 2013, S. 65). Radfahrer hingegen verursachten nur sehr wenige der genannten Unfälle. Die meisten jener Unfälle, bei denen dem Radfahrer zumindest eine Teilschuld zugesprochen wurde, wurden auf Grund von Fahren entgegen der vorgeschriebenen Fahrtrichtung (rund 52%) verursacht (Vgl. Kolrep-Rometsch et al., 2013, S. 67). Die Missachtung von Signalanlagen von Radfahrern spielte im Unfallgeschehen nur eine sehr untergeordnete Rolle (n=22 UPS). Nur rund 2% aller untersuchten Verkehrsunfälle wurden demnach von Radfahrern, welche die Verkehrsregelung missachteten, zumindest mit verursacht. Hierbei zu berücksichtigen ist jedoch, dass nur Kollisionen zwischen einbiegenden Kfz-Lenkern und geradeaus fahrenden Radfahrern in dieser Analyse untersucht wurden.

Die ebenso im Rahmen der letztgenannten Studie durchgeführten Verhaltensbeobachtungen von Radfahrern und Kfz-Lenkern in Kreuzungsbereichen ergaben, dass viele Radfahrer ein klares Defensivverhalten (wie z.B. Bremsen, Ausweichen) zeigten, obwohl sie im Vorrang gegenüber einbiegenden Kfz-Lenkern waren. Bei den beobachteten Konfliktsituationen zeigte sich, dass nur rund 20% der beobachteten Kfz-Lenker beim Einbiegen einen Schulterblick durchführten (Vgl. Kolrep-Rometsch et al., 2013, S. 98). Zudem wurde schlussgefolgert, dass das Auftreten von Konflikten zwischen Radfahrern und Kfz-Lenkern auf signalgeregelten Kreuzungen stark vom Zeitpunkt des Aufeinandertreffens abhängig ist.

Wenn beide Verkehrsteilnehmer gleichzeitig unmittelbar nach dem Umschalten auf Grün in die Kreuzung einfuhren, war die Wahrscheinlichkeit eines Konfliktes sehr gering. Die Konflikthäufigkeit war bei Situationen, wo sich beide Verkehrsteilnehmer der Signalanlage bei Grün in derselben Richtung näherten und sich dabei ohne vorher stehen bleiben zu müssen begegneten, rund neunmal so hoch (Vgl. Kolrep-Rometsch et al., 2013, S. 108).

Die bereits genannte deutsche Studie von Ortlepp et al. untersuchte weiters den Zusammenhang von Rotlichtverstößen von Radfahrern mit dem Unfallgeschehen in der deutschen „Fahrradhauptstadt“ Münster. Von den insgesamt erfassten 325 Unfällen mit Rotlichtverstoß wurden rund 27% dieser Verkehrsunfälle von Radfahrern verursacht und nur rund 7% von Fußgängern (Vgl. Ortlepp et al., 2008, S.46). Die verbleibenden 66% der Unfälle sind „sonstigen Verursachern“ zuzuschreiben, wobei die Autoren nicht näher auf diese Gruppe eingehen. Es ist davon auszugehen, dass es sich dabei um motorisierte Verkehrsteilnehmer handelt.

Van der Meel analysierte Verkehrsunfälle in den Niederlanden für den Zeitraum 1993 bis 2009. Der Autor zeigte dabei auf, dass 11% aller berichteten Radverkehrsunfälle auf Rotlichtverstöße von Radfahrern zurückzuführen waren (Vgl. Van der Meel, 2013, S. 11). Zudem wurde erhoben, dass Radverkehrsunfälle nach Rotlichtverstößen durchschnittlich schwerere Unfallfolgen nach sich ziehen.

Watson et al. analysierten Unfälle zwischen Radfahrern und motorisierten Verkehrsteilnehmern in West Australien aus den Jahren 2000 bis 2004. Dabei wurden auch unfallverursachende Verhaltensweisen ausgewertet. Lediglich 1,7% aller Verkehrsunfälle waren demnach auf die Missachtung von Lichtsignalanlagen zurückzuführen (n=2.837 UPS). Die Autoren zeigten jedoch nicht auf, wie viele dieser Unfälle auf Rotlichtmissachtungen von Radfahrern zurückzuführen sind (Vgl. Watson et al., 2006, S. 96).

Eine weitere australische Studie aus dem Jahr 2008 untersuchte Verkehrsunfälle zwischen Radfahrern und Kfz-Lenkern in Queensland und mögliche Zusammenhänge mit Verkehrsübertretungen. Die Analyse zeigte auf, dass rund 13% der Kollisionen auf signalgeregelten Kreuzungen erfasst wurden (Vgl. Schramm et al., 2008, S. 7). Grundsätzlich verursachten Kfz-Lenker rund 64% aller Kollisionen mit Radfahrern. Bei Kollisionen, die eindeutig von Radfahrern verursacht wurden, waren Rotlichtverstöße lediglich in 6,5% der Fälle die Hauptunfallursache (Vgl. Schramm et al., 2008, S. 9).

Johnson et al. zeigten anhand von Befragungsergebnissen auf, dass Radfahrer, die bereits an einem Verkehrsunfall beteiligt waren, eine deutlich höhere Bereitschaft zu Rotlichtverstößen haben als unfallfreie Radfahrer (Vgl. Johnson et al. 2013, S. 841). Die Studie konnte jedoch nicht nachweisen, dass es einen direkten Zusammenhang zwischen dem Unfallrisiko und Rotlichtverstößen gibt.

Green wertete im Jahr 2003 aus, dass lediglich 6% aller UPS mit Rotlichtmissachtung in Queensland in den Jahren 1994 bis 1998 von Radfahrern verursacht wurden. Motorisierte Verkehrsteilnehmer waren hingegen für rund 86% aller Unfälle mit Rotlichtverstoß verantwortlich (Vgl. Green, 2003, S. 20).

Lawson untersuchte Verkehrsunfälle mit Rotlichtverstößen in der englischen Stadt Birmingham in den Jahren 1985 bis 1990. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass lediglich 1,8% der Rotfahrerunfälle von Radfahrern verursacht wurden. Pkw-Lenker hingegen verursachten rund 80% aller erfassten Rotfahrerunfälle (Vgl. Lawson, 1991, S. 41). Weiters

ergab die Analyse, dass Unfälle nach Rotlichtübertretungen häufiger von Männern verursacht werden.

Eine Befragung von Alltagsradfahrern, die ihr Fahrrad in der brasilianischen Stadt Pelotas auf dem Weg zur Arbeit nutzen, untersuchte die Häufigkeit von riskanten Verhaltensweisen von Radfahrern und dessen Zusammenhang mit dem Unfallgeschehen (Bacchieri et al., 2010). 38,4% der befragten Personen gaben an, dass sie auf dem Weg zur Arbeit Rotlichtmissachtungen begingen (453 von 1.151 Befragten). Sie wurden ebenso danach gefragt, ob sie in den letzten 12 Monaten in einen Radverkehrsunfall verwickelt waren. Die Gruppe der Rotfahrer hatte dabei keinen signifikant höheren Anteil an verunfallten Personen als Gruppe, die angab nicht gegen rotes Licht verstoßen zu haben (Vgl. Bacchieri et al., 2010, S. 1028).

Eine chinesische Studie analysierte Verkehrsunfälle zwischen Radfahrern und motorisierten Verkehrsteilnehmern in Peking aus den Jahren 2004 bis 2007. Ziel dieser Untersuchung war es unfallverursachende Fahrmanöver, Unfalltypen und Zusammenhänge mit der Unfallschwere abzuleiten. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass die Unfallverursacher bei Unfällen an signalgeregelten Kreuzungen in rund 65% der Fälle motorisierte Verkehrsteilnehmer sind. Rund 30% aller genannten Unfälle wurden durch Kfz-Lenker verursacht, welche die Signalregelung missachtet haben. Kfz-Lenker, die während einer Grünphase den Vorrang eines Radfahrers missachteten oder beim Abbiegen einen Radfahrer übersehen haben verursachten ebenso rund 30% aller erfassten Unfälle. Weitere rund 30% der Unfälle wurden von Radfahrern nach einem Rotlichtverstoß verursacht (Vgl. Yan et al., 2011, S. 1752). Rotlichtverstöße waren demnach die Hauptunfallursache bei Unfällen zwischen Radfahrern und Kfz-Lenkern auf signalgeregelten Kreuzungen in Peking.

Die Studie von Yan et al. zeigte des Weiteren auf, dass junge Radfahrer unter 20 Jahren häufiger an Unfällen nach einem Rotlichtverstoß beteiligt sind als Erwachsene zwischen 20 und 45 Jahren (Vgl. Yan et al., 2011, S. 1753). Zudem bestätigten die Unfalldaten, dass männliche Radfahrer häufiger im Zuge von Rotlichtmissachtungen verunfallten als weibliche. Die Autoren führten diese beiden Zusammenhänge darauf zurück, dass junge Verkehrsteilnehmer und Männer im Allgemeinen als Verkehrsteilnehmer höhere Risiken in Kauf nehmen. Ebenso konnte aufgezeigt werden, dass Kfz-Lenker häufiger Unfälle nach Rotlichtverstößen in der Nacht verursachen.

4. Verkehrsunfallanalyse

In der Literatur sind dem Autor keine tiefergehenden Analysen zu Verkehrsunfällen mit Radfahrern nach Rotlichtverstößen aus Österreich bekannt. Ein wichtiges Ziel dieser Arbeit ist die Klärung der Frage, welchen Einfluss derartige Rotlichtmissachtungen durch Radfahrer auf das Verkehrsunfallgeschehen haben. Zudem sollen Unfälle mit Rotlichtverstößen systematisch analysiert werden und gleichartige Merkmale herausgearbeitet werden. Zu Vergleichszwecken werden diesbezüglich alle Radverkehrsunfälle auf signalgeregelten Kreuzungen analysiert werden. Es soll dabei erforscht werden, ob sich das Unfallgeschehen nach Rotlichtverstößen hinsichtlich der Unfallschwere, der Unfalltypen und der Alters- und Geschlechtsverteilung der Betroffenen von anderen Radverkehrsunfällen unterscheidet. Zudem soll das zeitliche Auftreten und der Unfallort untersucht werden. Im letzten Schritt soll geklärt werden, ob es im Untersuchungsgebiet Wien Unfallstellen gibt, wo es in den vergangenen Jahren gehäuft zu derartigen Radverkehrsunfällen gekommen ist. Etwaige bei der Analyse ermittelte Unfalldatenbanken sollen in weiterer Folge im empirischen Teil dieser Arbeit zu Vergleichszwecken mit den gewählten Erhebungsstandorten ebenso einer Erhebung der Anhaltebereitschaft und einer Untersuchung der Verkehrsinfrastruktur unterzogen werden.

Sämtliche Auswertungen wurden mithilfe der Unfallstatistik des KFV erstellt. Diese wiederum basieren auf den offiziellen Unfalldaten der Statistik Austria. Grundsätzlich handelt es sich bei den analysierten Unfällen um alle polizeilich erfassten Radverkehrsunfälle mit Personenschaden. Per Definition liegt ein Straßenverkehrsunfall mit Personenschaden (UPS) dann vor, „wenn auf Straßen mit öffentlichem Verkehr Personen verletzt oder getötet wurden und zumindest ein in Bewegung befindliches Fahrzeug daran beteiligt war“ (RVS 02.02.21 „Verkehrssicherheitsuntersuchung“; 2014, S. 5). Da aber nicht alle Verkehrsunfälle mit Personenschaden auch polizeilich gemeldet werden, ist grundsätzlich bei allen Auswertungen von einer gewissen Dunkelziffer auszugehen. Aussagen über das Ausmaß derartiger Unfälle können mit den bestehenden Daten nicht getroffen werden.

Der Untersuchungszeitraum wurde auf die letzten 10 verfügbaren Jahre (2004 bis 2013) der Unfalldatenbank festgelegt. Als Untersuchungsgebiet wurde analog zum empirischen Teil dieser Arbeit das Wiener Gemeindegebiet gewählt, wobei zu Beginn zu Vergleichszwecken einzelne Auswertungen zum Unfallgeschehen in Gesamt Österreich erfolgen.

Im nachfolgenden Kapitel erfolgt eine kurze Einleitung zur Unfalldatenbank und zu den im Jahr 2012 geänderten Erfassungsmethoden.

4.1. Allgemeines zur Unfalldatenbank

Seit Beginn 2012 werden Straßenverkehrsunfälle mit Personenschaden nunmehr von der Polizei direkt aus dem behördlichen Unfallakt mittels elektronischen Unfalldatenmanagement (UDM) erfasst. Zwischen 1961 und 2011 wurde die Erfassung der Verkehrsunfälle anhand einheitlicher Unfallzählblätter durchgeführt. Diese Zählblätter dienten als Datengrundlage für die Verkehrsunfallstatistik, die von der Statistik erstellt und veröffentlicht wird.

Gemäß den Informationen der Statistik Austria wurden neben der Erhebungsmethodik auch der Erhebungskatalog „an die Erfordernisse der Verkehrssicherheitsarbeit und

Unfallforschung angepasst und gegenüber dem bisherigen Erhebungsumfang erheblich erweitert“ (Statistik Austria, 2013, S.1).

Da der gewählte Erhebungszeitraum (2004 bis 2013) sowohl die Daten aus dem alten als auch dem neuen System betrifft ist hinsichtlich der Auswertungen gemäß der Statistik Austria zu berücksichtigen, dass ein direkter Vergleich der Daten nicht zulässig ist. Im Informationsblatt der Statistik Austria wird zudem angemerkt, dass für die im Rahmen des UDM-Systems erhobenen Daten „von einer höheren Vollzähligkeit als bei den mittels Unfallzählblättern erfassten Daten“ auszugehen ist (Statistik Austria, 2013, S.2). Zudem wird darauf hingewiesen, dass der Merkmalskatalog geändert und erweitert wurde, was „insbesondere in der Anfangsphase eine Herausforderung für die meldenden Polizeiorgane darstellt“ (Statistik Austria, 2013, S.2).

Es wird daher in den nachfolgenden Analysen bei der Darstellung von Zeitreihen nur der Zeitraum von 2004 bis 2011 dargestellt. Bei Auswertungen, wo Zusammenhänge zusammengefasst über mehrere Jahre dargestellt werden, wird unterschieden zwischen Auswertungen bei denen es zu Änderungen im Merkmalskatalog gekommen ist und Auswertungen bei denen sich die Merkmale nicht unterscheiden. Analyseergebnisse werden nur dann zusammengefasst für den gesamten Zeitraum von 2004 bis 2013 dargestellt, wenn sich bei den Ergebnissen in den Jahren 2012 und 2013 keine gravierenden Abweichungen vom Vorherzeitraum gezeigt haben.

Da sich durch die Erweiterung des Merkmalkataloges auch neue Analysemöglichkeiten ergeben, wurden auch einzelne Auswertungen gemacht, die nur auf den Daten der Jahre 2012 und 2013 basieren.

4.2. Radverkehrsunfallgeschehen in Österreich und Wien

Einleitend erfolgt eine kurze Darstellung der wichtigsten Fakten über das Radverkehrsunfallgeschehen in Österreich und in Wien. Eine derartige Einleitung erscheint zielführend, um die Größenordnungen zu Radverkehrsunfällen im Untersuchungsgebiet Wien auf Kreuzungen mit Lichtsignalanlagen und Unfällen mit beteiligten Radfahrern mit Rotlichtmissachtung, besser vergleichbar zu machen.

In den letzten 10 Jahren wurden in Österreich durchschnittlich rund 5.700 Radverkehrsunfälle pro Jahr statistisch erfasst. Rund 12% dieser Unfälle wurden im Wiener Gemeindegebiet aufgenommen.

Die zeitliche Entwicklung der Radverkehrsunfälle in Österreich und Wien im Zeitraum 2004 bis 2011 zeigt einen stagnierenden Verlauf (siehe nachfolgende Abbildung).

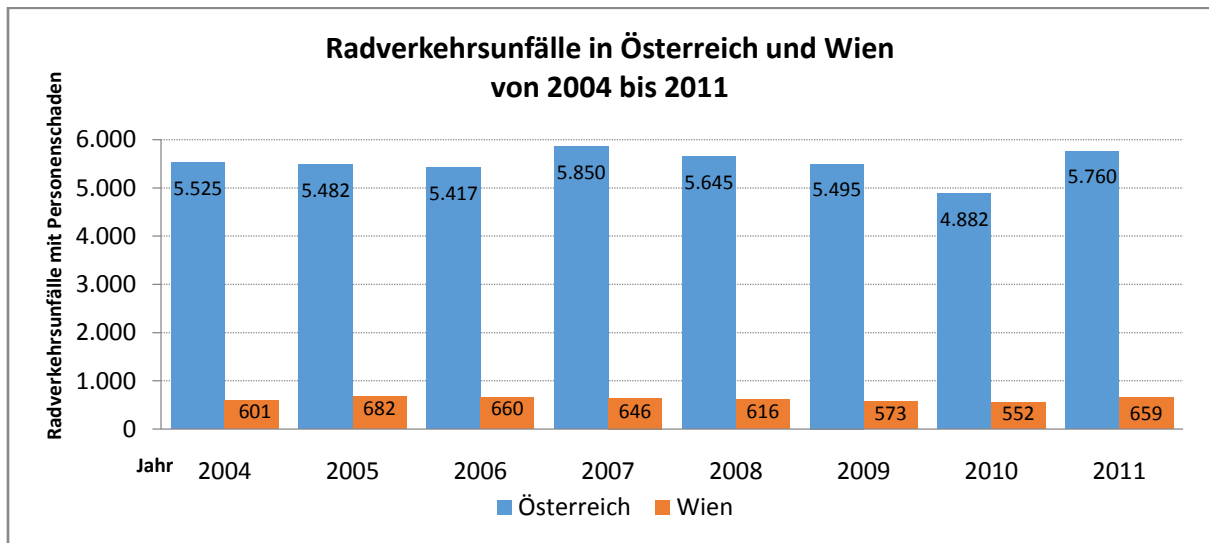


Abbildung 3: Radverkehrsunfälle mit Personenschaden in Österreich und Wien von 2004 bis 2011, Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria

Die Daten aus den Jahren 2012 und 2013 wurden auf Grund der geänderten Erhebungsmethodik bewusst nicht in der Zeitreihe dargestellt.

Die Analyse des Verletzungsgrades der bei diesen Unfällen verunglückten Personen in der nachfolgenden Abbildung zeigt, dass die mittlere Unfallschwere der Radverkehrsunfälle in Wien deutlich unter dem österreichischen Durchschnitt liegt.

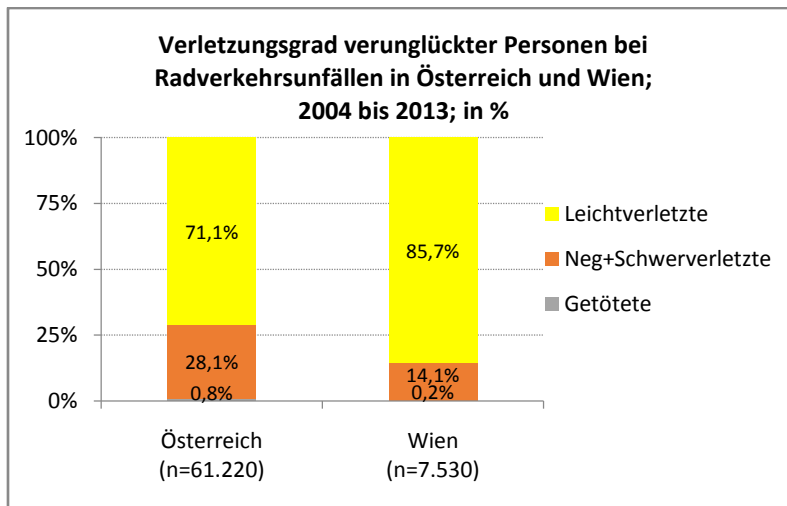


Abbildung 4: Verunglückte Personen bei Radverkehrsunfällen nach Verletzungsgrad in Österreich und Wien von 2004 bis 2013; in %; Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria

Von diesen insgesamt erfassten Radverkehrsunfällen sind für diese Untersuchung jedoch nur Unfälle in Kreuzungsbereichen relevant. Im nachfolgenden Kapitel erfolgen detailliertere Auswertungen zu diesen Kreuzungsunfällen.

4.3. Radverkehrsunfälle nach Kreuzungsart

Bei der Unfallaufnahme werden auch Informationen zur Kreuzungsart erfasst. Dies erfolgte im Unfallzählblatt über so genannte Kennzeichnungen der Unfallstelle. Dabei wird bei der Kreuzungsart prinzipiell zwischen lichtsignalgeregelten Kreuzungen, Kreuzungen mit Verkehrszeichenregelung („Vorrang geben“, „Halt“) und Kreuzungen mit Rechtsvorrang („sonstige Kreuzung“) unterschieden.

Die nachfolgende Darstellung zeigt die Häufigkeit der genannten Kennzeichnungen der Unfallstellen nach deren Kreuzungsart bei Radverkehrsunfällen in Wien im Zeitraum 2004 bis 2011. Der Zeitraum wurde auf die Jahre 2004 bis 2011 beschränkt, da die Analyseergebnisse der Unfälle der Jahre 2012 bis 2013 diesbezüglich stark abweichende Ergebnisse geliefert haben.

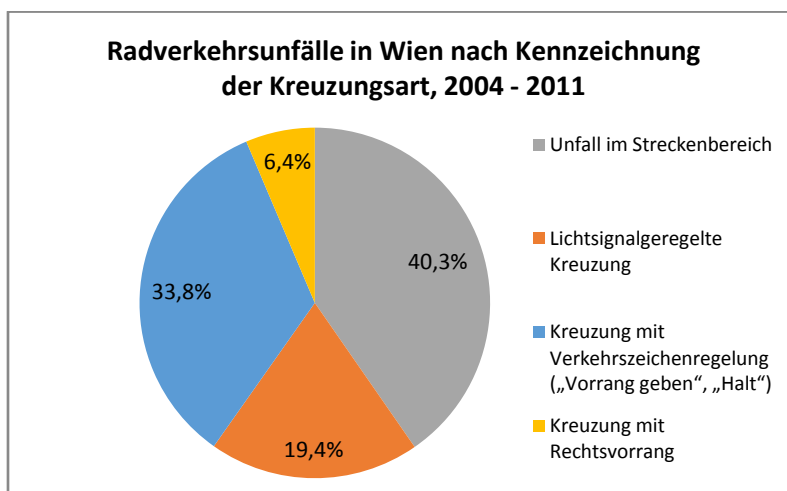


Abbildung 5: Radverkehrsunfälle in Wien nach Kennzeichnung der Kreuzungsart von 2004 bis 2011, relativ (n=4.989 UPS); Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria

Die Auswertung zeigt, dass sich rund 60% aller Radverkehrsunfälle in Wien in Kreuzungsbereichen ereignen. Davon entfallen die meisten Unfälle auf Kreuzungen mit

einer gesonderten Vorrangregelung. Rund jeder fünfte Unfall wird auf Kreuzungen mit Lichtsignalanlagen erfasst. Österreichweit ist der Anteil der Radverkehrsunfälle auf signalgeregelten Kreuzungen im selben Zeitraum mit rund 7% deutlich niedriger. Die hohe Ampeldichte in Wien spiegelt sich also auch im Verkehrsunfallgeschehen wieder.

4.4. Radverkehrsunfälle auf signalgeregelten Kreuzungen

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Auswertungen zu Radverkehrsunfällen auf signalgeregelten Kreuzungen in Wien dargestellt und erläutert.

Die nachfolgende Darstellung zeigt die Anteile der Unfallgegner bei Radverkehrsunfällen auf signalgeregelten Kreuzungen in Wien nach deren Art der Verkehrsbeteiligung. Wenig überraschend zeigt sich, dass die Hauptunfallgegner von Radfahrern in diesen Bereichen Pkw-Lenker sind. Fußgänger sind deutlich weniger häufig an derartigen Unfällen beteiligt.

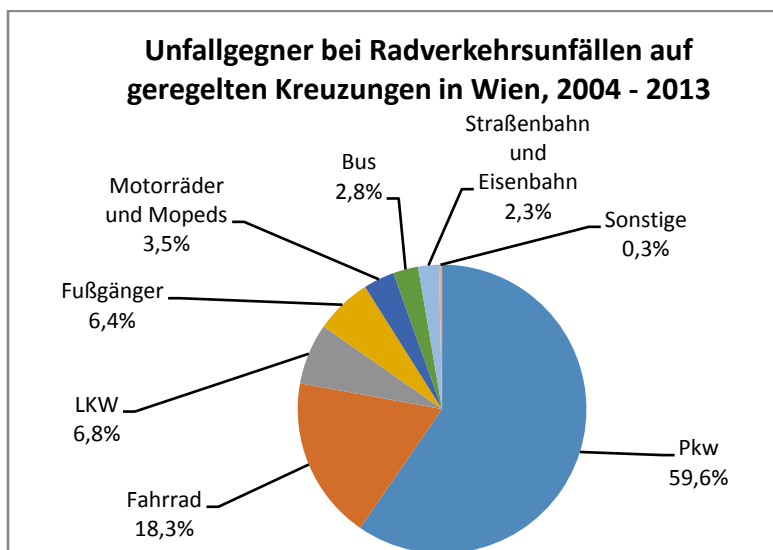


Abbildung 6: Unfallgegner bei Radverkehrsunfällen auf geregelten Kreuzungen in Wien nach Verkehrsart von 2004 bis 2013; relativ (n=1.463 Personen); Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria

Die Analyse der bei diesen Unfällen verunglückten Personen nach Art der Verkehrsbeteiligung zeigt, dass rund 90% der bei diesen Unfällen verunglückten Personen Radfahrer und rund 7% Fußgänger sind.

Seit der Umstellung der Unfalldatenbank auf das Unfalldatenmanagement (UDM) werden nunmehr in der Verkehrsunfallstatistik auch die Hauptunfallverursacher erfasst, soweit bei der Unfallaufnahme ein eindeutiger Verursacher festgestellt werden kann.

Eine Analyse der Hauptunfallverursacher bei Radverkehrsunfällen auf signalgeregelten Kreuzungen in Wien zeigt, dass Pkw-Lenker häufiger als Hauptunfallverursacher angegeben werden, als die beteiligten Radfahrer.

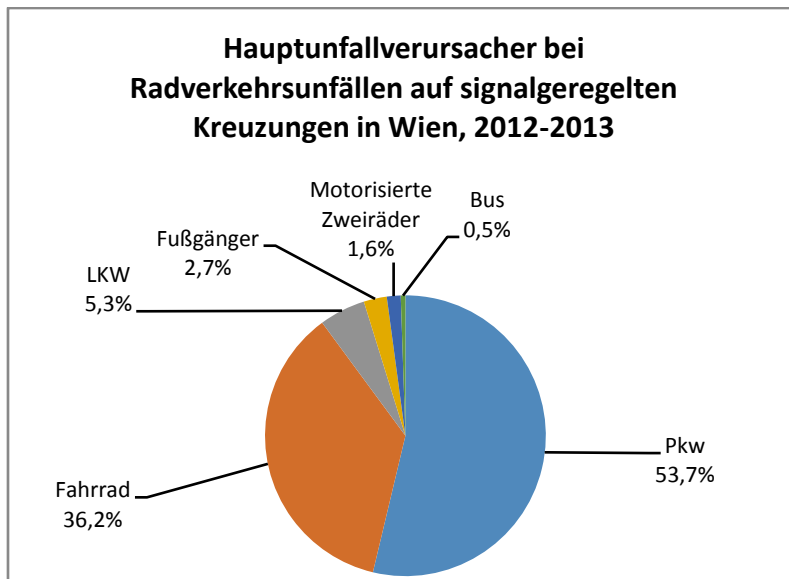


Abbildung 7: Hauptunfallverursacher bei Radverkehrsunfällen auf signalgeregelten Kreuzungen in Wien; 2012 – 2013; relativ (n=188 UPS); Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria

Eine Auswertung der auf signalgeregelten Kreuzungen in Wien verunglückten Radfahrer nach Altersklassen zeigt, dass die am häufigsten betroffene Gruppe die Erwachsenen sind. Eine derartige Auswertung ist für das Thema insofern relevant, als im nachfolgenden Kapitel ein Vergleich mit den verunglückten Radfahrern bei Rotlichtverstößen erfolgt.

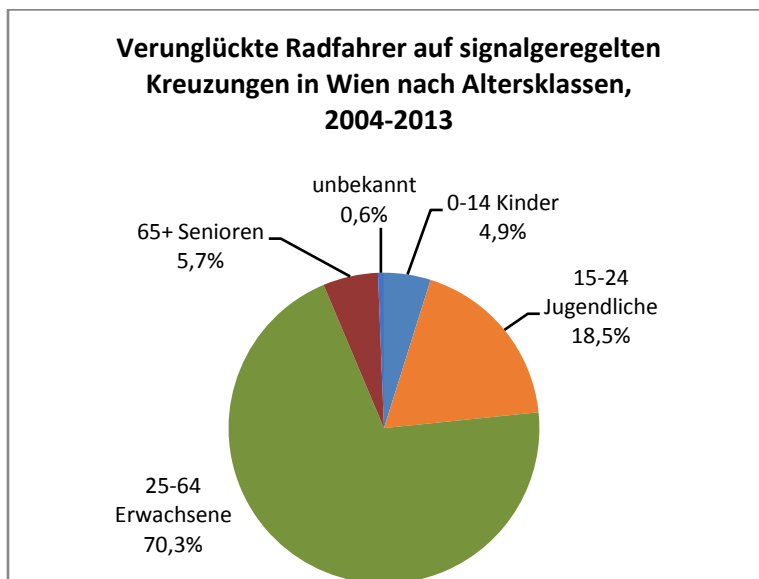


Abbildung 8: Verunglückte Radfahrer auf signalgeregelten Kreuzungen in Wien nach Altersklasse; 2004 bis 2013; relativ (n=1.134); Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria

Die nachfolgende Auswertung zeigt den relativen Verletzungsgrad der verunglückten Radfahrer auf signalgeregelten Kreuzungen in Wien nach deren Altersklassen. Aus den Daten lässt sich ablesen, dass verunglückte Kinder im Schnitt deutlich weniger schwere Unfallfolgen erleiden als ältere Personen. Senioren hingegen weisen eine Tendenz zu einer durchschnittlich höheren Unfallschwere auf.

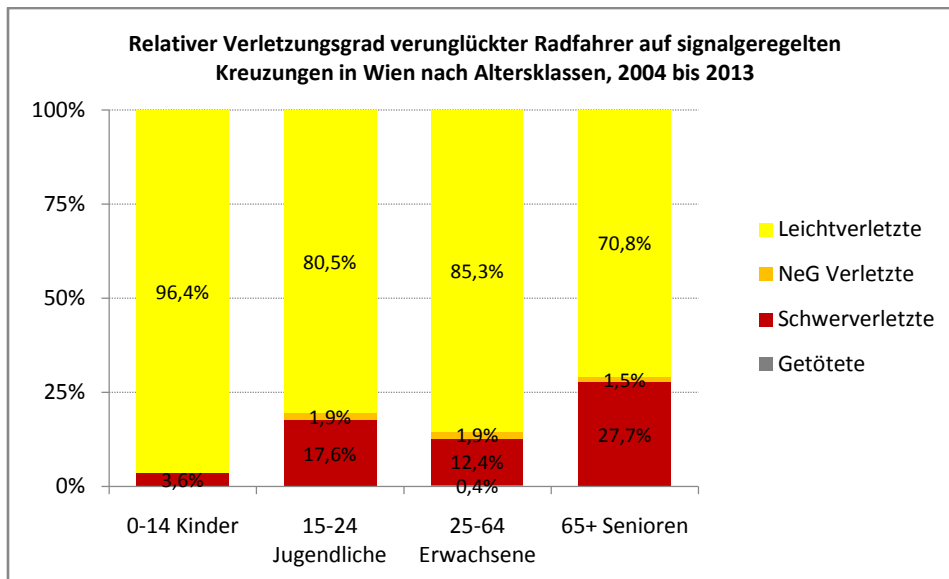


Abbildung 9: Relativer Verletzungsgrad verunglückter Radfahrer auf signalgeregelten Kreuzungen in Wien nach Altersklassen; 2004 bis 2013; relativ (n=1.127); Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria

Die nachfolgende Auswertung zeigt einen Vergleich der Unfallschwere verunglückter Radfahrer auf Kreuzungen in Wien nach Kreuzungsart. Aus den Daten geht hervor, dass sich die mittlere Unfallschwere auf den drei Kreuzungsarten signalgeregelte Kreuzung, Kreuzung mit Verkehrszeichenregelung und Kreuzungen mit Rechtsvorrang nur marginal unterscheiden. Aus diesen Daten lässt sich jedoch nicht unmittelbar ein Rückschluss auf Unterschiede im Unfallrisiko ableiten, da diesbezüglich Informationen zur Unfallwahrscheinlichkeit notwendig wären.

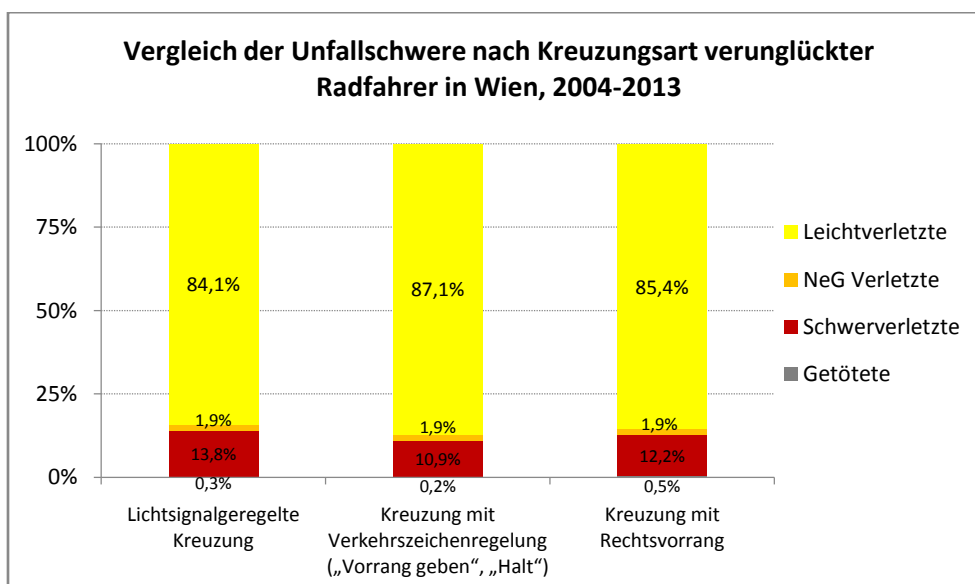


Abbildung 10: Vergleich der Unfallschwere verunglückter Radfahrer auf Kreuzungen in Wien nach Kreuzungsart; 2004 bis 2013; Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria

4.5. Radverkehrsunfälle mit Rotlichtverstoß

Hinsichtlich der Thematik des Rotlichtverstoßes werden in der Unfallstatistik Unfälle mit dem Unfallumstand „nicht beachten der Verkehrsregelung durch den Fahrzeuglenker“ erfasst. Unter diesem Überbegriff sind nach den Informationen der Statistik Austria Unfälle zu verstehen, bei denen ein beteiligter Fahrzeuglenker die Verkehrsregelung bei Arm- oder Lichtzeichen bzw. Signalscheiben missachtet hat (vgl. Statistik Austria, 2007, S. 20).

Im nachfolgenden Kapitel wird das Unfallgeschehen mit beteiligten Radfahrern und dem genannten Unfallumstand näher untersucht und dargelegt. Der Einfachheit halber werden Unfälle mit diesem Unfallumstand als Radverkehrsunfall mit Rotlichtverstoß bezeichnet, da davon ausgegangen werden kann, dass es sich in den allermeisten Fällen um eine Missachtung einer VLSA-Regelung gehandelt hat.

Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass auch bei Unfällen mit Rotlichtverstoß von Radfahrern eine Dunkelziffer besteht, da ein derartiger Unfallumstand in der Unfallaufnahme wohl nur dann aufgenommen wird, wenn dies für die Exekutivorgane eindeutig feststellbar ist. Es ist nicht bekannt wie die Vorgehensweise bei nicht eindeutigen Fällen ist. Über das Ausmaß der Dunkelziffer sind keine Informationen bekannt.

In den letzten 10 Jahren (2004 bis 2013) wurden österreichweit in der Unfallstatistik jährlich rund 91 Unfälle mit Rotlichtverstoß durch einen beteiligten Radfahrer erfasst. Dies entspricht rund 1,6% aller Radverkehrsunfälle in Österreich. Aus dieser Zahl lässt sich ableiten, dass das Rotfahren von Radfahrern im Gesamtverkehrsunfallgeschehen eine vergleichsweise untergeordnete Rolle spielt.

Rund 30% aller in Österreich in diesem Zeitraum erfassten Unfälle mit Rotlichtverstoß durch einen Radfahrer ereigneten sich im Wiener Gemeindegebiet. Dies entspricht wiederum rund 4% aller erfassten Radverkehrsunfälle in Wien. Daraus lässt sich ableiten, dass die Thematik von Rotlichtverstößen durch Radfahrer und etwaiger damit verbundener Unfallgefahren in Wien eine vergleichsweise größere Rolle spielen, wenngleich auch hier festzuhalten ist, dass andere Unfallursachen deutlich häufiger vorkommen.

In der nachfolgenden Darstellung ist die zeitliche Entwicklung des Unfallgeschehens mit Rotlichtverstößen durch Radfahrer in Österreich und Wien in den Jahren 2004 bis 2011 dargestellt. Das Diagramm zeigt sowohl österreichweit als auch in Wien einen stagnierenden Verlauf, wobei relativ große jährliche Schwankungen zu erkennen sind.

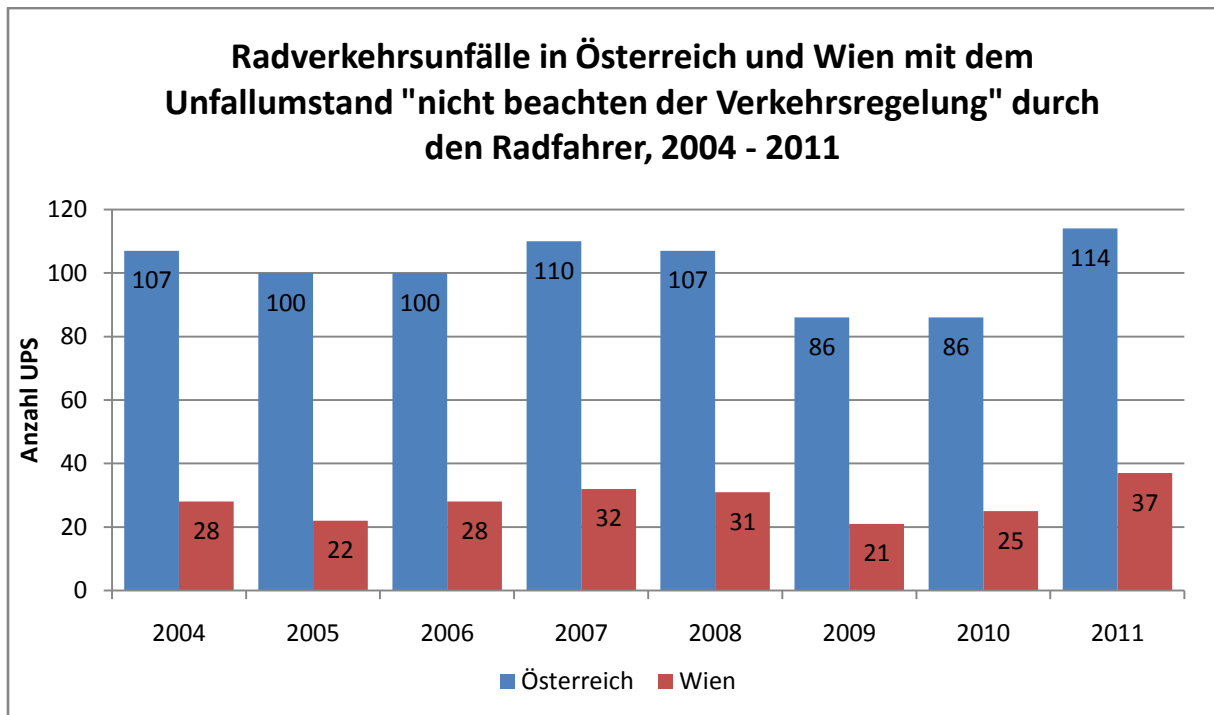


Abbildung 11: Radverkehrsunfälle in Österreich und Wien mit dem Unfallumstand „nicht beachten der Verkehrsregelung“ durch den Radfahrer; Datenquelle: KFV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria

In den Jahren 2012 und 2013 wurden in Österreich 55 bzw. 49 Unfälle mit dem Unfallumstand „Nicht beachten der Verkehrsregelung“ durch einen Radfahrer erfasst. Davon ereigneten sich 25 UPS (2012) bzw. 23 UPS (2013) in Wien. Diese Zahlen sind auf Grund der Änderungen in der Unfallaufnahme bewusst nicht in der Zeitreihe dargestellt und lassen keine Rückschlüsse darauf zu, inwiefern es diesbezüglich in den Jahren 2012 und 2013 zu einer Veränderung im Unfallgeschehen gekommen ist.

Betrachtet man als Vergleich das Unfallgeschehen auf signalgeregelten Kreuzungen in Wien im Zeitraum 2004 bis 2013 (1.141 UPS), zeigt sich dass der **Anteil der Unfälle mit Rotlichtverstoß** durch einen Radfahrer bei **rund einem Viertel** liegt (272 UPS).

Eine Auswertung der Unfallgegner bei Radverkehrsunfällen mit Rotlichtmissachtung zeigt, dass Radfahrer in mehr als der Hälfte der Fälle mit einem Pkw kollidieren (siehe nachfolgende Abbildung). Zweithäufigster Unfallgegner sind jedoch Fußgänger (rund 12% der untersuchten Unfälle). Es folgen Kollisionen mit motorisierten Zweirädern (rund 9 %) und mit Straßenbahnen (rund 7%). Nur in rund 4% der Fälle kollidieren Radfahrer dabei mit anderen Radfahrern.

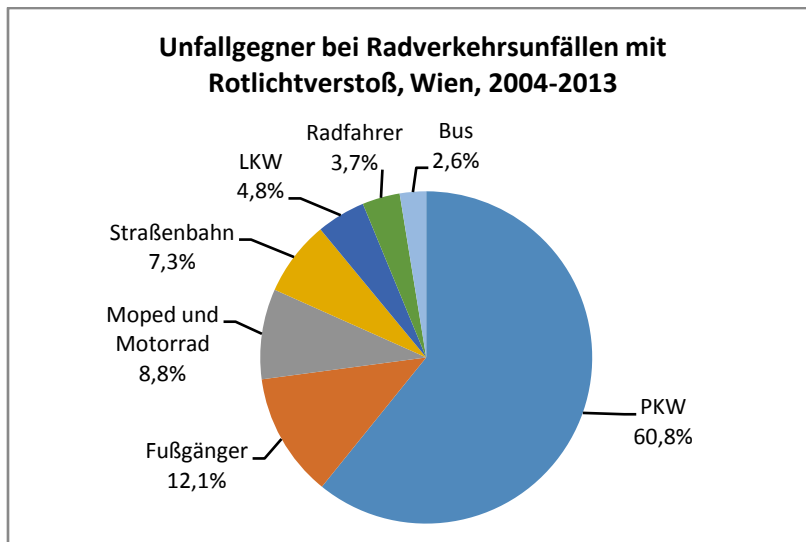


Abbildung 12: Unfallgegner bei Radverkehrsunfällen mit Rotlichtverstoß in Wien; 2004 – 2013; relativ (n=273 Beteiligte); Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria

Verglichen mit den erfassten Radverkehrsunfällen auf lichtsignalgeregelten Kreuzungen zeigt sich, dass der Anteil der Kollisionen mit Fußgängern bei Unfällen mit Rotlichtverstoß deutlich höher ist.

Eine Auswertung der Radverkehrsunfälle mit Rotlichtverstoß durch einen Radfahrer nach Lichtverhältnissen zeigt, dass sich drei Viertel dieser Unfälle bei Tageslicht ereignen. Ein Viertel dieser Unfälle ereignet sich bei künstlicher Beleuchtung, Dämmerung oder Dunkelheit (siehe nachfolgende Abbildung).

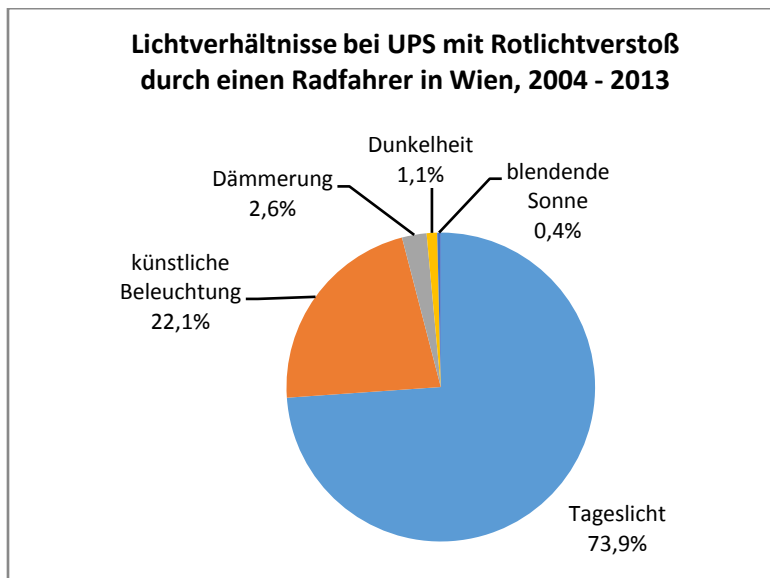


Abbildung 13: Lichtverhältnisse bei UPS mit beteiligtem Radfahrer bei Rotlicht in Wien, 2004 – 2013; (n=272 UPS); Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria

Ein Vergleich mit den Radverkehrsunfällen ohne Rotlichtverstoß auf signalgeregelten Kreuzungen in Wien zeigt, dass der Anteil der Unfälle bei künstlicher Beleuchtung, Dämmerung oder Dunkelheit bei diesen Unfällen etwas niedriger ist (rund 17%).

Vergleicht man die Lichtverhältnisse bei Radverkehrsunfällen auf signalgeregelten Kreuzungen mit Kreuzungen mit Rechtsvorrang und Kreuzungen mit Verkehrszeichenregelung, zeigen sich hierbei keine großen Unterschiede.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Verteilung der Radverkehrsunfälle mit Rotlichtverstoß in Wien nach der Tageszeit in Stunden. Die zeitliche Verteilung der Radverkehrsunfälle ist im Wesentlichen auf das Radverkehrsaufkommen nach Tageszeit zurückzuführen. Aus der Abbildung ist zu erkennen, dass sich nur ein geringer Teil der Unfälle zwischen 20 Uhr Abends und 6 Uhr morgens ereignet. Zudem ist eine eindeutige Nachmittagsspitze zwischen 15 und 18 Uhr zu erkennen.

Verglichen mit den Radverkehrsunfällen auf signalgeregelten Kreuzungen in Wien ohne Rotlichtverstoß, zeigt sich analog zu den Lichtverhältnissen, dass sich Unfälle mit Rotlichtmissachtung anteilig häufiger in der Nacht ereignen.

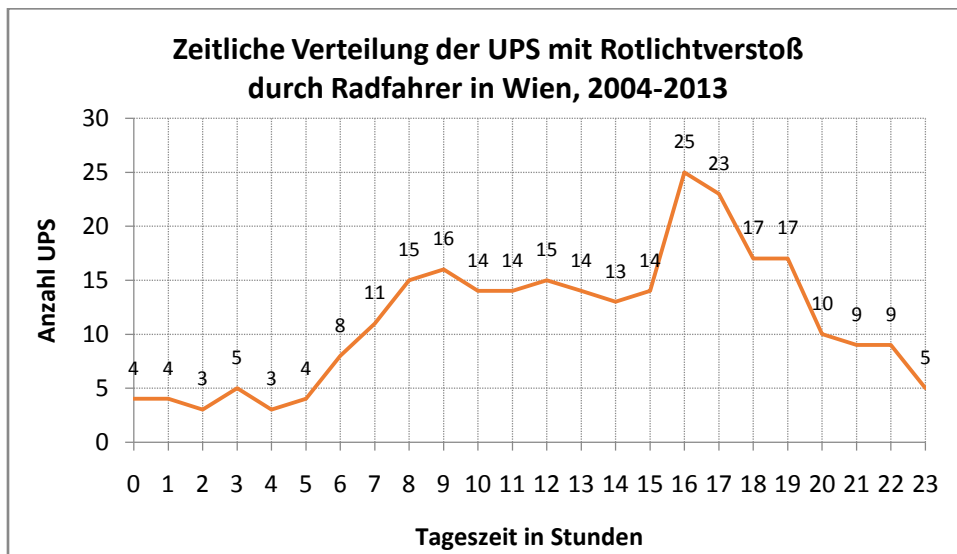


Abbildung 14: Zeitliche Verteilung der UPS mit Rotlichtverstoß durch Radfahrer in Wien; 2004-2013; (n=272 UPS); Datenquelle: KFV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria

Analysiert man die genannten Radverkehrsunfälle nach Wochentag, zeigt sich, dass sich die meisten Unfälle an einem mittleren Werktag (Dienstag bis Donnerstag) ereignen. Am Wochenende ist das Unfallgeschehen deutlich niedriger. Diese Unterschiede sind im Wesentlichen auf das unterschiedliche Radverkehrsaufkommen nach Wochentag zurückzuführen.

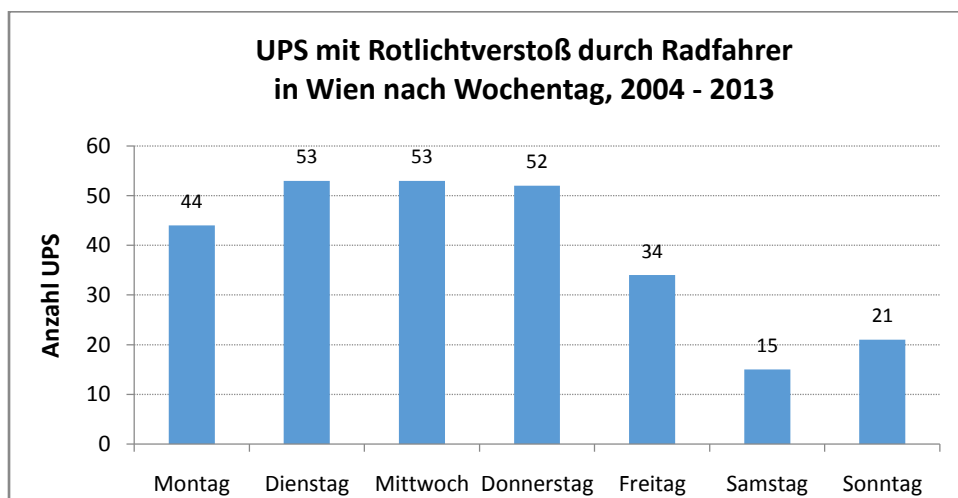


Abbildung 15: UPS mit Rotlichtverstoß durch Radfahrer in Wien nach Wochentag; 2004-2013; (n=272 UPS); Datenquelle: KFV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria

Ein Vergleich mit den Radverkehrsunfällen auf signalgeregelten Kreuzungen in Wien ohne Rotlichtverstoß zeigt, dass es bei der Verteilung der Unfälle nach Wochentag keine gravierenden Unterschiede gibt.

Die Auswertung der genannten Unfälle nach Monat ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

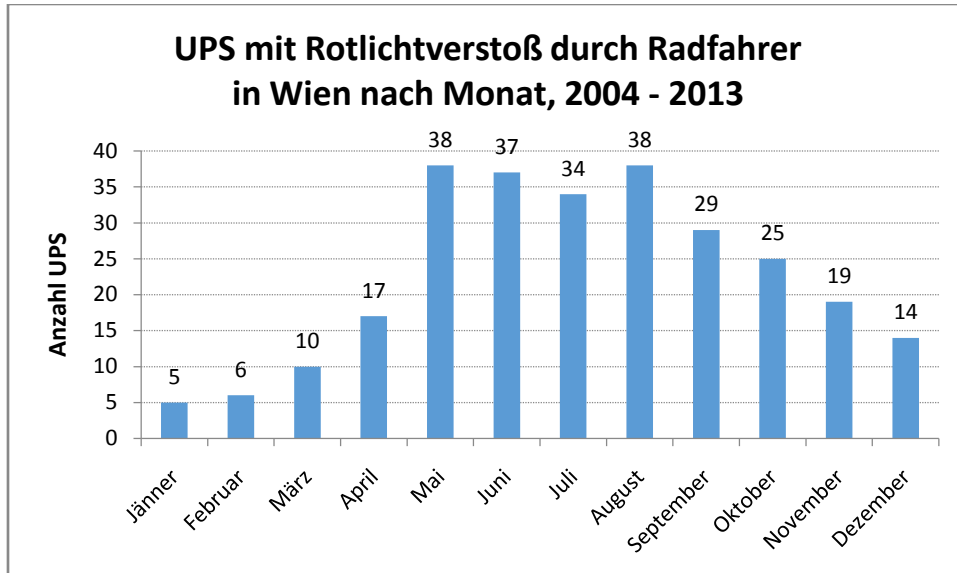


Abbildung 16: UPS mit Rotlichtverstoß durch Radfahrer in Wien nach Monat; 2004-2013; (n=272 UPS);
Datenquelle: KFV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria

Die Darstellung zeigt, dass sich in der warmen Jahreszeit zwischen Mai und September analog zum höheren Radverkehrsaufkommen auch die meisten Unfälle mit Rotfahrern ereignen. Im Vergleich zu den anderen Radverkehrsunfällen auf signalgeregelten Kreuzungen zeigen sich hierbei keine Unterschiede im zeitlichen Verlauf.

Um zu untersuchen, ob Radfahrer, die eine Rotlichtmissachtung begehen und dabei verunfallen schwerere Unfallfolgen erleiden, wurde ein Vergleich der Unfallschwere berechnet (siehe nachfolgende Abbildung). Dabei wurden verunglückte Radfahrer auf signalgeregelten Kreuzungen ohne Rotlichtverstoß mit den verunglückten Radfahrern mit Rotlichtmissachtung verglichen.

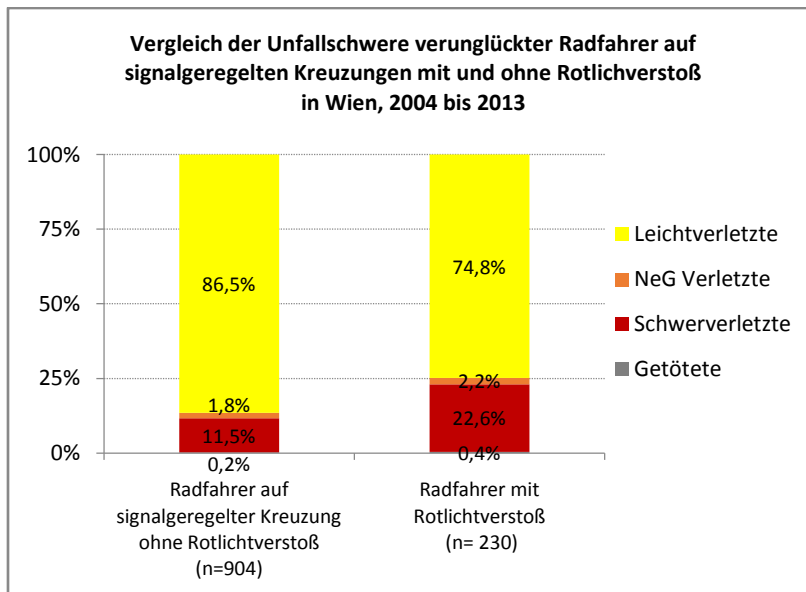


Abbildung 17: Vergleich der Unfallschwere verunglückter Radfahrer auf signalregelten Kreuzungen ohne und mit Rotlichtmissachtung in Wien; 2004 bis 2013; Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria

Die Auswertung zeigt, dass Radfahrer, die nach einer Rotlichtmissachtung an einem Unfall beteiligt sind, durchschnittlich deutlich schwerere Unfallfolgen erleiden. Der Anteil der Schwerverletzten bzw. NeG Verletzten und Getöteten ist bei Rotfahrern mehr als doppelt so hoch wie bei den verunglückten Radfahrern auf signalregelten Kreuzungen ohne Rotlichtverstoß.

Ein Vergleich der Altersverteilung verunglückter Radfahrer auf signalregelten Kreuzungen in Wien mit und ohne Rotlichtverstoß nach Geschlecht und nach 10-jährigen Altersgruppen zeigt, dass der Anteil der unter 30 jährigen bei Unfällen mit Rotlichtverstoß bei beiden Geschlechtern höher ist. Grundsätzlich gibt es aber nur geringe Unterschiede in der Altersverteilung.

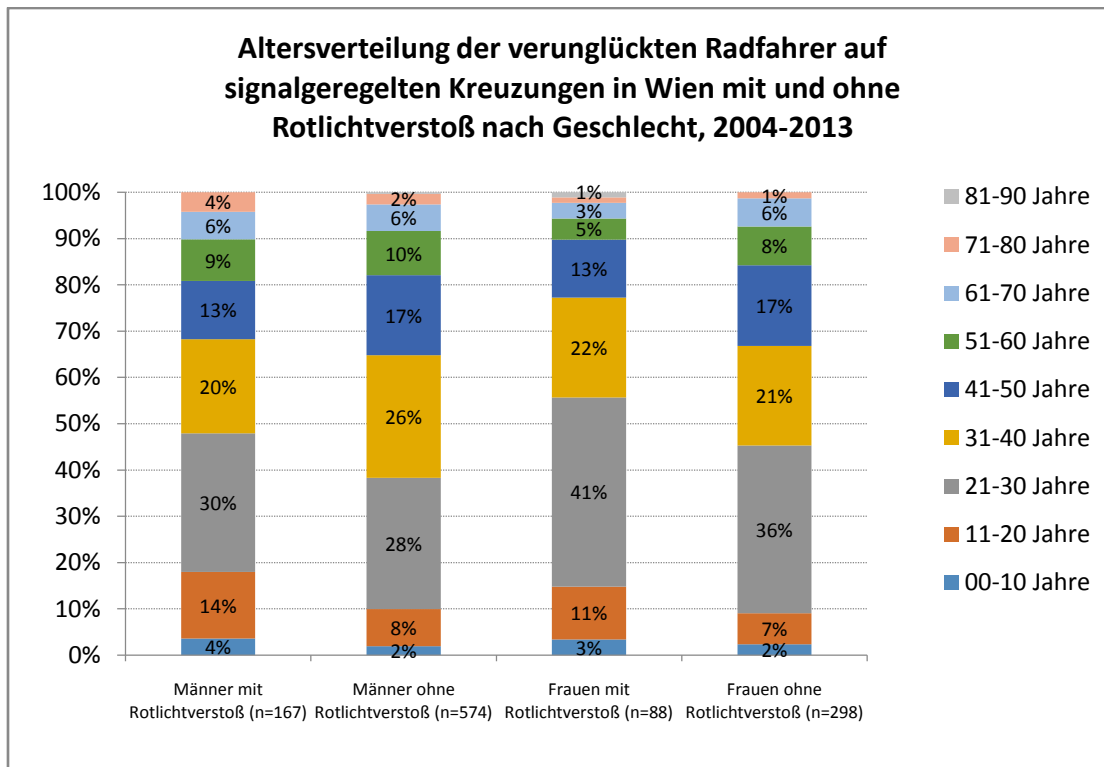


Abbildung 18: Altersverteilung der verunglückten Radfahrer auf signalgeregelten Kreuzungen in Wien mit und ohne Rotlichtmissachtung nach Geschlecht, 2004 bis 2013, relativ; Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria

Geschlechterspezifische Unterschiede konnten bei den Analysen nach Altersklasse nicht festgestellt werden. Grundsätzlich ist aber festzuhalten, dass Männer im Allgemeinen deutlich häufiger mit dem Fahrrad verunglücken. Der Anteil der verunglückten Männer auf signalgeregelten Kreuzungen beträgt sowohl bei Unfällen mit Rotlichtverstoß als auch bei Unfällen ohne diesen rund 65%.

In den nachfolgenden Tabellen sind die sechs häufigsten Unfalltypen auf geregelten Kreuzungen gereiht nach deren Häufigkeit dargestellt. In der ersten Tabelle wurden dabei nur Unfälle ohne Rotlichtverstoß durch den Radfahrer ausgewertet. Die zweite Tabelle beinhaltet die Unfälle mit Rotlichtverstoß.

Tabelle 3: Sechs häufigste Unfalltypen bei Radverkehrsunfällen ohne Rotlichtverstoß durch den Radfahrer auf signalgeregelten Kreuzungen in Wien, 2004-2013; Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria



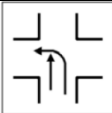

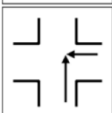
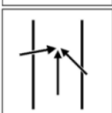


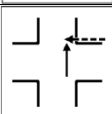
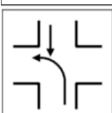
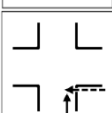
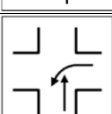
Rang	Unfalltyp ID	Skizze	Unfalltyp Bezeichnung	Anzahl der UPS	Anteil an allen UPS
1	411		Kollision beim Linksabbiegen	231	25,4%
2	312		Rechtsabbieger mit Geradeausfahrendem	162	17,8%
3	322		Linksabbieger mit Geradeausfahrendem	97	10,6%
4	451		Rechtsabbiegen bei besonderem Gegenverkehr	73	8,0%
5	511		Kollision auf der Kreuzung	63	6,9%
6	951		Kollision mit querenden Radfahrern	21	2,3%

Tabelle 4: Sechs häufigste Unfalltypen bei Radverkehrsunfällen mit Rotlichtverstoß durch den Radfahrer in Wien, 2004-2013; Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria

Rang	Unfalltyp ID	Skizze	Unfalltyp Bezeichnung	Anzahl der UPS	Anteil an allen UPS
1	511		Kollision auf der Kreuzung	162	59,6%
2	951		Kollision mit querenden Radfahrern	34	12,5%
3	812		Kollision mit Fußgänger von rechts nach der Querstraße	18	6,6%
4	411		Kollision beim Linksabbiegen	15	5,5%
5	811		Kollision mit Fußgänger von rechts vor der Querstraße	9	3,3%
6	622		Linksabbieger mit entgegenkommendem Fahrzeug	5	1,8%

Aus der Auswertung geht hervor, dass es sich bei über 60% der Radverkehrsunfälle ohne Rotlichtmissachtung auf signalgeregelten Kreuzungen um Kollisionen zwischen Abbiegern und Geradeausfahrenden handelt. Es ist davon auszugehen, dass es sich dabei größtenteils um bedingt verträgliche Ströme zwischen abbiegenden Fahrzeugenkern und parallel geführten RFA handelt, die in einer gemeinsamen Ampelphase geführt werden.

Bei Rotlichtmissachtungen durch Radfahrer kommt es hingegen am häufigsten zu rechtwinkligen Kollisionen mit anderen geradeausfahrenden Fahrzeugenkern auf der Kreuzung.

4.6. Räumliche Analysen von Radverkehrsunfällen mit Rotlichtverstoß in Wien

Um mehr über die Unfallstellen mit Rotlichtverstößen durch Radfahrer zu erfahren und etwaige Unfallhäufungsstellen zu identifizieren, wurden auch räumliche Analysen im Untersuchungsgebiet Wien durchgeführt.

Im ersten Schritt erfolgte eine Auswertung der Örtlichkeiten aller Radverkehrsunfälle mit Rotlichtverstoß durch einen Radfahrer der letzten 10 Jahre in Wien getrennt nach den Wiener Bezirken. Die nachfolgende Karte dient dazu, das Ergebnis zu veranschaulichen. Es zeigt sich, dass sich auf Bezirksebene die meisten der genannten Unfälle im ersten Wiener Gemeindebezirk ereigneten (50 UPS). Es folgen der 9. Bezirk (27 UPS), der 7. Bezirk (20 UPS), der 22. Bezirk (19 UPS) sowie der 2. Bezirk (17 UPS). Am wenigsten Unfälle mit Rotlichtverstößen wurden in den westlichen und südlichen Außenbezirken erfasst.

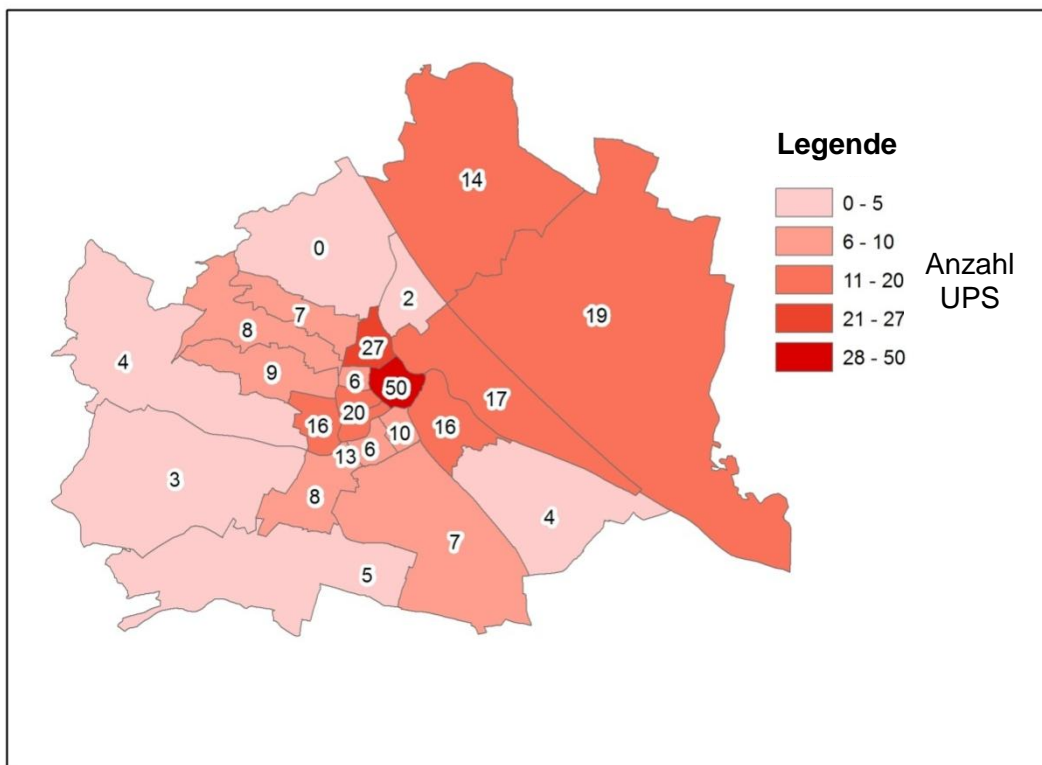


Abbildung 19: Anzahl der UPS mit Rotlichtverstoß durch einen Radfahrer nach den Wiener Bezirken, 2004 – 2013; Datenquelle: KFV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria

Im nächsten Analyseschritt wurden die Örtlichkeiten der untersuchten Verkehrsunfälle mittels GIS-Analyse hinsichtlich ihrer genauen Unfallverortung untersucht. Die räumliche Zuordnung erfolgte anhand der in der Unfalldatenbank des KFV gegebenen Koordinaten der Unfallstelle. Die Koordinaten wurden für Daten aus dem Zeitraum 2004 bis 2011 vom

KFV aus den Adressangaben, den Straßen- bzw. Kreuzungscodes oder der Kombination Straßename und Straßenkilometer berechnet. Für den Zeitraum 2012 bis 2013 wurden die Koordinaten aus dem UDM verwendet. Von den insgesamt untersuchten 272 Unfällen mit Rotlichtverstoß im Zeitraum 2004 bis 2013 konnten dabei 21 Unfälle nicht eindeutig zugeordnet werden. Diese nicht verortbaren Unfälle sind Datensätze aus den Jahren 2004 bis 2011, die keine eindeutigen Adressangaben oder Straßenkilometer und keinen bekannten Kreuzungscodes aufweisen.

Aus der räumlichen Analyse zeigte sich, dass sich die meisten der erfassten Unfälle auf den Hauptradwegen des Wiener Ringrundradweges (62 UPS) und des Gürtelradweges (44 UPS) ereigneten. Weitere Radrouten bzw. Straßenabschnitte mit nennenswerten Häufungen sind der Wientalradweg, die Mariahilfer Straße sowie die Praterstraße.

In weiterer Folge wurde untersucht, ob es Stellen gibt, wo es in den letzten 10 Jahren vermehrt zu Unfällen mit Rotlichtverstößen durch Radfahrer gekommen ist. Diese Analyse wurde nach Ermittlung des räumlichen Abstands der Unfälle zueinander durchgeführt. Als Buffer wurde dabei ein Wert von 50 Metern festgelegt. Aus diesem Analyseschritt ergab sich eine erste Liste von möglichen Häufungspunkten. Anhand der zur Verfügung stehenden Informationen zur Örtlichkeit der einzelnen Unfälle (Koordinaten, Straßennamen, Hausnummer, Straßencodes) wurde überprüft, ob sich die ermittelten Stellen tatsächlich auf einer eindeutig identifizierbaren Straßenstelle oder Kreuzung ereigneten. In einzelnen Fällen wurden dabei Unfallstellen aus der weiteren Analyse ausgeschlossen, wenn sich Unfälle beispielsweise innerhalb des 50 Meter Buffers zueinander ereignet haben, dies aber zwei verschiedene Kreuzungen betrifft.

Als Analyseergebnis wurden 11 Kreuzungen ermittelt, auf denen in den letzten 10 Jahren zumindest drei Unfälle mit Rotlichtverstößen durch Radfahrer erfasst wurden. Die Liste der ermittelten Kreuzungen ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 5: Unfallhäufungen in Wien mit dem Unfallumstand „nicht beachten der Verkehrsregelung“ durch einen beteiligten Radfahrer, 2004-2013; Datenquelle: KFV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria

Kreuzung	Anzahl der UPS von 2004 - 2013
Julius-Raab-Platz / Aspernbrücke / Franz-Josefs-Kai / Uraniastraße	5
Lerchenfelder Gürtel / Neubaugürtel / Burggasse	5
Rathausplatz / Universitätsring	4
Schottenring / Wipplingerstraße	4
Roßauer Lände / Maria Theresien Straße	4
Lerchenfelder Gürtel / Pfeilgasse	4
Schönbrunner Schloßbrücke / Hadikgasse / Schloßallee	3
Mariahilfer Straße / Kirchengasse / Barnabitingasse	3
Herbert-von-Karajan-Platz / Opernring / Kämtner Ring / Kämtner Straße	3
Hasnerstraße / Lerchenfelder Gürtel	3
Praterstern / Nordbahnstraße / Kleine Stadtgutgasse	3

Die ermittelten Kreuzungen können jedoch nicht unmittelbar als Unfallhäufungsstellen bezeichnet werden. Die RVS 02.02.21 „Verkehrssicherheitsuntersuchung“ ist eine Richtlinie mit Handlungsvorschriften mit bindendem Charakter. Sie gibt die Vorgehensweise für die

systematische Sanierung von Unfallstellen vor. Dies beinhaltet neben der Analyse des Unfallgeschehens hinsichtlich der Unfallhäufigkeit, gleichartiger Unfallmerkmale und Unfalltypen auch die Untersuchung der Verkehrsanlage (des Straßenumfeldes) und des Verkehrsablaufes (Verhalten). In weiterer Folge sollen dabei maßgebende Mängel erfasst werden, die im Zusammenhang mit den Unfallursachen stehen und daraus Maßnahmen zur Sanierung ebendieser Stellen abgeleitet werden. Gemäß RVS 02.02.21 „Verkehrssicherheitsuntersuchung“ werden Unfallhäufungsstellen wie folgt definiert:

„Ein Knoten oder Streckenbereich bis zu einer Länge von 250 m ist als Unfallhäufungsstelle zu bezeichnen, wenn sich an einer Stelle mindestens drei gleichartige Unfälle mit Personenschaden in drei Jahren ereignet haben und der Relativkoeffizient den Wert 0,8 erreicht oder übersteigt oder mindestens fünf gleichartige Unfälle (einschließlich Unfälle mit Sachschäden) in einem Jahr ereignet haben.“ (RVS 02.02.21, S. 9)

Die Einstufung als gleichartige Unfälle erfolgt über eine Merkmalsliste der RVS 02.02.21. Bei der Überprüfung der Gleichartigkeit sind zunächst die Annäherungsrichtungen zu überprüfen. Zudem sind in der RVS zusammengehörige Unfalltypenuntergruppen aufgelistet. Gemäß RVS gilt es „jene relevanten Unfalltypenhäufungen zu finden, die auf Grund der Annäherungsrichtung von Verkehrsteilnehmern in einem ortsspezifischen Zusammenhang stehen“ (vgl. RVS 02.02.21, S. 11)

Der Relativkoeffizient kann für die ermittelten Kreuzungen nicht berechnet werden, da diesbezüglich Daten zum JDTV vorliegen müssten. Betrachtet man nur das Kriterium der RVS von drei gleichartigen Unfällen in drei Jahren, so treffen diese auf die folgenden fünf ermittelten Knotenpunkte zu:

- Kreuzung zwischen Franz-Josefs-Kai und Maria-Theresien-Straße (4 gleichartige UPS der Unfalltypen 511 und 951 im Zeitraum 2011 bis 2013)
- Kreuzung zwischen Julius-Raab-Platz und Aspernbrücke und Franz-Josefs-Kai und Uraniastraße (3 gleichartige UPS des Unfalltyps 511 im Zeitraum 2011 bis 2013)
- Kreuzung zwischen Lerchenfelder Gürtel und Pfeilgasse (3 gleichartige UPS des Unfalltyps 511 im Zeitraum 2011 bis 2013)
- Kreuzung zwischen Rathausplatz und Universitätsring (3 gleichartige UPS der Unfalltypen 511 und 951 im Zeitraum 2009 bis 2011)
- Kreuzung zwischen Praterstern, Nordbahnstraße und kleine Stadtgutgasse (3 gleichartige UPS des Unfalltyps 511 im Zeitraum 2007 bis 2008)

Nicht bekannt ist, ob an den ermittelten Unfallhäufungsstellen bereits Sicherheitsuntersuchungen und Sanierungsmaßnahmen durchgeführt wurden.

Die ermittelten Unfallhäufungspunkte wurden zudem dahingehend untersucht, ob sich einzelne der ermittelten Stellen für eine vergleichende Erhebung der Anhaltebereitschaft eignen. Diesbezüglich wurden alle Kreuzungen aus Tabelle 5 dahingehend untersucht, ob sich im Untersuchungszeitraum zumindest drei Unfälle auf einem eindeutig zuordenbaren Übergang für den Radverkehr ereigneten. Eine derartige Analyse erschien erforderlich, da aus Gründen der zur Verfügung stehenden Zeit pro Kreuzung nur Erhebungen an einer ausgewählten RFÜ möglich sind. Eine Gegenüberstellung der ermittelten Anhaltebereitschaft und der erfassten Verkehrsunfälle ist natürlich nur dann zweckmäßig, wenn sich diese Ergebnisse eindeutig auf die gleiche Querungsstelle beziehen. Zu diesem

Zweck wurden die Fahrtrichtungen der Kollisionspartner, die vorhandene Verkehrsinfrastruktur und weitere Kennzeichnungen der Unfallstelle in der Unfalldatenbank analysiert und verglichen. In Abhängigkeit der Anzahl der an einem Kreuzungspunkt vorhandenen Querungsstellen für Radfahrer und der genannten Informationen konnten folgende Standorte ermittelt werden:

- Kreuzung zwischen Franz-Josefs-Kai und Maria-Theresien-Straße (Querung der Maria-Theresien-Straße)
- Kreuzung Lerchenfelder Gürtel und Pfeilgasse (Querung des Lerchenfelder Gürtels)
- Kreuzung zwischen Rathausplatz und Universitätsring (Querung des Universitätsrings)
- Kreuzung zwischen Hasnerstraße und Lerchenfelder Gürtel (Querung des Lerchenfelder Gürtels)

Da die Kreuzung zwischen Rathausplatz und Universitätsring lediglich einen Schutzweg aufweist, wurde diese als Beobachtungsstandort ausgeschlossen. Die übrigen drei Kreuzungen wurden daher als Standorte für die Feldforschung ausgewählt (siehe nachfolgendes Kapitel 5).

5. Feldforschung: Erhebung der Anhaltebereitschaft

Der nachfolgende empirische Teil dieser Arbeit umfasst die Erhebung und Analyse der Häufigkeit von Rotlichtüberfahrungen durch Radfahrer sowie ausgewählter relevanter verkehrstechnischer Indikatoren. Zunächst erfolgt eine Definition der Erhebungssettings, um die Vielzahl an unterschiedlichen Kreuzungssituationen und Ausführungen von Verkehrslichtsignalanlagen zu kategorisieren und somit einen Vergleich der Erhebungsergebnisse zu ermöglichen (siehe Kapitel 5.1). Anschließend wird die Methodik der Standortwahl beschrieben und die betroffenen Kreuzungen aufgelistet (siehe Kapitel 5.2). Danach folgt eine detaillierte Beschreibung der Erhebungsmethodik und des Erhebungsablaufes (siehe Kapitel 5.3). Im Kapitel 5.4 werden die gewählten Erhebungsstandorte aus verkehrstechnischer Sicht beschrieben und analysiert. Zusätzlich zu der Erhebung der Anhaltebereitschaft wurden einzelne Messfahrten auf ausgewählten Routen in Wien durchgeführt, um die Ampeldichte und die durchschnittliche Wartezeit zu ermitteln (siehe Kapitel 5.5). Kapitel 5.6 beinhaltet die Ergebnisse der Vorerhebungen, die zur Selektion der Standorte mit gehäuften Rotlichtüberfahrten durchgeführt wurden. Darauf folgt Kapitel 5.7 mit den Endergebnissen der Erhebungen. Die Resultate werden dabei zunächst über alle Erhebungsstandorte zusammengefasst vorgestellt. Danach folgen differenzierte Auswertungen nach Alter, Geschlecht, Erhebungssetting und den einzelnen Standorten. In Kapitel 5.8 werden abschließend mögliche Einflussfaktoren auf die erhobenen Rotlichtmissachtungen einer statistischen Analyse unterzogen.

5.1. Definition der Settings

Da es eine Vielzahl von unterschiedlichen Kreuzungssituationen und Ausführungen von Verkehrslichtsignalanlagen gibt, wurden für die Standortwahl des empirischen Teils dieser Arbeit fünf Erhebungssettings definiert, um zu vergleichbaren Ergebnissen zu kommen. Nachfolgend werden diese Settings und zusammen mit ihren Kriterien aufgelistet:

Setting 1 – RW kreuzt einen Fahrstreifen:

- Vorhandensein einer signalgeregelten RFÜ im Kreuzungsbereich im Ein- oder Zweirichtungsverkehr
- VLSA mit eigener Signalisierung für Radfahrer oder gemeinsamer Signalisierung mit dem Fußgängerverkehr
- Vorhandensein von einem Fahrstreifen für den Kfz-Verkehr, welchen die RFA kreuzt
- Zulässige Höchstgeschwindigkeit im Querverkehr von 30 km/h oder 50 km/h

Setting 2 – RW kreuzt mehr als einen Fahrstreifen:

- Vorhandensein einer signalgeregelten RFÜ im Kreuzungsbereich im Ein- oder Zweirichtungsverkehr
- VLSA mit eigener Signalisierung für Radfahrer oder gemeinsamer Signalisierung mit dem Fußgängerverkehr
- Vorhandensein von mehr als einem Fahrstreifen für den Kfz-Verkehr (im Ein- oder Zweirichtungsverkehr), welche die RFA kreuzt
- Zulässige Höchstgeschwindigkeit im Querverkehr von 50 km/h

Setting 3 – Druckknopfampel für Radfahrer:

- Vorhandensein einer signalgeregelten RFÜ im Kreuzungsbereich im Ein- oder Zweirichtungsverkehr
- Vorhandensein einer Druckknopfampel mit eigener Signalisierung für Radfahrer oder gemeinsamer Signalisierung mit dem Fußgängerverkehr
- Vorhandensein von zumindest einem Fahrstreifen für den Kfz-Verkehr (im Ein- oder Zweirichtungsverkehr), welchen die RFA kreuzt
- Zulässige Höchstgeschwindigkeit im Querverkehr von 30 km/h oder 50 km/h

Setting 4 – RW kreuzt Fußgängerübergang:

- Vorhandensein einer RFA (Ein- oder Zweirichtungsradweg) im Kreuzungsbereich
- Vorhandensein eines signalgeregelten Schutzweges, welchen die RFA kreuzt
- VLSA mit eigener Signalisierung für Radfahrer
- Vorhandensein von keinem Fahrstreifen für den Kfz-Verkehr, welchen die RFA kreuzt

Setting 5 – Unfallhäufungsstelle mit Radfahrer nach Rotlichtverstoß:

- Kreuzung mit VLSA mit zumindest drei Verkehrsunfällen mit beteiligten Radfahrern mit dem Unfallumstand „nicht beachten der Verkehrsregelung“ durch den Radfahrer im Zeitraum zwischen 2004 und 2013, die eindeutig einem für Radfahrer vorgesehenen Übergang zuzuordnen sind (siehe Kapitel 4.6)

Hinsichtlich der Dauer der Grün- und Rotphasen bzw. der Umlaufzeiten sowie der Querungslängen wurden keine Kriterien festgelegt. Dies erschien nicht zielführend, da die mögliche Standortauswahl dadurch stark eingeschränkt worden wäre. Innerhalb der Settings gibt es daher im Bezug auf diese Einflussfaktoren größere Unterschiede.

5.2. Auswahl der Standorte

Hauptziel der Auswahl von Standorten für die Settings 1-4 war es, Kreuzungen zu identifizieren, bei denen häufige Rotlichtmissachtungen von Radfahrern zu erwarten sind. Die Erfassung derartiger Problemstellen erfolgte auf Basis von Befahrungen des Wiener Radwegenetzes mit dem Fahrrad. Vor der tatsächlichen Festlegung der ausgewählten Untersuchungsstandorte wurde eine größere Erstauswahl von möglichen Standorten besichtigt und vorab hinsichtlich einer Eignung geprüft. Dabei wurde insbesondere darauf geachtet, Standorte auszuwählen, die ein entsprechend hohes Radverkehrsaufkommen aufweisen, um eine möglichst große Stichprobe zu erhalten. Die in der ersten Vorauswahl ausgeschlossenen Standorte werden nicht näher in dieser Arbeit behandelt, da dadurch kein Informationsgewinn für diese Forschungsarbeit zu erwarten ist.

Für die Settings 1-4 wurden in weiterer Folge 5 Standorte ausgewählt. An jedem dieser Kreuzungen wurde die Anhaltebereitschaft der Radfahrer im Zuge einer Vorerhebung mit einer Stichprobe von zumindest 25 Personen erhoben, nach der eine Erstreichung der Standorte erfolgte (siehe Pkt. 5.5). Ziel dieser Vorauswahl war die Identifikation von „Hot Spots“, bei denen in weiterer Folge detaillierte Erhebungen durchgeführt wurden. Der Fokus auf Problemstellen bedeutet jedoch auch, dass die Standortwahl als Gesamtheit keine repräsentative Stichprobe für alle Lichtsignalanlagen für den Radverkehr in Wien darstellt. Die ermittelten Rotfahrerquoten gelten somit nicht als Durchschnittswerte für das gesamte

Wiener Radwegenetz. Die gezielte Auswahl von Problemstellen führt auch dazu, dass sich die ausgewählten Erhebungsstandorte sehr nah um das Wiener Stadtzentrum und den Ring Radweg konzentrieren.

In der nachfolgenden Tabelle sind die ausgewählten Erhebungsstandorte unterschieden nach Setting aufgelistet. Als eindeutige Ortsangabe sind zudem die Koordinaten der untersuchten Übergänge angeführt (Latitude, Longitude).

Tabelle 6: Übersicht der ausgewählten Erhebungsstandorte nach Setting

Setting	Nr.	Ort / Kreuzung	Bezirk (W)	Koordinaten (Lat., Long.)
1 - Ein Fahrstreifen	1	Kärntner Ring / Max-Weiler-Platz	1. Bezirk	48.202151,16.371589
	2	Julius Raab Platz / Stubenring	1. Bezirk	48.210758, 16.382983
	3	Fabriksbrücke/ Rechte Wienzeile	15. Bezirk	48.183943,16.327491
	4	Praterstraße / Aspernbrückengasse	2. Bezirk	48.213652, 16.382836
	5	Argentinier Straße / Gußhausstraße	4. Bezirk	48.197352, 16.371803
2 - Mehr als ein Fahrstreifen	6	Urania Straße / Aspernbrücke	1. Bezirk	48.211476,16.383061
	7	Schwarzenbergplatz / Schuberring	1. Bezirk	48.201518,16.374561
	8	Parkring / Weißkirchnerstraße	1. Bezirk	48.207158,16.380821
	9	Treitlstraße / Wiedner Hauptstraße	4. Bezirk	48.19955,16.368244
	10	Urban-Loritz-Platz / Neubaugürtel	7. Bezirk	48.200864,16.337914
3 - Druckknopfampel	11	Argentinier Straße / Belvederegasse	4. Bezirk	48.190953,16.375389
	12	Brigittenauer Lände / Anton-Schmid-Promenade	20. Bezirk	48.234616,16.362325
	13	Babenbergerstraße / Nibelungengasse	1. Bezirk	48.202858,16.362269
	14	Praterstraße / Aspernbrückengasse	2. Bezirk	48.213666,16.382921
	15	Gußhausstraße / Schwarzenbergplatz	4. Bezirk	48.198379,16.375127
4 - Fußgängerübergang	16	Museumsplatz / Maria-Theresien Platz	7. Bezirk	48.203929,16.359707
	17	Friedrich-Schmidt-Platz 3	8. Bezirk	48.21045,16.355271
	18	Lassallestraße / Radingerstraße	2. Bezirk	48.223359,16.400187
	19	Praterstraße 52	2. Bezirk	48.216004,16.387001
	20	Praterstraße 40	2. Bezirk	48.215262,16.385545
5 - UHS	21	Maria-Theresien-Straße / Carl-Szokoll-Platz	9. Bezirk	48.218254, 16.369532
	22	Lerchenfelder Gürtel / Hasnerstraße	16. Bezirk	48.207380, 16.337366
	23	Lerchenfelder Gürtel / Pfeilgasse	8. Bezirk	48.209614, 16.339252

An jedem dieser Standorte wurde nur ein Übergang für die Erhebung ausgewählt und beobachtet. In den nachfolgenden Abbildungen werden die Standorte mit Plandarstellung (Quelle: Stadtplan Stadt Wien) und Fotografien der ggst. Übergänge abgebildet. Die Fotodarstellungen wurden zum Zeitpunkt der Erhebungen erstellt und beschreiben daher bildlich den Zustand der vorhandenen Verkehrsinfrastruktur. Die verkehrstechnische Analyse der Standorte erfolgt im Pkt. 5.4.

Setting 1: RW kreuzt einen Fahrstreifen

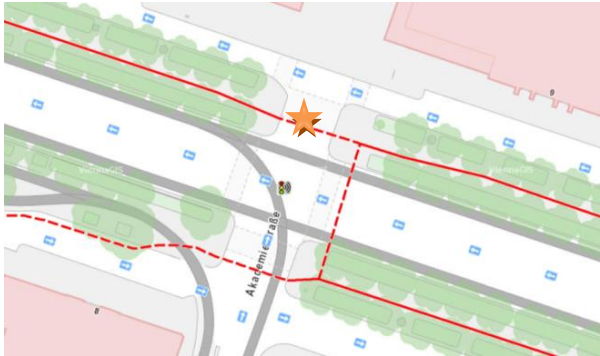


Abbildung 20: Standort 1; 1. Bezirk, Kärntner Ring / Max-Weiler-Platz; „Ring Radweg“; Q: Stadt Wien



Abbildung 21: Standort 1; Eigene Darstellung

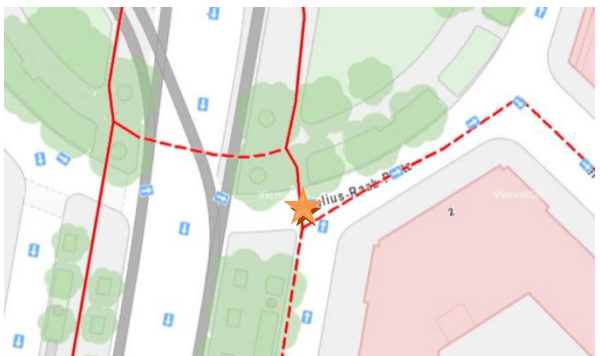


Abbildung 22: Standort 2; 1. Bezirk, Julius-Raab-Platz / Stubenring, „Ring Radweg“; Q: Stadt Wien



Abbildung 23: Standort 2; Eigene Darstellung

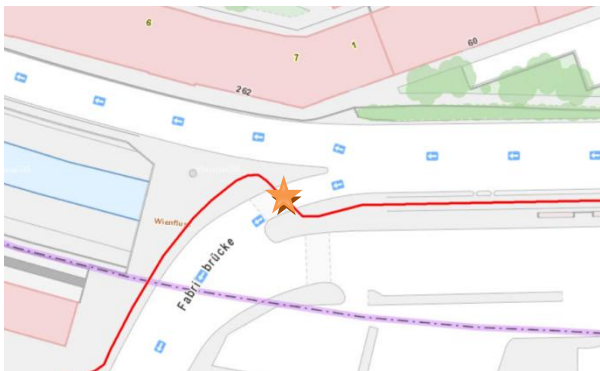


Abbildung 24: Standort 3; 15. Bezirk, Fabrikbrücke / Rechte Wienzeile, „Wientalradweg“; Q: Stadt Wien



Abbildung 25: Standort 3; Eigene Darstellung



Abbildung 26: Standort 4; 2. Bezirk, Praterstraße / Aspernbrückengasse; Q: Stadt Wien



Abbildung 27: Standort 4; Eigene Darstellung



Abbildung 28: Standort 5; 4. Bezirk, Argentinierstraße / Gußhausstraße; Q: Stadt Wien



Abbildung 29: Standort 5; Eigene Darstellung

Setting 2: RW kreuzt mehr als einen Fahrstreifen



Abbildung 30: Standort 6; 1. Bezirk, Urania Straße / Aspernbrücke; Q: Stadt Wien



Abbildung 31: Standort 6; Eigene Darstellung

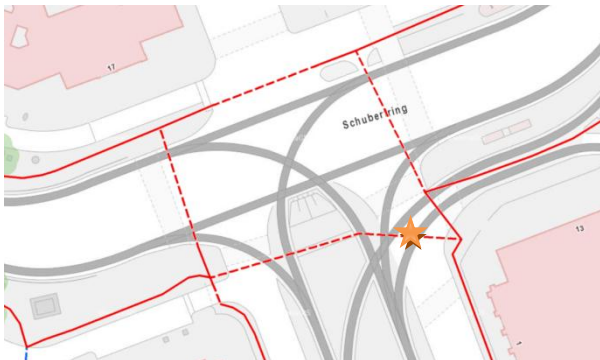


Abbildung 32: Standort 7; 1. Bezirk, Schwarzenbergplatz / Schuberttring; Q: Stadt Wien



Abbildung 33: Standort 7; Eigene Darstellung

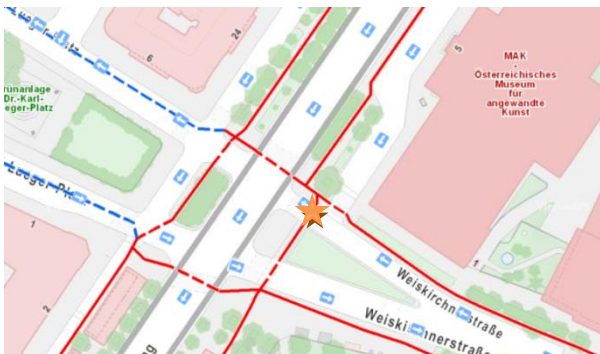


Abbildung 34: Standort 8; 1. Bezirk, Parkring / Weißkirchnerstraße; „Ring Radweg“; Q: Stadt Wien



Abbildung 35: Standort 8; Eigene Darstellung

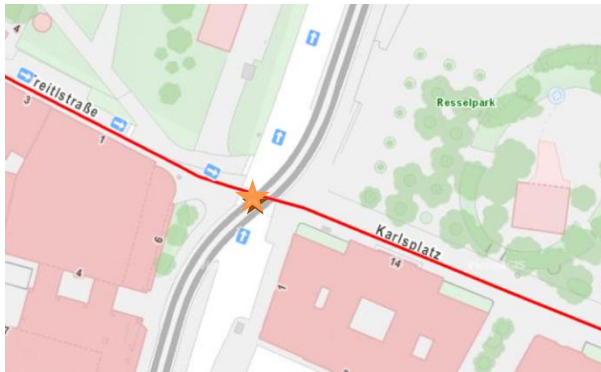


Abbildung 36: Standort 9; 4. Bezirk, Treitlstraße / Wiedner Hauptstraße; Q: Stadt Wien



Abbildung 37: Standort 9; Eigene Darstellung

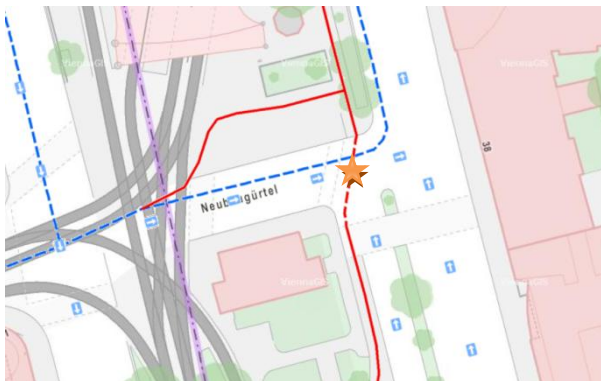


Abbildung 38: Standort 10; 7. Bezirk, Urban-Loritz-Platz / Neubaugürtel; „Gürtelradweg“; Q: Stadt Wien



Abbildung 39: Standort 10; Eigene Darstellung

Setting 3: Druckknopfampel für Radfahrer

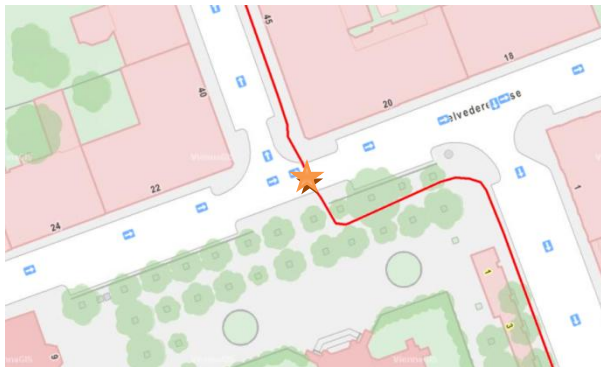


Abbildung 40: Standort 11; 4. Bezirk, Argentinier Straße / Belvederegasse; Q: Stadt Wien



Abbildung 41: Standort 11; Eigene Darstellung

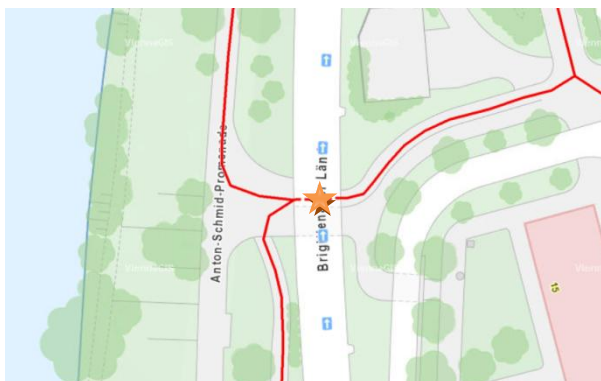


Abbildung 42: Standort 12; 20. Bezirk, Brigittenauer Lände / Anton-Schmid-Promenade; Q: Stadt Wien



Abbildung 43: Standort 12; Eigene Darstellung



Abbildung 44: Standort 13; 1. Bezirk, Babenbergstraße / Nibelungengasse; Q: Stadt Wien



Abbildung 45: Standort 13; Eigene Darstellung



Abbildung 46: Standort 14; 2. Bezirk, Praterstraße / Aspernbrückengasse; Q: Stadt Wien



Abbildung 47: Standort 14; Eigene Darstellung

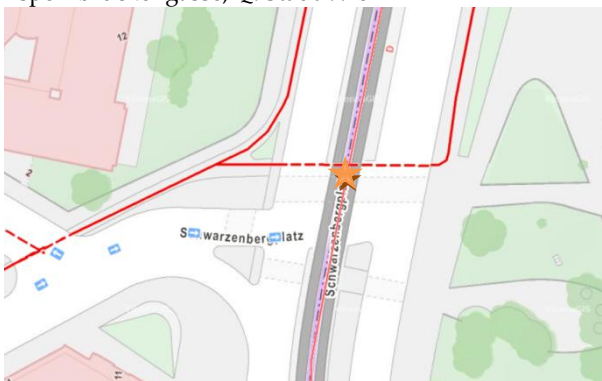


Abbildung 48: Standort 15; 4. Bezirk, Gußhausstraße / Schwarzenbergplatz; Q: Stadt Wien



Abbildung 49: Standort 15; Eigene Darstellung

Setting 4: VLSA – RW kreuzt Fußgängerübergang

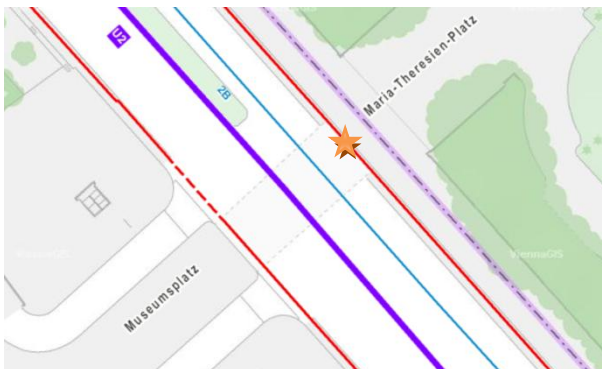


Abbildung 50: Standort 16; 7. Bezirk, Museumsplatz / Maria-Theresien-Platz; Q: Stadt Wien



Abbildung 51: Standort 16; Eigene Darstellung

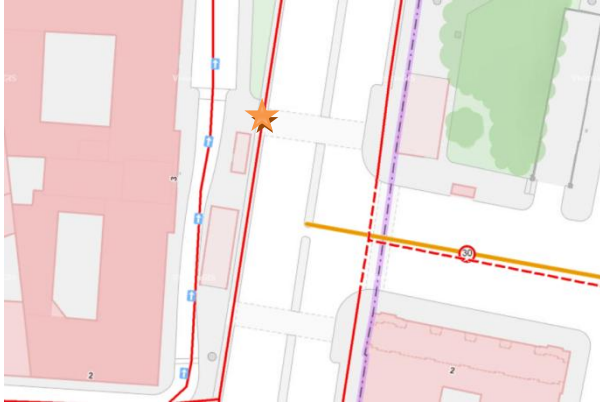


Abbildung 52: Standort 17; 8. Bezirk, Friedrich-Schmidt-Platz 3; Q: Stadt Wien



Abbildung 53: Standort 17; Eigene Darstellung

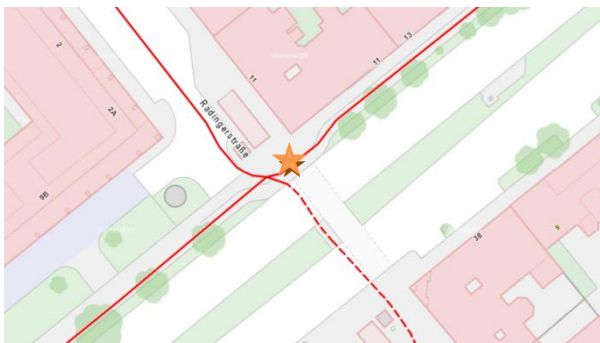


Abbildung 54: Standort 18; 2. Bezirk, Lasalleestraße / Radlgerstraße; Q: Stadt Wien



Abbildung 55: Standort 18; Eigene Darstellung



Abbildung 56: Standort 19; 2. Bezirk, Praterstraße 52; Q: Stadt Wien



Abbildung 57: Standort 19; Eigene Darstellung



Abbildung 58: Standort 20; 2. Bezirk, Praterstraße 40; Q: Stadt Wien



Abbildung 59: Standort 20; Eigene Darstellung

Setting 5: UHS mit Radfahrer nach Rotlichtverstoß

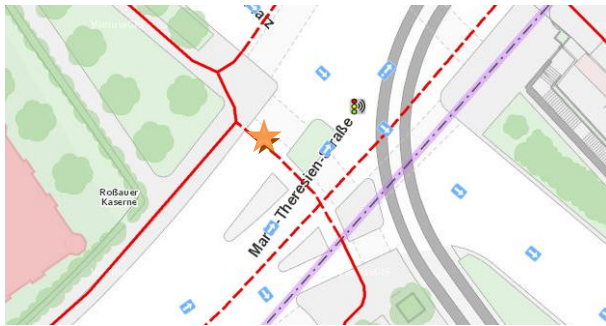


Abbildung 60: Standort 21; 9. Bezirk, Maria-Theresien-Straße / Carl-Szokoll-Platz; Q: Stadt Wien



Abbildung 61: Standort 21; Eigene Darstellung

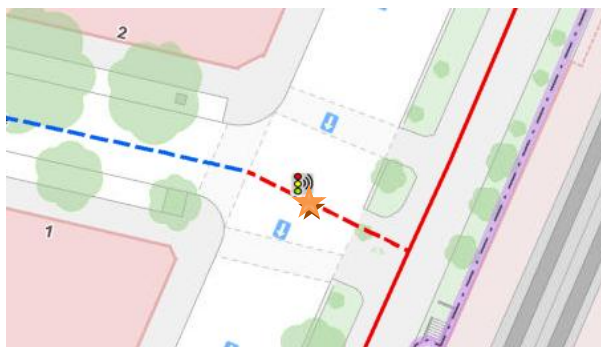


Abbildung 62: Standort 22; 16. Bezirk, Lerchenfelder Gürtel / Hasnerstraße; „Gürtelradweg“; Q: Stadt Wien



Abbildung 63: Standort 22; Eigene Darstellung



Abbildung 64: Standort 23; 8. Bezirk, Lerchenfelder Gürtel / Pfeilgasse; „Gürtelradweg“; Q: Stadt Wien



Abbildung 65: Standort 23; Eigene Darstellung

5.3. Ablauf der Erhebungen

Die Erhebungen wurden zu Zeiten mit erwartet hohem Radverkehrsaufkommen bei trockener Witterung untertags durchgeführt. Aussagen zu Unterschieden im Verhalten der Radfahrer bei Dunkelheit oder Niederschlag sind daher nicht möglich. Wie in der Verkehrstechnik üblich wurden die Erhebungen nur an mittleren Wochentagen während der Schulzeit durchgeführt. Dies ist sinnvoll und notwendig, um Aussagen zum Verhalten von Radfahrern im Alltagsradverkehr treffen zu können. Die Erfassung von Alltagsradfahrern ist insofern von Priorität, als dass diese im Gegensatz zu Freizeitradfahrern im Allgemeinen sehr zügig und zielorientiert unterwegs sind. Dies ist darauf zurückzuführen, dass sie auf

ihren Alltagsfahrten, beispielsweise auf dem Weg in die Arbeit, häufiger unter Zeitdruck stehen. Als Hypothese wird zudem angenommen, dass die Anhaltebereitschaft von Alltagsradfahrern an signalgeregelten Kreuzungen im Gegensatz zu Freizeitradfahrern niedriger ist.

Ziel der Beobachtungen war es, möglichst alle querenden Radfahrer zu erfassen. Die beobachteten Radfahrer stellen daher eine Zufallsstichprobe dar. Gezählt wurden jedoch nur Radfahrer die den ggst. Übergang zur Gänze passierten. Andere Fahrmanöver, wie beispielsweise Rechtseinbieger wurden nicht berücksichtigt oder gesondert erfasst. Bei der Erhebung wurde darauf geachtet, eine möglichst unauffällige Erhebungsposition einzunehmen, um das Verhalten der Radfahrer nicht zu beeinflussen.

Die Zählung wurde im Viertelstunden-Intervall mittels eigens erstellten Erhebungsblättern händisch festgehalten. Die querenden Radfahrer wurden dabei getrennt nach den folgenden Kategorien erfasst: Frühstarter bzw. Spätstarter (Definition siehe Kap. 1.4), Rotfahrer mit Wartezeit, Rotfahrer ohne Wartezeit, Grünfahrer mit Wartezeit und Grünfahrer ohne Wartezeit. Die Wartezeit der Radfahrer wurde differenziert nach vier gleich langen Zeitintervallen festgehalten. Eine sekundengenaue Auswertung der Wartezeiten ist daher nicht möglich. Die Zeitintervalle wurden vor der Erhebung in Abhängigkeit der maximalen Wartezeit definiert (Dauer der Rotphase). Die Wartezeit selbst wurde mittels Stoppuhr gemessen. Zusätzlich wurden ggf. etwaige Gefahrensituationen oder Konflikte zwischen bei Rot querenden Radfahrern und anderen Verkehrsteilnehmern erhoben. Diese gelten als Vorstufe zu Verkehrsunfällen und können dazu herangezogen werden, das Gefahrenpotential dieses Verhaltens besser beurteilen zu können (Vgl. RVS 02.02.22 „Verkehrskonfliktuntersuchung“, 1995).

Zusätzlich wurde auch das Alter und Geschlecht der Radfahrer nach subjektiver Einschätzung notiert. Das Alter wurde dabei getrennt nach den vier folgenden Altersgruppen erfasst: Kinder (0 bis 14 Jahre), Jugendliche (15 bis 24 Jahre), Erwachsene (25 bis 65 Jahre) und Senioren (über 65 Jahre).

Wie bereits erwähnt wurden im ersten Schritt für die Settings 1-4 Vorerhebungen von mindestens 25 Radfahrern pro Standort durchgeführt. Die Erhebungsdauer für die nachfolgenden detaillierten Erhebungen betrug zwei Stunden pro Standort, wobei diese nicht zwingend zusammenhängend erfolgte.

Unmittelbar vor den Erhebungen wurden zudem einige verkehrstechnische Parameter im Zuge eines Ortsaugenscheines aufgenommen. Dabei wurden Umlaufzeiten, Dauer der Grün- bzw. Rotphasen des Radverkehrs, Querungslänge, Anzahl der zu querenden Fahrstreifen, Führung des Radverkehrs, Führung des Querverkehrs, zulässige Höchstgeschwindigkeit des Querverkehrs sowie die Art der Signalisierung notiert. Die Phasenabfolge wurde ebenfalls mittels Stoppuhr erfasst. Eine derartige Methode ist natürlich mit einem gewissen Fehlerpotential verbunden. Die in den nachfolgenden Kapiteln aufgelisteten Werte stellen somit die erfassten Zeiten zum Zeitpunkt der Erhebung dar und können von den tatsächlichen Phasenabfolgen abweichen. Zudem ist dem Autor nicht bekannt, ob sich die Dauer der jeweiligen Phasen an den Untersuchungsstandorten in Abhängigkeit der Tageszeit oder des Verkehrsaufkommens ändern. Soweit bei der Erhebung eindeutig festgestellt wurde, dass sich die Phasendauer während der Erhebung änderte, wird darauf gesondert hingewiesen. Die genannten Parameter wurden erfasst, um einen etwaigen Zusammenhang ebendieser mit der Häufigkeit von Rotlichtmissachtungen untersuchen zu können. Die Auflistung dieser Parameter erfolgt im Pkt. 5.4. Auf Grund eingeschränkter

technischer Möglichkeiten konnte das Verkehrsaufkommen bzw. die gefahrenen Geschwindigkeiten des Querverkehrs nicht erfasst werden. Dem Autor liegen zudem keine anderen Verkehrsdaten zu den ggst. Kreuzungen vor. Aussagen über den Einfluss dieser Parameter auf das Verhalten der Radfahrer sind daher nicht möglich.

Die Erhebungsergebnisse wurden in weiterer Folge EDV mäßig erfasst und mittels der Programme Microsoft Excel und SPSS 15.0 ausgewertet.

5.4. Verkehrstechnische Analyse der Standorte

Dieses Kapitel beinhaltet die verkehrstechnische Analyse der Erhebungsstandorte. In der nachfolgenden Tabelle sind die gemessene Querungslänge, die Umlaufzeit und die Grün- und Rotzeit für jeden Standort aufgelistet. Wie bereits im Kapitel 2.2 erläutert, sollten Lichtsignalanlagen für den Radverkehr gem. RVS 03.02.13 eine maximale Wartezeit von unter 40 Sekunden aufweisen, um gehäufte Rotlichtübertretungen zu vermeiden. Daher wird in der Tabelle gesondert auf Standorte hingewiesen, welche diesen Wert überschreiten. Ein derartiges Kriterium kann demnach als Indikator für die Fahrradfreundlichkeit einer Ampel herangezogen werden. Gemäß RVS 05.04.32 sind Phasenabläufe weiters so zu koordinieren, dass ein zügiges Überqueren hintereinanderliegender RFÜ ermöglicht werden soll (siehe Kapitel 2.2). Daher werden jene Standorte ebenfalls hervorgehoben, bei denen das Queren der ggst. Kreuzung auf Grund aufeinanderfolgender, nicht oder nur teilweise koordinierter Übergänge nicht in einem Zug möglich ist. Eine derartige Ampelschaltung, die Radfahrer bei der Querung eines Straßenzuges zum mehrmaligen Anhalten auffordert, wird als besonders fahrradunfreundlich bewertet.

Tabelle 7: Gemessene Querungslänge, Umlaufzeit und Rot- und Grünzeit der untersuchten Übergänge

Setting	Nr.	Querungs- länge [m]	Anzahl zu querender Fahrstreifen	Umlauf- zeit [s]	Grün- zeit [s]	Rotzeit [s]	Maximale Wartezeit $\leq 40 \text{ s}^1$	Queren in einem Zug immer möglich ²
1	1	9	1	100	68	32	Ja	Ja
	2	6	1	100	70	30	Ja	Ja
	3	5	1	100	20	80	Nein	Ja
	4	5	1	75	40	35	Ja	Ja
	5	6	1	60	15	45	Nein	Ja
2	6	6	2	100	45	55	Nein	Nein ³
	7	18	3	100	15	85	Nein	Nein ⁴
	8	6	2	100	50	50	Nein	Ja
	9	12	3	100	20	80	Nein	Ja
	10	11	2	75	35	40	Ja	Ja
3	11	6	1	DKA	9	10	Ja	Ja
	12	7	2	DKA	10	60 ⁵	Nein	Ja
	13	10	2	DKA	12	63	Nein	Ja
	14	7	2x2 ⁶	DKA	15	60	Nein	Ja
	15	24	4	DKA	25	75	Nein	Ja

Setting	Nr.	Querungs- länge [m]	Anzahl zu querender Fahrstreifen	Umlauf- zeit [s]	Grün- zeit [s]	Rotzeit [s]	Maximale Wartezeit $\leq 40 \text{ s}^1$	Queren in einem Zug immer möglich ²
4	16	9	-	100	60	40	Ja	Ja
	17	5	-	100	60	40	Ja	Ja
	18	5	-	100	65	35	Ja	Ja
	19	4	-	75 ⁷	30	45	Nein	Ja
	20	3	-	75 ⁷	52	23	Ja	Ja
5	21	6	2	100	35 (50) ⁸	65 (50) ⁸	Nein	Nein ⁶
	22	12	4	75	17	58	Nein	Ja
	23	12	4	75	21	54	Nein	ja

¹ Empfohlen gem. RVS 03.02.13 (siehe Pkt. 2.2)

² Empfohlen gem. RVS 05.04.32 (siehe Pkt. 2.2)

³ Querung der Uraniastraße ist nicht in einem Zug möglich, Freigabe des ggst. Überganges beginnt 35 s nach zweitem Übergang (75 s rot, 25 s grün) – maximale Wartezeit in Summe daher 1 min 50 s

⁴ Unmittelbar aufeinander folgende Übergänge über den Schwarzenbergplatz sind nicht vollständig koordiniert und weisen unterschiedlich lange Grünzeiten auf

⁵ Verkehrsabhängige Schaltung mit unterschiedlich langen Wartezeiten, maximale Wartezeit: 60 s; die Signalanlage weist zudem eine Anzeige der Wartezeit auf

⁶ Mittelinsel vorhanden

⁷ VLSA mit DKA für FG, Umschalten auf Rot für Radfahrer nur nach Betätigung des Druckknopfes durch FG

⁸ Wechselnde Schaltung nach jeweils 2 Umläufen, die dann von den unmittelbar nachfolgenden Übergängen abweicht; Queren in einem Zug ist daher nicht immer möglich

Aus der Tabelle wird ersichtlich, dass 14 der 23 untersuchten Signalanlagen längere maximale Wartezeiten aufweisen, als in der RVS „Radverkehr“ gefordert. Besonders benachteiligend für Radfahrer sind die Ampelschaltungen der Signalanlagen Nr. 3 (Fabriksbrücke / Rechte Wienzeile), Nr. 7 (Schwarzenbergplatz / Schuberttring), Nr. 9 (Treitlstraße / Wiedener Hauptstraße), Nr. 13 (Babenbergerstraße / Nibelungengasse), Nr. 15 (Gußhausstraße / Schwarzenbergplatz) und Nr. 21 (Maria-Theresien-Straße). An diesen Kreuzungen müssen Radfahrer im schlechtesten Fall über eine Minute auf ein grünes Signal warten. Die Signalanlagen Nr. 6 (Urania Straße / Aspernbrücke), Nr. 7 und Nr. 21 sind darüber hinaus nicht oder nicht vollständig mit unmittelbar folgenden Übergängen koordiniert. Radfahrer werden an diesen Kreuzungen beim Queren eines Straßenzuges daher in vielen Fällen zum mehrmaligen Anhalten aufgefordert.

Große standortbezogene Unterschiede gibt es auch hinsichtlich der Querungslänge und der Anzahl der zu querenden Fahrstreifen. Diese Parameter sind nach den Erkenntnissen der Literaturanalyse wichtige Einflussparameter auf die Häufigkeit von Rotlichtmissachtungen (siehe Kapitel 3.4).

Da sich die Standorte innerhalb der Settings hinsichtlich der genannten Kriterien zum Teil erheblich unterscheiden, wird ersichtlich, dass bei der Analyse der Einflüsse einzelner Parameter besonders auf die Auswahl der gegenübergestellten Standorte geachtet werden muss.

Ebenso erfasst wurde die Art der Signalisierung (gemeinsam oder getrennt vom Fußgängerverkehr). Gemäß RVS 03.02.13 wird eine getrennte Signalisierung dieser beiden Verkehrsteilnehmergruppen auf Grund ihrer stark unterschiedlichen Räumgeschwindigkeiten empfohlen (siehe Kapitel 2.2).

Auch von Bedeutung ist das Geschwindigkeitsniveau des Querverkehrs. Diesbezüglich wurde die zulässige Höchstgeschwindigkeit erfasst. Hinsichtlich der Fahrgeschwindigkeiten wird festgehalten, dass die zulässige Höchstgeschwindigkeit nur bedingt als Indikator geeignet ist, da die tatsächlich gefahrenen Geschwindigkeiten häufig stark von der V_{ZUL} abweichen. Die maßgebliche V_{85} -Geschwindigkeit konnte jedoch auf Grund eingeschränkter technischer Möglichkeiten nicht erfasst werden. Festgehalten wurden jedoch die Fahrtrichtungen des Radverkehrs bzw. des Querverkehrs (Ein- oder Zweirichtungsverkehr) sowie das Vorhandensein einer Straßenbahnlinie im Querverkehr. Die genannten Parameter sind getrennt nach Standort in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet.

Tabelle 8: Art der Signalisierung, V_{ZUL} , Fahrtrichtungen des Radverkehrs und Querverkehrs sowie das Vorhandensein einer Straßenbahn im Querverkehr der untersuchten Übergänge

Setting	Nr	Signalisierung	V_{ZUL} Quer- verkehr [km/h]	Fahrtrichtung Radverkehr	Fahrtrichtung Querverkehr	Kreuzt Straßen- bahn
1	1	kombiniert RF, FG	30	Zweirichtungsverkehr	Einrichtungsverkehr	Nein
	2	kombiniert RF, FG	30	Zweirichtungsverkehr	Einrichtungsverkehr	Nein
	3	kombiniert RF, FG	50	Zweirichtungsverkehr	Einrichtungsverkehr	Nein
	4	Signal für RF	30	Einrichtungsverkehr	Einrichtungsverkehr	Nein
	5	kombiniert RF, FG	50	Zweirichtungsverkehr	Einrichtungsverkehr	Nein
2	6	Signal für RF	50	Zweirichtungsverkehr	Einrichtungsverkehr	Ja
	7	Signal für RF	50	Zweirichtungsverkehr	Einrichtungsverkehr	Ja
	8	kombiniert RF, FG	50	Zweirichtungsverkehr	Zweirichtungsverkehr	Nein
	9	kombiniert RF, FG	50	Zweirichtungsverkehr	Einrichtungsverkehr	Ja
	10	Signal für RF	50	Zweirichtungsverkehr	Einrichtungsverkehr	Nein
3	11	kombiniert RF, FG	30	Zweirichtungsverkehr	Einrichtungsverkehr	Nein
	12	kombiniert RF, FG	50	Zweirichtungsverkehr	Einrichtungsverkehr	nein
	13	Signal für RF	30	Zweirichtungsverkehr	Zweirichtungsverkehr	Nein
	14	kombiniert RF, FG	50	Zweirichtungsverkehr	Zweirichtungsverkehr	Nein
	15	Signal für RF	50	Zweirichtungsverkehr	Zweirichtungsverkehr	Ja
4	16	Signal für RF	-	Einrichtungsverkehr	-	Nein
	17	Signal für RF	-	Einrichtungsverkehr	-	Nein
	18	Signal für RF	-	Einrichtungsverkehr	-	Nein
	19	Signal für RF	-	Einrichtungsverkehr	-	Nein
	20	Signal für RF	-	Einrichtungsverkehr	-	Nein
5	21	kombiniert RF, FG	50	Zweirichtungsverkehr	Einrichtungsverkehr	Ja
	22	Signal für RF	50	Zweirichtungsverkehr	Einrichtungsverkehr	Nein
	23	Signal für RF	50	Zweirichtungsverkehr	Einrichtungsverkehr	Nein

Die Auflistung zeigt, dass 10 von den 23 untersuchten Übergängen eine gemeinsame Signalisierung des Rad- und Fußgängerverkehrs aufweisen. Eine derartige Signalisierung entspricht wie bereits erwähnt nicht dem Stand der Technik. Ebenso ist eine derartige Signalisierung für den Radverkehr benachteiligend, da dieser auf Grund höherer Räumgeschwindigkeiten eigentlich längere Freigabezeiten erhalten sollte als der parallel geführte Fußgängerverkehr.

5.5. Messfahrten

Neben der verkehrstechnischen Analyse wurden auch zusätzliche Messfahrten im Wiener Radwegenetz mit dem Fahrrad durchgeführt, um die Größenordnung der Wartezeiten und die Ampeldichten über längere Strecken entlang ausgewählter Radrouten aufzuzeigen. Dabei wurden insgesamt sieben Routen befahren. Bei der Routenauswahl wurden sowohl wichtige Hauptradrouten (z.B. Ring-Radweg, Gürtel Radweg, Wientalradweg, Praterstraße, Argentinier Straße) als auch Nebenrouten im untergeordneten Straßennetz ausgesucht. Neben der Anzahl der zu querenden signalisierten Übergänge wurde die Wartezeit an allen roten Ampeln mittels Stoppuhr erfasst. Die Fahrstrecke wurde anhand eines GPS-Geräts aufgezeichnet und hinsichtlich der Streckenlänge und der gesamten Fahrzeit ausgewertet.

Insgesamt wurden sieben Messfahrten durchgeführt. Die Ergebnisse der Messfahrten sind in der nachfolgenden Tabelle angeführt:

Tabelle 9: Ergebnisse der Messfahrten der untersuchten Strecken

Streckenbeschreibung	Streckenlänge [km]	Anzahl der signal-geregelten Übergänge ¹	Fahrzeit [min:sek]	Summe der Wartezeit [min:sek]	Anteil der Wartezeit/ Fahrzeit
Strecke 1: Lassalleestraße / Radingerstraße bis HBF Wien	5,55 km	24	24:05	05:40	23,5%
Strecke 2: Meidling Hauptstraße bis Karlsplatz: „Wientalradweg“	5,04 km	17	20:47	04:53	23,5%
Strecke 3: HBF Wien bis Mariahilfer Straße / Stiftgasse	4,45 km	17	17:50	03:40	20,5%
Strecke 4: HBF Wien bis Hasnerstraße: „Gürtelradweg“	6,58 km	32	30:13	09:50	22,6%
Strecke 5: Pfeilgasse bis Augartenbrücke	3,06 km	14	14:01	02:25	17,2%
Strecke 6: Augartenbrücke bis Radingerstraße	3,39 km	17	15:03	03:57	26,2%
Strecke 7: HBF Wien bis Meidling Hauptstraße	4,29 km	19	25:30	07:50	30,7%
Summe	32,36 km	140	02:27:29	38:15	25,9%

¹Unmittelbar aufeinanderfolgende koordinierte Übergänge wurden als ein einzelner Übergang gezählt, nicht koordinierte Übergänge wurden einzeln erfasst

Da für jede Strecke nur eine Messfahrt durchgeführt wurde, sind die ermittelten Wartezeiten jeder einzelnen Strecke als Richtwert zu betrachten. Die aggregierten Daten über alle Messfahrten geben jedoch einen guten Überblick über die Ampeldichte und die durchschnittlichen Wartezeiten des Radwegenetzes in Wien. Die Analyse der Messfahrten zeigt, dass die durchschnittliche Wartezeit an den untersuchten Strecken etwas mehr als ein Viertel der gesamten Fahrzeit ausmachte. Die Strecken wurden mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von rund 17,8 km/h befahren (ohne Wartezeiten). Berücksichtigt man die Wartezeiten, sinkt die Durchschnittsgeschwindigkeit der Fahrten auf rund 13,2 km/h.

Die untersuchten Streckenabschnitte sind in der nachfolgenden Karte dargestellt:

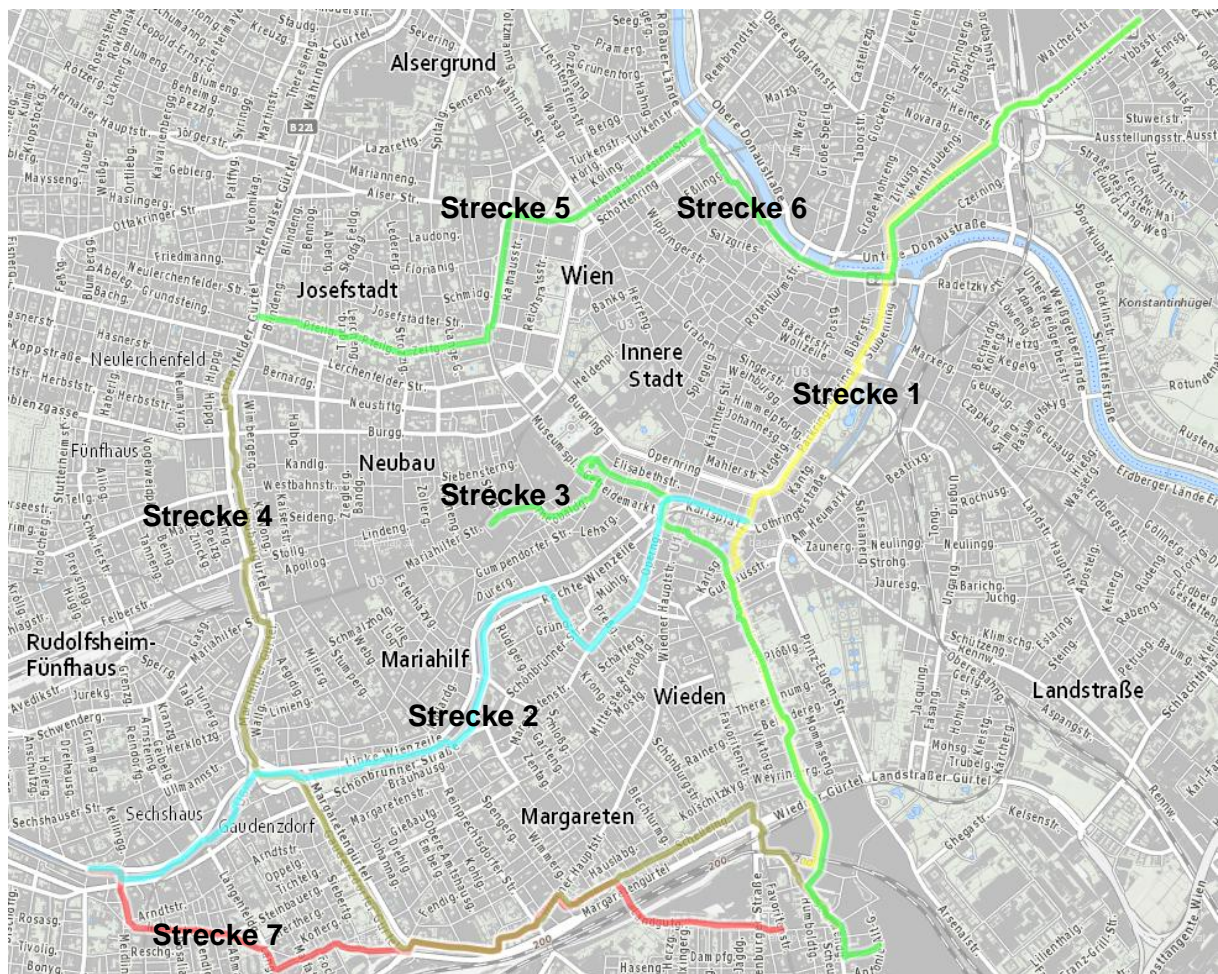


Abbildung 66: Untersuchte Streckenabschnitte der Messfahrten, Kartengrundlage: basemap.at

Als Resultat der Messfahrten konnten die folgenden Durchschnittswerte ermittelt werden:

- **Dichte an signalgeregelten Übergängen: 4,3 LSA/km**
- **Wartezeit pro Übergang: rund 16 s**
- **Wartezeit pro km: rund 71 s**
- **Anteil der Wartezeit an der Fahrzeit: 25,9%**

5.6. Vorerhebungen

Wie bereits erläutert, wurde im ersten Schritt der Analyse eine Vorerhebung mit vermindertem Stichprobenumfang (mindestens 25 Radfahrer) für die Settings 1 bis 4 durchgeführt. Die Ergebnisse der Vorerhebung sind in der nachfolgenden Tabelle ersichtlich. Ziel der Vorerhebung war es, die Standorte mit dem höchsten Rotfahreranteil zu selektieren. Der Rotfahreranteil wurde aus der Division der Anzahl der Rotfahrer (inkl. Früh- und Spätstarter) durch die Gesamtzahl der beobachteten Radfahrer ermittelt. Auf Grund des geringen Stichprobenumfangs der Vorerhebungen erfolgt hierbei noch keine differenzierte Analyse der erhobenen Ausprägungen des Querungsverhaltens (Frühstarter, Spätstarter, Rotfahrer mit und ohne Wartezeit, Grünfahrer mit und ohne Wartezeit). Zudem wird darauf

hingewiesen, dass die Vorerhebung nur erste Tendenzen zu Unterschieden im Querungsverhalten der ausgewählten Standorte zeigen.

Aus den ermittelten Rotfahreranteilen wurde in weiterer Folge eine Reihung der Standorte innerhalb der Settings erstellt. Die drei Kreuzungen mit den höchsten Rotfahrerquoten eines jeden Settings wurden in weiterer Folge für die detaillierten Erhebungen ausgewählt.

Tabelle 10: Ergebnisse der Vorerhebungen der Anhaltebereitschaft von Radfahrern an den Erhebungsstandorten der Settings 1 bis 4

Setting	Nr	Rotfahrer	Grünfahrer	Rotfahrer-Anteil	Rang
1	1	5	23	18%	3
	2	5	29	15%	4
	3	19	8	70%	1
	4	8	50	14%	5
	5	8	22	27%	2
2	6	9	22	29%	3
	7	24	26	48%	1
	8	18	74	20%	5
	9	12	27	31%	2
	10	7	18	28%	4
3	11	21	6	78%	2
	12	15	10	60%	3
	13	31	2	94%	1
	14	10	33	23%	4
	15	4	38	10%	5
4	16	7	18	28%	3
	17	4	21	16%	4
	18	9	18	33%	2
	19	18	28	39%	1
	20	2	25	7%	5

Im ersten Setting waren die Unterschiede beim Rotfahreranteil sehr groß (zwischen 14% und 70%). Für die detaillierten Erhebungen wurden die Standorte 1, 3 und 5 ausgewählt. Der Standort Nummer 3 (Julius-Raab-Platz / Stubenring) zeigte dabei mit Abstand den höchsten Rotfahreranteil (rund 70%). Wie bereits erwähnt weist diese Kreuzung eine deutlich längere Rotphase auf (80 s), als die anderen Übergänge dieses Settings. Der Standort Nummer 5 belegte sowohl bei der Häufigkeit der Rotlichtmissachtungen als auch bei der Dauer der Rotphase (45 s) den zweiten Rang.

Das zweite Setting wies ein homogeneres Bild bei den Rotfahrerquoten auf (zwischen 20% und 48%). Aus den fünf Kreuzungen wurden die Standorte 7, 9 und 6 ausgewählt. Wie im vorangegangenen Kapitel dargestellt, wiesen die drei Standorte hinsichtlich der Dauer der Rotphasen sehr lange Wartezeiten auf. Die Standorte 6 und 7 forderten Radfahrer auf Grund der Ampelschaltung beim Queren zudem zu mehrfachen Anhalten auf.

Das dritte Setting (Druckknopfampeln) zeigte die mit Abstand höchsten Rotfahreranteile und auch die größten Unterschiede zwischen den Standorten (zwischen 10% und 94%) auf. Der Standort mit der insgesamt höchsten Rotfahrerquote von rund 94% war die Kreuzung Babenbergerstraße / Nibelungengasse (Nr. 13). Der Standort 11 (Argentinier Straße /

Belvederegasse) wies trotz der kurzen Rotphase von nur 10 Sekunden den zweithöchsten Rotfahreranteil auf (rund 78%). Als dritter Standort wurden die Kreuzung Nr. 12 (Brigittenauer Lände / Anton-Schmid-Promenade) ausgewählt. Die Standorte 14 und 15 wiesen trotz sehr langer Rotphasen von über einer Minute deutlich niedrigere Rotfahrerquoten auf.

Das vierte Setting zeigte Rotfahreranteile zwischen 7% und 39%. Die Standorte mit den höchsten Quoten waren die Kreuzungen Nr. 19 (Praterstraße 52), 18 (Lassalleestraße / Radingerstraße), und 16 (Museumsplatz / Maria-Theresien-Platz).

5.7. Analyse der Ergebnisse

Im Punkt 5.7.1 erfolgt eine grobe Übersicht der erfassten Ergebnisse. Dies beinhaltet eine Beschreibung der Gesamtstichprobe der erfassten Radfahrer nach Alter und Geschlecht. Zudem werden die Ergebnisse aggregiert über alle Erhebungsstandorte zusammengefasst dargestellt. Im nachfolgenden Punkt 5.7.2 werden die Erhebungsergebnisse unterschieden nach Alter und Geschlecht untersucht. Punkt 5.7.3 gibt einen Überblick über die zusammengefassten Ergebnisse nach Setting. Der Punkt 5.7.4 zeigt die Detailergebnisse nach Standort. Eine statistische Analyse der Zusammenhänge von Einflussfaktoren auf Rotlichtmissachtungen erfolgt im Kapitel 5.8.

5.7.1. Gesamtüberblick

Insgesamt wurden in 30 Stunden Erhebungszeit an den 15 Erhebungsstandorten 3.141 Radfahrer gezählt. Die erhobenen Frequenzen variierten dabei je nach Erhebungsstandort zwischen 39 RF/h (Standort 13) und 186 RF/h (Standort 9).

Vorab werden einige wesentliche Parameter zur Beschreibung der erfassten Stichprobe vorgestellt. Rund 63% der gezählten Radfahrer waren Männer und rund 37% Frauen. Hinsichtlich der Altersverteilung wurden rund 78% der Radfahrer als Erwachsene im Alter zwischen 25 und 64 Jahren, rund 12% als Jugendliche (15-24 Jahre) und rund 9% als Senioren über 65 Jahre erfasst. Die Stichprobe der Kinder fällt mit unter einem Prozent (n=19) sehr gering aus. Wie bereits erwähnt wurde das Alter geschätzt. Daher ist von einer gewissen Fehlerquote auszugehen. Bei den gezählten Männern ist der Anteil der Jugendlichen (rund 11%) etwas geringer als bei den Frauen (rund 15%), während er bei den Senioren etwas größer ist (M: rund 11%, F: rund 7%).

In der nachfolgenden Abbildung ist die Alters- und Geschlechtsverteilung der gezählten Radfahrer in absoluten Zahlen dargestellt.

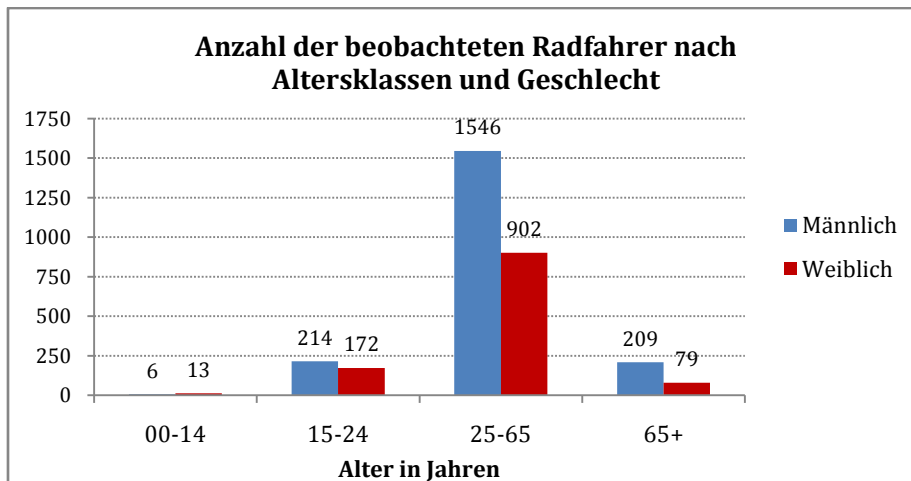


Abbildung 67: Anzahl der beobachteten Radfahrer nach Altersklassen und Geschlecht

Eine Forschungsarbeit des österreichischen Verkehrssicherheitsfonds erfasste die Altersverteilung von Radfahrern in Österreich auf Basis von Radverkehrszählungen in Wien, Vorarlberg, Steiermark, Salzburg und Kärnten (Vgl. Jellinek et al., 2013, S. 68). Die Altersverteilung wurde dabei ebenso nach eigener Einschätzung in vergleichbaren Alterskategorien getrennt nach Fahrradtyp (herkömmliches Fahrrad, Rennrad, E-Fahrrad) erfasst. Die Zählung ergab für Gesamt Österreich für herkömmliche Fahrräder folgende Altersverteilung: Kinder unter 14 Jahren: rund 5%, Jugendliche zwischen 15 und 24 Jahren: rund 13%, Erwachsene zwischen 25 und 65 Jahren: rund 68%, Senioren über 65 Jahre: rund 14%. Die in Wien durchgeführten Zählungen ergaben bei einer Gesamtstichprobe von 4.122 Radfahrern einen etwas höheren Anteil der Erwachsenen (rund 87%). Der Anteil der Jugendlichen betrug dabei rund 10%, rund 2% der erfassten Personen waren Senioren und unter 1% der gezählten wurden als Kinder unter 14 Jahren eingeschätzt.

Die geringen Unterschiede in den Anteilen der erfassten Radfahrer dieser Studie und der genannten Vergleichsstudie sind vermutlich auf die Wahl der Erhebungsstandorte und auf Unterschiede in der subjektiven Einschätzung des Alters durch die Erheber zurückzuführen. Auf Grund der Stichprobengröße, der großen Anzahl an Erhebungsstandorten und der Art der Erhebung (Vollerhebung aller querenden Personen) geht der Autor davon aus, dass die Stichprobe als repräsentativ für Radfahrer in Wien betrachtet werden kann.

Die über alle Standorte aggregierten Daten zeigen, dass 35,8% aller gezählten Radfahrer bei Rot querten. Die erhobenen Rotfahrerquoten variierten zwischen den Standorten jedoch sehr stark (zwischen rund 11% und rund 81 %). Da das Erhebungsdesign die Auffindung von Problemstellen mit besonders hohen Rotfahreranteilen zum Ziel hatte, sind diese Quoten jedoch nicht repräsentativ für das Querungsverhalten an anderen Kreuzungen in Wien.

In der nachfolgenden Abbildung sind die zusammengefassten Daten nach den unterschiedlichen erfassten Kategorien des Querens bei Rot oder Grün dargestellt.

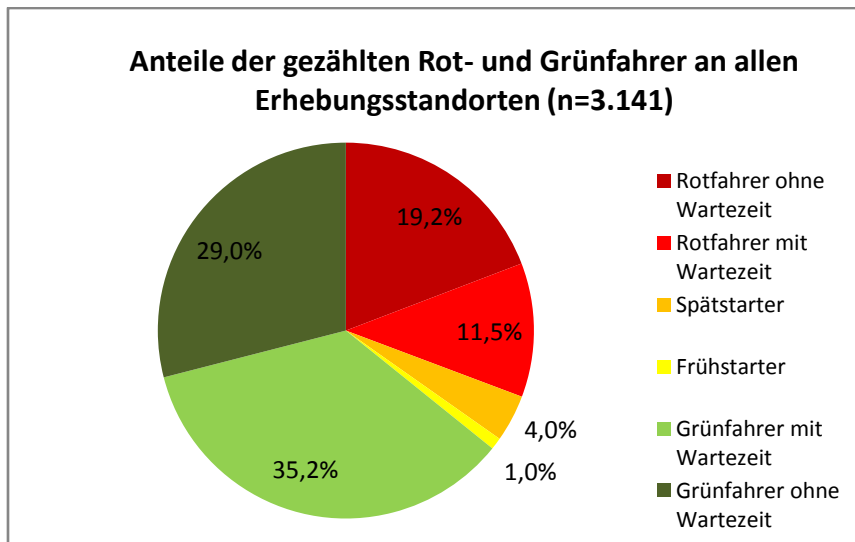


Abbildung 68: Anteile der Rot- und Grünfahrer aggregiert über alle Erhebungsstandorte nach den erfassten Kategorien des Querens

Die Abbildung zeigt, dass mehr als die Hälfte der Rotfahrer querte, ohne davor anzuhalten. Rund 5% der Radfahrer nutzten die Zwischenzeiten der Ampelschaltung als Frühstarter oder Spätstarter. Rund 11,5% der Gezählten querten nach einer gewissen Wartezeit bei Rot. Etwas mehr als ein Drittel aller gezählten Radfahrer wartete die Rotphase bis zum Ende ab und querte dann bei Grün. Etwas weniger als ein Drittel der Radfahrer erreichte die Ampel bei Grün. Von den Radfahrern, die bei rotem Signal an der Ampel ankamen, querten insgesamt rund die Hälfte bei Rot.

Von den Radfahrern, welche die Ampel bei Rot oder Grün nach einer gewissen Wartezeit querten, wurde auch die Dauer der Stehzeit erfasst. Diese wurde in Abhängigkeit der maximalen Wartezeit in vier gleich lange Zeitintervalle eingeteilt. Aus den Mittelwerten der vier Zeitintervalle wurden in weiterer Folge als Näherungswerte mittlere Wartezeiten für jeden Standort ermittelt. Der Mittelwert über alle Erhebungsstandorte ergab eine durchschnittliche Wartezeit von allen Radfahrern die danach bei Grün querten von rund 24 Sekunden. Die Rotfahrer querten durchschnittlich bereits nach rund 17 Sekunden. Rund 47% der Rotfahrer querten im Ersten der vier erfassten Zeitintervalle. Sowohl die durchschnittliche Wartezeit der Rotfahrer (zwischen 5 Sekunden und 33 Sekunden) als auch die der Grünfahrer (zwischen 10 Sekunden und 42 Sekunden) variierte dabei zwischen den untersuchten Standorten erheblich.

5.7.2. Auswertungen nach Alter und Geschlecht

In diesem Abschnitt werden die Auswertungen des Querungsverhaltens der beobachteten Radfahrer aggregiert über alle Standorte nach Alter und Geschlecht vorgestellt. Die Auswertungen dienen dazu, die aus der Literaturanalyse gewonnen Erkenntnisse hinsichtlich der Unterschiede in der Akzeptanz der Lichtsignalregelungen zu überprüfen (siehe Kapitel 3.3).

Von den insgesamt 1.975 gezählten männlichen Radfahrern querten 37,5% bei Rot. Bei den Frauen war der Gesamtanteil der Rotquerer mit 32,8% niedriger. Schließt man die Radfahrer, welche die Ampel bei Grün erreichten aus dieser Betrachtung aus, zeigt sich, dass 52,9% der beobachteten Männer und 46,2% der Frauen das Rotlicht missachteten (siehe nachfolgende Abbildung)

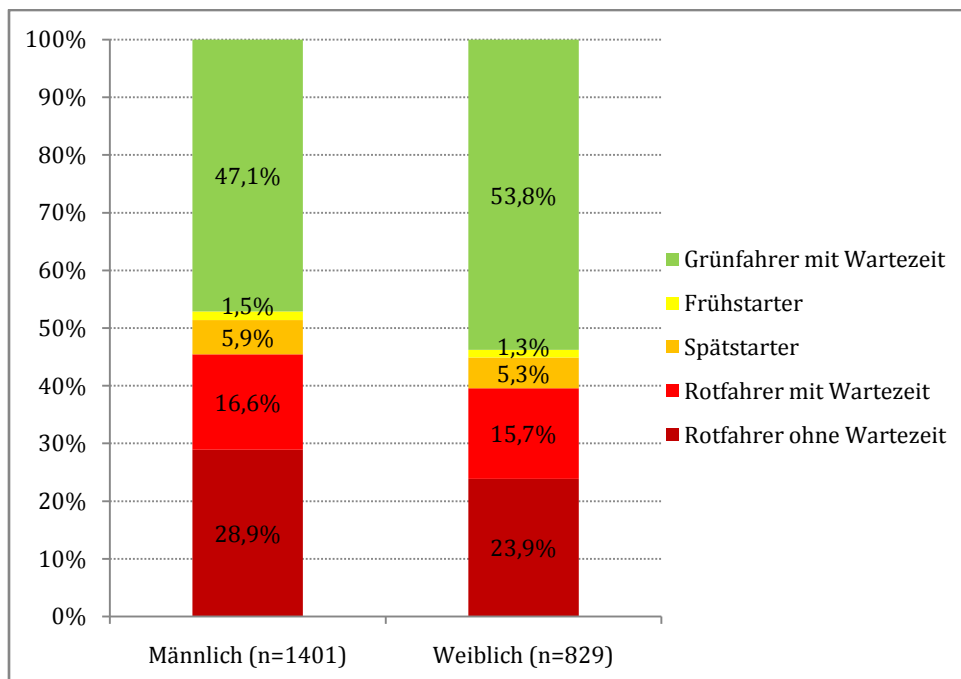


Abbildung 69: Anhaltebereitschaft bei Rot von männlichen und weiblichen Radfahrern

Die Abbildung zeigt auf, dass der Anteil der Querungen bei Rot ohne stehen zu bleiben bei Männern etwas größer ist als bei Frauen. Bei den Rotfahrern, die sich nach einer gewissen Wartezeit dazu entscheiden bei Rot zu queren sowie bei den Früh- und Spätstartern gibt es kaum geschlechtsspezifische Unterschiede. Der Anteil der Radfahrer, welche die Rotphase bis zum Ende abwarten und dann bei Grün queren, ist bei Männern wiederum etwas kleiner als bei Frauen.

Die Auswertungen der Erhebungsergebnisse nach Altersklassen konnten die in der Literaturanalyse aufgezeigten Unterschiede bestätigen. Die höchsten Rotfahrerquoten wiesen die Jugendlichen (zwischen 15 und 24 Jahre) mit rund 39,6% auf (n= 386). Die Rotfahrerquote der Erwachsenen (zwischen 25 und 65 Jahre) betrug rund 36,1% (n=2.448), die Quote der Senioren über 65 Jahre rund 29,2% (n=288). Der Anteil der Rotfahrer war bei den gezählten Kindern rund 21,1%, wobei diese Zahl auf Grund des geringen Stichprobenumfangs von 19 Personen nur wenig Aussagekraft hat.

In der nachfolgenden Abbildung erfolgt eine detaillierte Darstellung, welche die alters- und geschlechtsspezifischen Unterschiede aufzeigen soll. Analog zur vorangegangenen Abbildung werden die Personen, welche die Ampel bei Grün erreichen aus dieser Analyse ausgeschlossen.

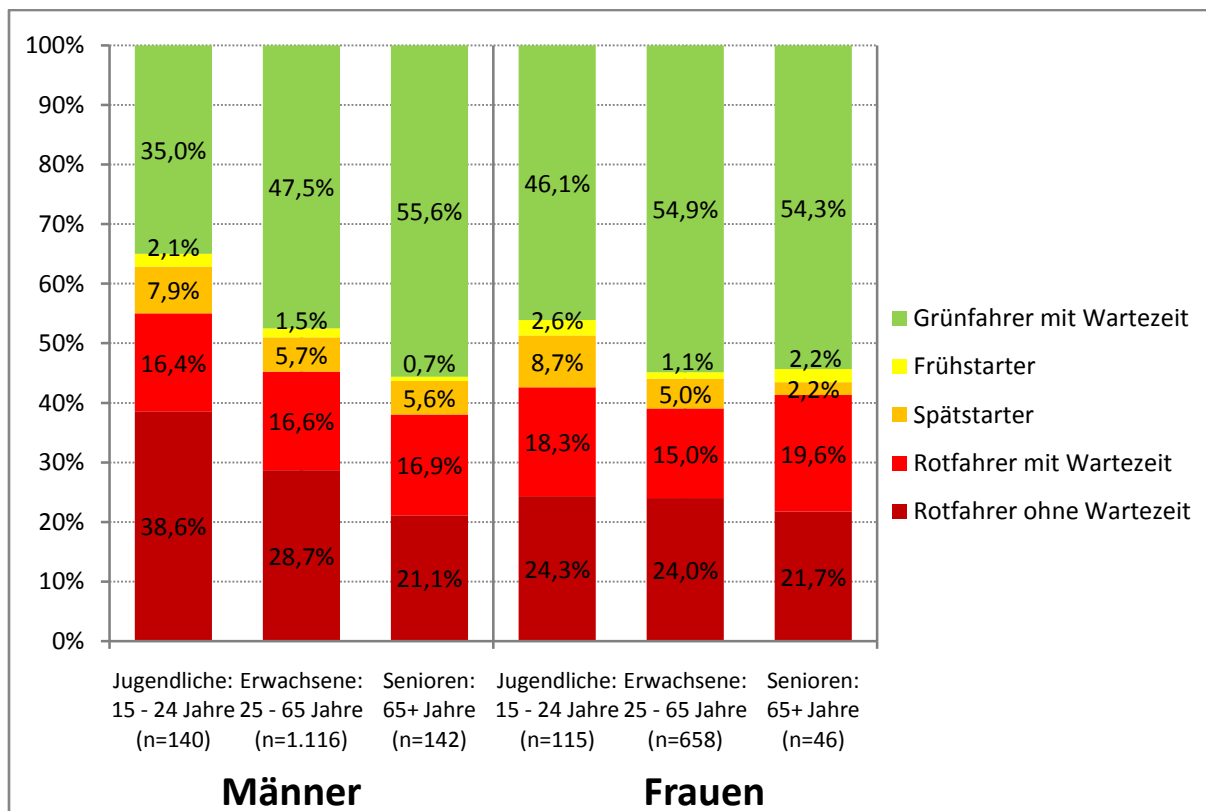


Abbildung 70: Anhaltebereitschaft bei Rot von männlichen und weiblichen Radfahrern nach Altersklassen

Die Auswertung zeigt, dass männliche jugendliche Radfahrer die höchste Bereitschaft zum Queren bei Rot ohne stehen zu bleiben zeigen. Der Anteil der Rotfahrer ohne Wartezeit ist bei ihnen fast doppelt so groß wie bei den männlichen Senioren. Die Anhaltebereitschaft bei Rot ist bei ihnen zudem mit Abstand am niedrigsten. Auch bei den Frauen weisen Jugendliche zwischen 15 und 24 Jahren die niedrigste Anhaltebereitschaft bei Rot auf. Die Unterschiede nach Altersklassen sind bei den Frauen jedoch weniger stark ausgeprägt.

5.7.3. Auswertungen nach Setting

In diesem Kapitel werden die ermittelten Rotfahrerquoten nach den definierten Settings vorgestellt. Die Ergebnisse nach Setting beinhalten die aggregierten Daten der zugehörigen Erhebungsstandorte. Auf Grund der unterschiedlichen Frequenz an den untersuchten Standorten haben Kreuzungen mit höherem Radverkehrsaufkommen einen größeren Einfluss auf die Gesamtquoten.

In der nachfolgenden Abbildung sind die Anteile der Rot- und Grünfahrer nach den erfassten Kategorien und den fünf Settings dargestellt.

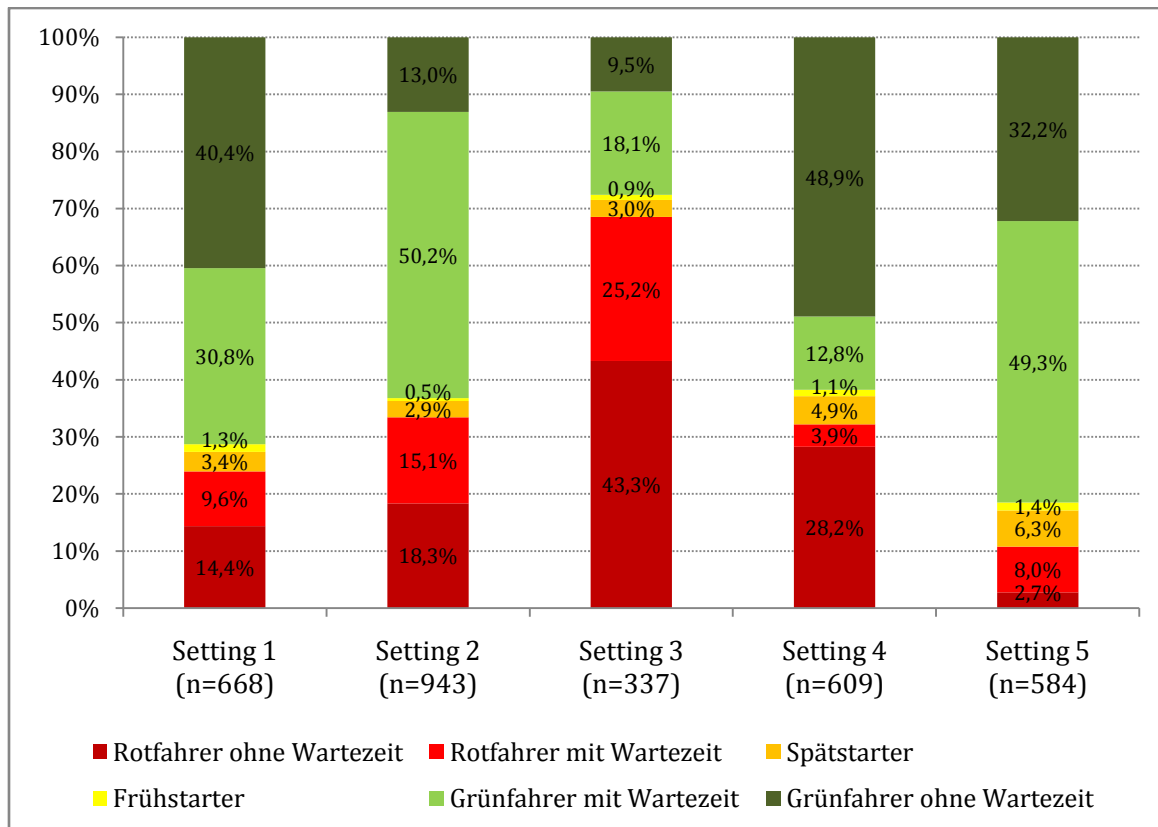


Abbildung 71: Anteile der Rot- und Grünfahrer nach den definierten Settings

Die Auswertung zeigt, dass das Setting 3 (Druckknopfampeln) insgesamt die höchsten Rotfahreranteile aufweist. Durchschnittlich über 70% der beobachteten Radfahrer missachteten die Wartepflicht bei Rot an den drei untersuchten Signalanlagen. Danach folgen die Settings 2 (RW kreuzt mehr als einem Fahrstreifen) und 4 (RW kreuzt Fußgängerübergang) mit etwas mehr als einem Drittel Rotfahreranteil. Die untersuchten Signalanlagen des Setting 1 (RW kreuzt einen Fahrstreifen) wiesen mit rund 28,7% Rotfahreranteil eine etwas geringere Quote auf. Das Setting 5 (Unfallhäufungsstellen) wies mit rund 18,5% Rotfahrern die geringste Übertretungsrate auf. Da sich die Anteile der Radfahrer, welche die Ampel bei Grün erreichten stark unterschieden, sind diese Ergebnisse jedoch nur bedingt aussagekräftig. Der Anteil der Grünfahrer ohne Wartezeit ist im Wesentlichen von der Dauer der Grünphase, der Dauer der Rotphase sowie der Koordinierung angrenzender Signalanlagen abhängig.

Schließt man die Grünfahrer, welche die Ampel bei Grün erreichen, aus dieser Analyse aus, erhält man ein Gesamtbild der Anhaltebereitschaft bei Rot. Dabei zeigt sich ein etwas anderes Analyseergebnis.

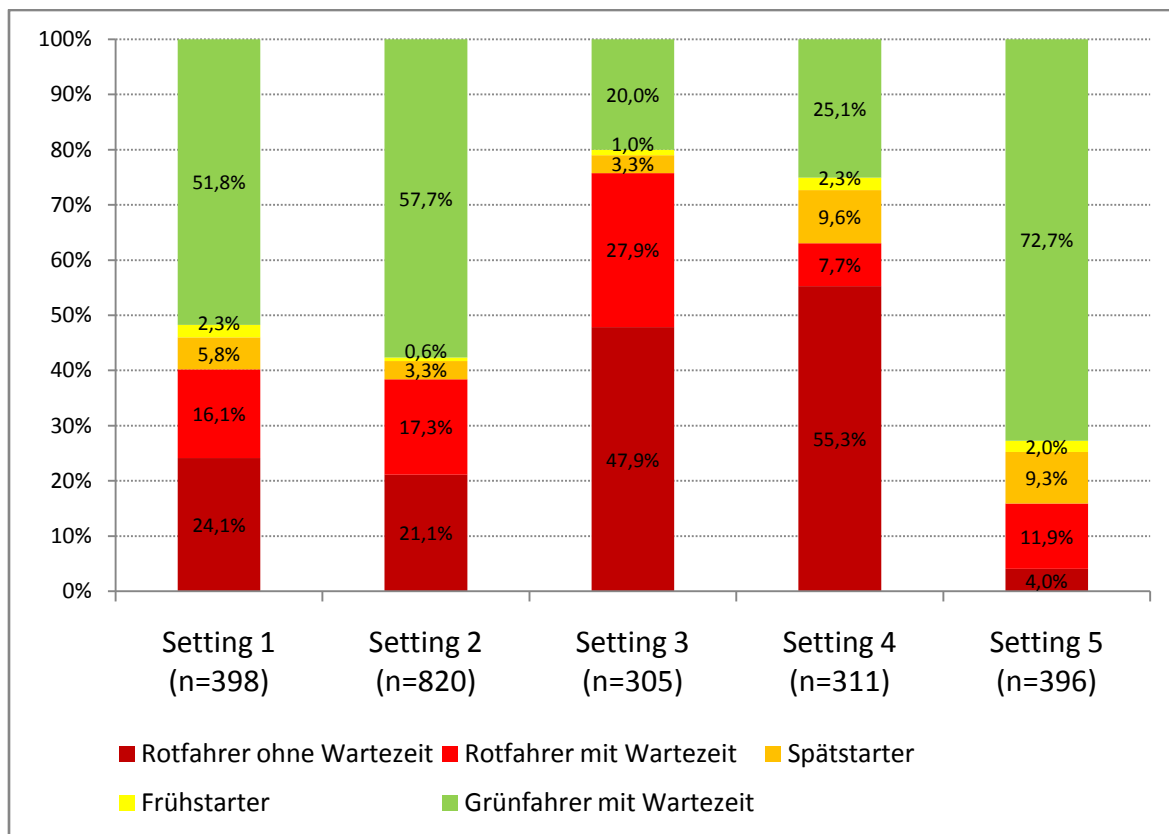


Abbildung 72: Anhaltebereitschaft bei Rot nach den definierten Settings

Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass die Anhaltebereitschaft bei Rot bei den Settings 3 und 4 mit einem Grünfahreranteil von 20% (Setting 3) und 25% (Setting 4) deutlich am niedrigsten ist. Die Analyse zeigt auch, dass die Anhaltebereitschaft an den Ampeln des ersten Settings etwas niedriger ist, als bei Setting 2. Die untersuchten Unfallhäufungsstellen weisen analog zur vorherigen Auswertung die niedrigsten Rotfahrerraten auf. Die Unterschiede zu der vorherigen Abbildung sind zum Teil aus den Erkenntnissen der verkehrstechnischen Analyse abzuleiten (siehe Kapitel 5.4). Die untersuchten Signalanlagen des Settings 4 wiesen durchwegs kürzere Rotphasen als die Ampeln des Settings 2 auf.

Die Analyse verdeutlicht somit, dass die Anhaltebereitschaft bei Rot an Signalanlagen mit Druckknopfampeln und Kreuzungen, wo RW lediglich einen Fußgängerübergang kreuzten, am niedrigsten war.

Die unterschiedlichen Ergebnisse der Settings 1, 2 und 5 müssen jedoch einer tiefergehenden Analyse der Einflussfaktoren (Querungslänge, Dauer der Grün- und Rotphasen) unterzogen werden, da sich die Erhebungsergebnisse der einzelnen Standorte innerhalb dieser Settings erheblich unterscheiden.

5.7.4. Auswertungen der einzelnen Standorte

In diesem Kapitel werden die Erhebungsergebnisse der einzelnen Standorte analysiert und vorgestellt. In der nachfolgenden Abbildung sind die Anteile der Rot- bzw. Grünfahrer nach den erfassten Kategorien für die untersuchten Kreuzungen dargestellt. Zudem wird für jeden Standort die Anzahl der gezählten Radfahrer angeführt. Jede der angeführten Erhebungen wurde, wie bereits im Kapitel 5.3 erläutert, an einem mittleren Wochentag über einen Zeitraum von zwei Stunden durchgeführt.

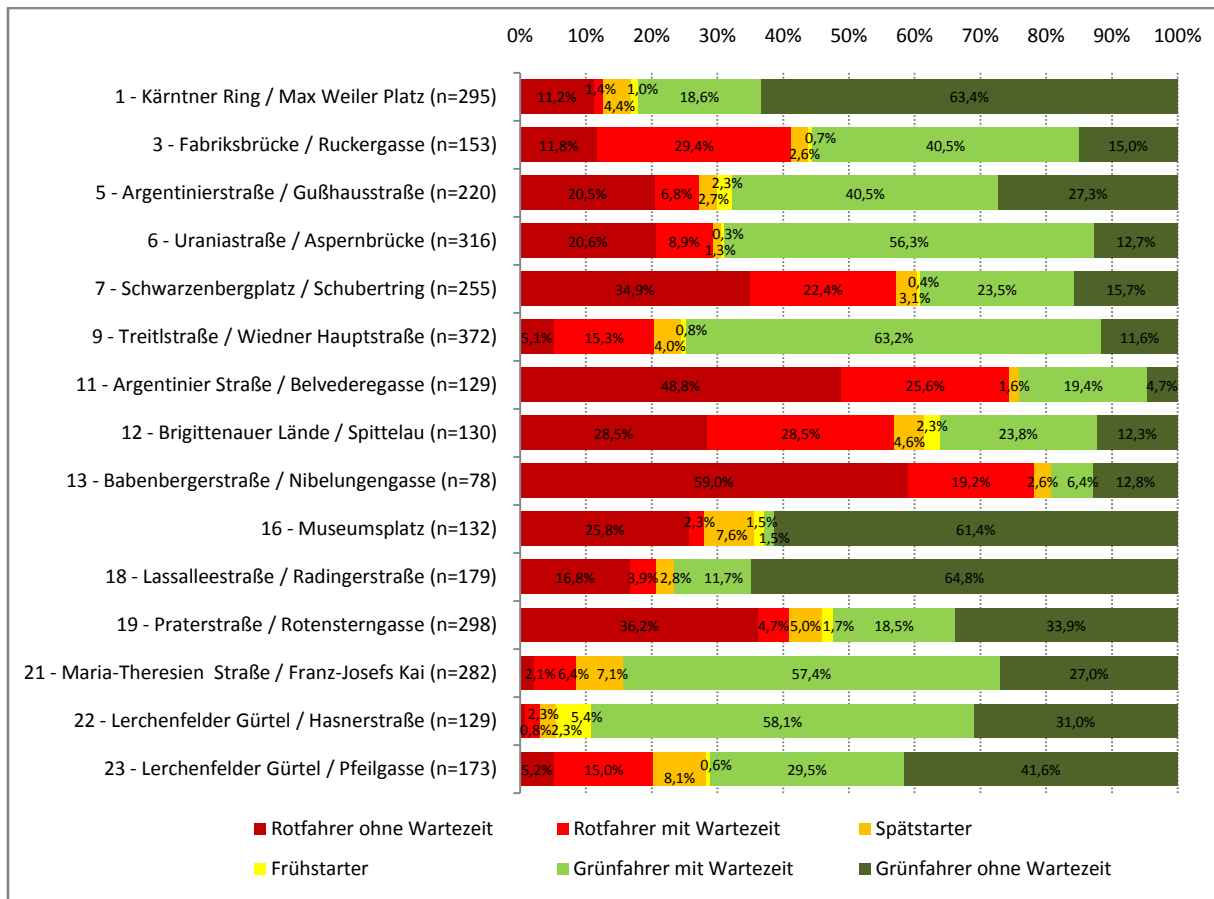


Abbildung 73: Anteile der Rot- und Grünfahrer nach den Erhebungsstandorten

Die Erhebungsergebnisse zeigen sehr große Unterschiede zwischen den einzelnen Erhebungsstandorten. Daraus lässt sich bereits ableiten, dass standortbezogene Faktoren einen sehr großen Einfluss auf die Anhaltebereitschaft bei Rot und auf den Anteil der Grünfahrer ohne Wartezeit haben. Der Anteil der Grünfahrer ohne Wartezeit ist ein Indikator für die Fahrradfreundlichkeit der Ampel, als er direkt mit der Dauer der Grünzeit und einer etwaigen Koordinierung mit nachfolgenden VLSA zusammenhängt. Die Gesamtquote der Rotfahrer variiert dabei zwischen rund 10,9% (Standort Nr. 22) und Standort Nr. 13 mit rund 80,8%.

Bei den drei Ampeln mit den höchsten Rotfahreranteilen handelt es sich jeweils um Druckknopfampeln (Nr. 11-13). Die drei DKA sind hinsichtlich ihrer verkehrstechnischen Parameter sehr unterschiedlich (siehe Kap. 5.4). Die Bereitschaft bei Rot anzuhalten, den Druckknopf zu betätigen und bis zur Freigabe zu warten, war bei diesen drei Ampeln jedoch sehr niedrig.

Die untersuchten Ampeln des ersten Settings weisen Rotfahreranteile zwischen 18,0% (Standort 1) und 44,4% (Standort 3) auf. Bei der Betrachtung der verkehrstechnischen Parameter dieser Ampel zeigt, sich dass die Ampel mit der längsten Rotphase (Nr. 3: 80 Sekunden) den höchsten Anteil an Rotlichtmissachtungen aufweist und die Ampel mit der kürzesten Rotzeit (Nr. 1: 32 Sekunden) den niedrigsten Anteil an Übertretungen. Die lange Grünphase der ersten Ampel spiegelt sich auch im großen Anteil der Radfahrer, welche die Ampel bei Grün erreichen wieder (rund 63,4%).

Bei den Ampeln des zweiten Settings sticht die hohe Rotfahrerquote der Signalanlage Nr. 7 (Schwarzenbergplatz / Schuberttring) hervor (60,8%). Die Ampel weist in etwa gleich lange

Rot- und Grünphasen auf wie die Signalanlage Nr. 9 (Treitlstraße – Wiedner Hauptstraße). Obwohl die Radfahrer bei Signalanlage Nr. 7 eine längere Querungsdistanz (rund 18 Meter) als bei Nr. 9 (rund 12 Meter) zurücklegen müssen, querten mehr als doppelt so viele Radfahrer bei Rot. Eine nähere Betrachtung der Ampelschaltung dürfte auch den Grund für diese großen Unterschiede liefern. Radfahrer, die den Schwarzenbergplatz von Westen nach Osten queren wollen, müssen in vielen Fällen zweimal anhalten und warten, da sich die unmittelbar nacheinander folgenden Übergänge hinsichtlich der Dauer der Grün- und Rotphasen unterscheiden. Die Notwendigkeit des zweimaligen Anhaltens scheint für viele Radfahrer auch nicht nachvollziehbar zu sein, da der Querverkehr in diesen Fällen immer bereits ein rotes Signal erhält. Zudem sind parallel zu dem ggst. Übergang zwei signalgeregelte Schutzwege vorhanden, die zu dieser Zeit bereits grünes Signal erhalten. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass die signalgeregelte RFÜ eine Straßenbahn kreuzt, welche die daneben liegenden Schutzwege nicht betrifft. Die Schaltung der Signalanlage änderte sich während der gesamten Erhebungsdauer nicht. Sie war unabhängig davon, ob sich eine Straßenbahn der Kreuzung näherte oder nicht. Auffallend sind auch die Unterschiede zwischen den Signalanlagen Nr. 6 und 9. Die Signalanlage Nr. 6 (Uraniastraße / Aspernbrücke) zeigte ein höhere Rotfahrerquote (rund 31,0%), obwohl die Ampel eine längere Grünzeit bzw. eine kürzere Rotzeit aufweist. In der verkehrstechnischen Analyse wurde aufgezeigt, dass auch bei der Ampel Nr. 6 ein Queren in einem Zug über die Uraniastraße für Radfahrer nicht möglich ist. Im schlechtesten Fall müssen Radfahrer dort bis zu einer Minute und 50 Sekunden warten. Während der Zählungen bei der Ampel Nr. 6 konnte zudem ein schwerer Konflikt beobachtet werden. Hierbei übersah ein Radfahrer das rote Lichtsignal. Ein sich nähernder Kfz-Lenker konnte eine Kollision nur durch eine Vollbremsung verhindern.

Die Signalanlagen des Settings 4, wo die RFA lediglich einen Fußgängerübergang kreuzt, wiesen Rotfahrerquoten zwischen 23,5% (Nr. 18) und 47,4% (Nr. 19) auf. Wie bereits im vorangegangenen Kapitel erläutert, weisen diese Art von Signalanlagen jedoch insgesamt eine sehr niedrige Anhaltebereitschaft bei Rot auf. Dies trifft auf alle drei untersuchten Ampeln zu. Die Rotfahrerquote scheint auch bei diesen drei Ampeln wiederum mit der Dauer der Grün- und Rotzeiten zusammenzuhängen. Die Ampel mit der längsten Rotzeit von 45 Sekunden (Nr. 19) weist den höchsten Anteil an Übertretungen auf, während der Übergang mit der kürzesten Rotzeit (35 Sekunden) die niedrigsten Quoten aufweist.

Die Signalanlagen des Settings 5 (Unfallhäufungsstellen) weisen Rotfahreranteile zwischen 10,9 % und 28,9% auf. Die Signalanlage Nr. 23 (Lerchenfelder Gürtel / Pfeilgasse) wurde dabei anteilig am häufigsten missachtet. Bei der Erhebung an diesem Standort konnte zudem ein schwerer Konflikt beobachtet werden. Ein Autofahrer missachtete dabei das Rote Lichtsignal. Eine Radfahrerinnen konnte nur durch eine Vollbremsung eine Kollision vermeiden.

Für jeden Standort wurde aus den ermittelten Stehzeiten der Radfahrer eine durchschnittliche Wartezeit berechnet. Diese wurde, wie bereits erläutert, in Abhängigkeit der maximalen Wartezeit in vier gleich lange Zeitintervalle eingeteilt. Aus den Mittelwerten der vier Zeitintervalle wurden in weiterer Folge als Näherungswerte mittlere Wartezeiten für jeden Standort ermittelt. Die berechneten durchschnittlichen Wartezeiten sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Die durchschnittliche Wartezeit der Grünfahrer wurde berechnet aus der Wartezeit der Radfahrer, welche die Ampel bei Rot erreichten und bis zur Freigabe abwarteten. Die Wartezeit der Rotfahrer wurde ermittelt aus der Wartezeit der Radfahrer, welche die Ampel

bei Rot erreichten und nach einer gewissen Wartezeit bei Rot querten. Die dargestellten Wartezeiten berücksichtigen jedoch nicht den Anteil der Grünfahrer bzw. Rotfahrer ohne Wartezeit.

Tabelle 11: Berechnete durchschnittliche Wartezeit der Rot- und Grünfahrer nach Standort

Setting	Nr.	Umlaufzeit [s]	Grünzeit [s]	Rotzeit [s]	Durchschnittliche Wartezeit der Grünfahrer [s]	Durchschnittliche Wartezeit der Rotfahrer [s]
1	1	100	68	32	17,2	14,0
	3	100	20	80	38,1	24,7
	5	60	15	45	11,0	10,3
2	6	100	45	55	31,5	9,6
	7	100	15	85	21,5	33,1
	9	100	20	80	36,1	28,2
3	11	DKA	9	10	14,4	7,3
	12	DKA	10	60 ¹	20,1	19,3
	13	DKA	12	63	42,0	11,3
4	16	100	60	40	10,0	5,0
	18	100	65	35	18,2	7,9
	19	75 ²	30	45	16,6	9,8
5	21	100	35 (50) ³	65 (50) ³	36,8	24,2
	22	75	17	58	23,4	17,5
	23	75	21	54	26,6	25,3

¹ Verkehrsabhängige Schaltung mit unterschiedlich langen Wartezeiten, maximale Wartezeit: 60s; die Signalanlage weist zudem eine Anzeige der Wartezeit auf

² VLSA mit DKA für FG, Umschalten auf Rot für Radfahrer nur nach Betätigung des Druckknopfes durch FG

³ Wechselnde Schaltung nach jeweils 2 Umläufen, die dann von den unmittelbar nachfolgenden Übergängen abweicht; Queren in einem Zug ist daher nicht immer möglich

5.8. Analyse der Einflussfaktoren auf Rotlichtverstöße

In diesem Kapitel wird untersucht, ob die aufgezeigten Unterschiede und Einflussfaktoren auf den Anteil der Rotfahrer statistisch signifikant oder durch Zufälle begründet sind. Zu diesem Zweck wurde im ersten Schritt eine deskriptive Statistik erstellt. Dazu wurden die untersuchten Einflussfaktoren mittels Kreuztabellen dem Chi-Quadrat Test unterzogen. Dieser Test gibt Aufschluss darüber, ob ein grundsätzlicher statistischer Zusammenhang zwischen den untersuchten Variablen besteht. Die ausgewählten unabhängigen Variablen wurden dabei der abhängigen Variable der Anzahl der Rotfahrer gegenübergestellt. Die Variable der Rotfahrer wurde als Binärvariable definiert. Sie beinhaltet alle Radfahrer, die gegen die Wartepflicht bei Rot verstoßen haben. Das wesentliche Ergebnis des Chi-Quadrat Tests ist die Irrtumswahrscheinlichkeit (p-Wert), die einen Aufschluss über die statistische Signifikanz gibt. P-Werte kleiner gleich 0,05 gelten als signifikant (Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner als 5%), Werte kleiner gleich 0,01 als sehr signifikant und Werte kleiner gleich 0,001 als höchst signifikant. Der Test liefert jedoch keinen Aufschluss darüber, wie stark der jeweilige Einfluss einer ausgewählten Variable ist und ob es sich um einen positiven oder negativen Zusammenhang handelt.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse des Chi-Quadrat Tests für die Variablen Geschlecht, Alter, Setting, Standort und Dauer der Rotzeit (> 40s und > 60s) dargestellt.

Tabelle 12: Ergebnisse des Chi-Quadrat Tests der Einflussfaktoren auf das Radfahren bei Rot

Variable	Chi-Quadrat	p-Wert
Geschlecht	6,963	0,008
Alter	9,864	0,020
Setting	289,102	0,000
Standort	459,842	0,000
VLSA mit Rotzeit > 40 s ¹	27,485	0,000
VLSA mit Rotzeit > 60 s ¹	85,563	0,000

¹Filter: Ohne VLSA Nr. 9,12,21,22,23

Die Auswertung zeigt eindeutige statistische Zusammenhänge zwischen den untersuchten Einflussfaktoren und dem Radfahren bei Rot. Die höchste statistische Signifikanz weisen die Variablen Standort, Setting und die Dauer der Rotzeit auf. Das Geschlecht zeigte einen sehr signifikanten Zusammenhang auf, das Alter einen ebenso signifikanten Wert.

Um mehr über die Stärke des Einflusses einzelner ausgewählter Variablen zu erfahren, wurde zudem eine binäre logistische Regression durchgeführt. Als abhängige Variable wurde hierbei ebenso die binäre Variable der Rotfahrer untersucht. Die unabhängigen Variablen wurden vor der Durchführung der Regression in binäre Variablen umgewandelt. In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der logistischen Regression dargestellt. Das Quotenverhältnis (OR = Odds Ratio) ist die wesentliche statistische Maßzahl, die etwas über die Stärke des Zusammenhangs der untersuchten Variablen aussagt. Für diese Maßzahl wurde zudem das 95%-Konfidenzintervall angegeben, das die Präzision der Schätzung dieses Parameters anzeigt. Zudem sind die Ergebnisse des Wald-Tests und der p-Wert angegeben.

Tabelle 13: Ergebnisse der binären logistischen Regression

Einflussvariable	OR	95% CI for OR		Wald	p-Wert
Männlich vs. Weiblich	1,228	1,054	1,430	6,954	0,008
Jugendliche vs. Erwachsene	1,595	1,151	2,209	7,882	0,005
Setting 3 vs. Setting 1,2 und 5 ¹	5,978	4,439	8,051	138,589	0,000
Setting 4 vs. Setting 1,2 und 5 ¹	4,465	3,391	5,878	113,678	0,000
Setting 1 vs. Setting 2,5 ¹	1,559	1,241	1,959	14,520	0,000
VLSA mit Rotzeit > 40 s ²	1,918	1,565	2,350	39,453	0,000
VLSA mit Rotzeit > 60 s ²	2,743	2,227	3,379	89,915	0,000

¹Auswertung bezieht sich auf die Anhaltebereitschaft bei Rot; Radfahrer, welche die Ampel bei Grün erreichten wurden gefiltert

²Filter: Ohne VLSA Nr. 9,12,21,22,23

Die Auswertung zeigt, dass Männer rund 1,2-mal häufiger bei Rot queren als Frauen und Jugendliche rund 1,6-mal häufiger als Erwachsene. Zudem wurde untersucht, wie groß der Einfluss der definierten Settings auf die Anhaltebereitschaft bei Rot ist. Dabei konnte gezeigt

werden, dass Radfahrer bei den untersuchten Druckknopfampeln rund 6 mal häufiger gegen die Wartepflicht bei Rot verstoßen haben als bei den anderen untersuchten VLSA der Settings 1,2 und 5. Der statistische Zusammenhang ist zudem höchst signifikant. Ein ähnliches Ergebnis zeigen die Ampeln, bei denen Radfahrer lediglich einen Fußgängerübergang queren mussten. Bei den untersuchten Signalanlagen des Settings 4 missachteten Radfahrer rund 4,5-mal häufiger die Wartepflicht bei Rot. Auch dieser Zusammenhang ist statistisch höchst signifikant. Ebenso wurde untersucht, ob Radfahrer bei Signalanlagen, wo sie lediglich einen Fahrstreifen queren müssen, eine niedrigere Anhaltebereitschaft zeigen, als bei Kreuzungen mit mehr als einem Fahrstreifen. Die Analyse zeigt ebenso einen höchst signifikanten Zusammenhang. Radfahrer querten bei derartigen Kreuzungen (Setting 1) rund 1,6-mal häufiger bei Rot als an den anderen untersuchten Signalanlagen der Settings 2 und 5.

Zudem wurden die Zusammenhänge des Rotfahrens mit der Dauer der Rotphase untersucht. Nachdem in der Richtlinie RVS Radverkehr eine maximale Wartedauer von 40 Sekunden empfohlen wird (siehe Kapitel 2.2), wurde untersucht, ob Ampeln mit längerer Dauer der Rotphase einen höheren Anteil an Rotlichtmissachtungen aufweisen. Da einige ausgewählte Ampeln über noch deutlich längere Rotphasen verfügen, wurde zusätzlich ausgewertet, wie sich die Anhaltebereitschaft bei Signalanlagen mit Rotphasen über 60 Sekunden von den anderen Ampeln unterscheidet. Es konnte mit höchster statistischer Signifikanz nachgewiesen werden, dass Radfahrer bei Signalanlagen mit Wartezeiten über 40 Sekunden rund 1,9-mal häufiger bei Rot querten. Bei Wartezeiten über 60 Sekunden war die Bereitschaft bei Rot zu queren sogar rund 2,7-mal häufiger.

Anschließend wurde analysiert, ob es einen standortbezogenen Zusammenhang zwischen dem Anteil der Grünfahrer, welche die Ampel bei Grün erreichten und der Dauer der Rot- bzw. Grünphasen gibt. Um diesen Zusammenhang zu untersuchen, wurde ein Streudiagramm erstellt, das den Quotienten der Dauer der Grünzeit und der Rotzeit dem Anteil der Grünfahrer ohne Wartezeit gegenüberstellt. Ein jeder Punkt dieses Diagramms bezieht sich auf einen untersuchten Standort.

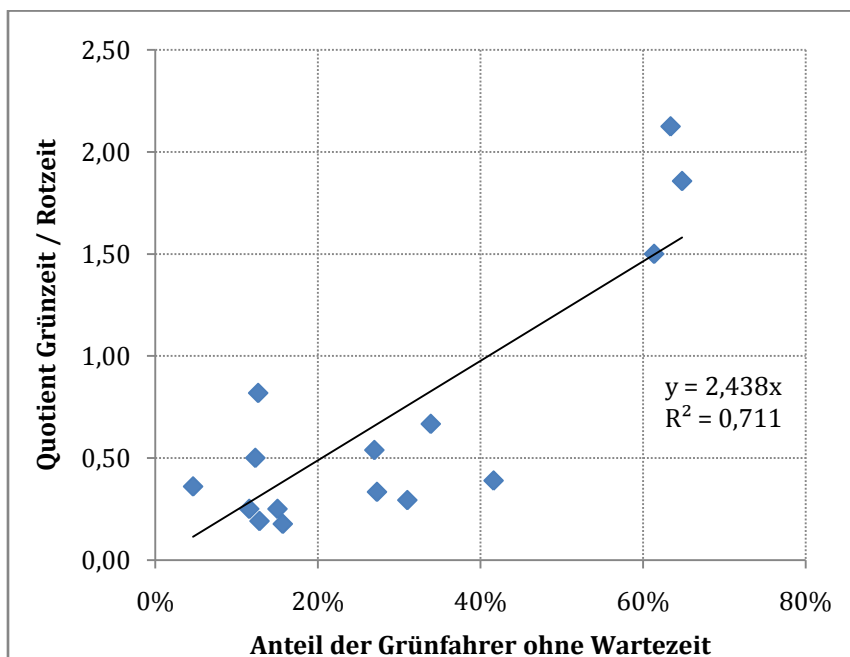


Abbildung 74: Zusammenhang zwischen dem Anteil der Grünfahrer ohne Wartezeit und dem Quotienten aus der Grünzeit zur Rotzeit

Das Streudiagramm zeigt, dass Radfahrer Signalanlagen tendenziell häufiger bei Grün erreichen, wenn die Grünzeit im Verhältnis zur Rotzeit länger ist.

Zuletzt wurde der Zusammenhang des Verhältnisses der mittleren Wartezeit und der Grünzeit mit dem Anteil der Rotfahrer untersucht. Die Ergebnisse dieser Analyse sind im nachfolgenden Streudiagramm dargestellt.

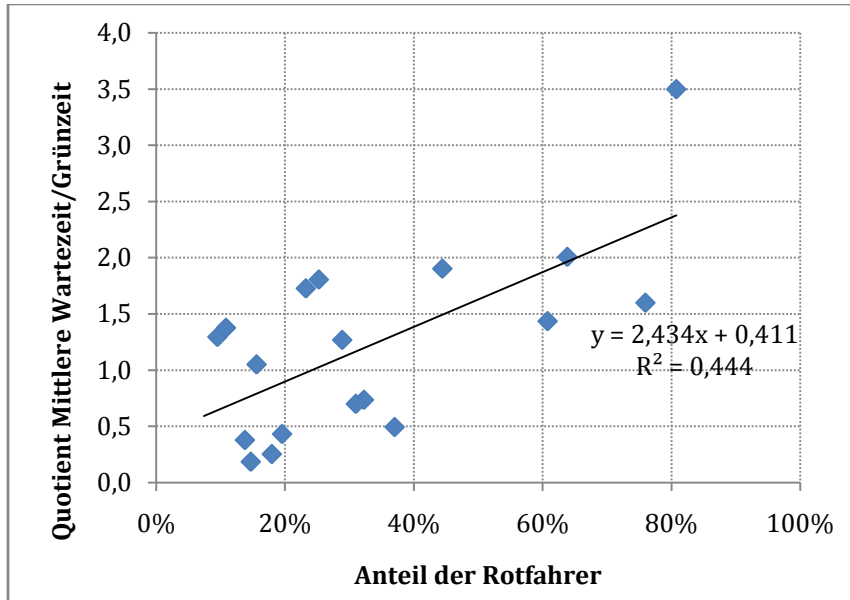


Abbildung 75: Zusammenhang zwischen dem Anteil der Grünfahrer ohne Wartezeit und dem Quotienten aus der Grünzeit zur Rotzeit (Ohne Setting4, inkl. Vorerhebungen)

Die Analyse zeigt, dass Radfahrer tendenziell häufiger bei Rot queren, wenn die mittlere Wartezeit im Verhältnis zur Grünzeit größer ist. Die mittlere Wartezeit ist als Indikator besser geeignet als die Dauer der Rotphase, da sie auch die Koordinierung mit anderen Signalanlagen berücksichtigt.

6. Schlussfolgerungen

Das Potential des Alltagsradverkehrs in Wien wird durch die hohe Anzahl der vorhandenen Lichtsignalanlagen und den langen Wartezeiten für Radfahrer stark reduziert. Wie durch Messfahrten entlang ausgewählter Radrouten gezeigt werden konnte, betragen die durchschnittlichen Wartezeiten über 25% der gesamten Fahrzeit. Dies führt dazu, dass die Reichweite des Alltagsradverkehrs um mindestens rund ein Viertel verkürzt wird. Auf Grund der aufgezeigten hohen Ampeldichte von rund 4,3 LSA pro km entlang der Hauptrouten müssen Radfahrer neben den Zeitverlusten auch hohe Energieverluste durch vielfache Anfahrmanöver in Kauf nehmen. Da das „Budget an Mobilitätsenergie“ aller Menschen im Wesentlichen konstant ist (Vgl. Knoflacher, 2007, S. 234), kann man davon ausgehen, dass das tatsächliche Einzugsgebiet des Radverkehrs durch die bestehenden Lichtsignalanlagen noch deutlich stärker verkleinert wird. Um eine Erhöhung des Radverkehrsanteils erreichen zu können, sollte die Reduktion der Ampeldichte und der mittleren Wartezeiten entlang der Hauptrouten daher oberste Priorität haben.

Die Wahrung der Leichtigkeit und Flüssigkeit des Verkehrs gilt als oberste Maxime der Verkehrsplanung, welche in der Straßenverkehrsordnung verankert ist. Eine nähere Betrachtung der zu Grunde liegenden technischen Regelwerke für die Ausführung von Signalanlagen wirft jedoch die Frage auf, ob dieser Grundsatz in der Praxis der Ampelplanung derzeit nur für den MIV angewandt wird, nicht jedoch für den NMV. Insbesondere bei der Festlegung der Freigabezeiten wird dem Radverkehr bei gleichen Fahrzeugmengen nur 30% der Grünzeit des Kfz-Verkehrs zugesprochen. Wie in der Analyse der technischen Regelwerke gezeigt werden konnte, muss für die Berechnung der zugrunde liegenden Verkehrsströme laut RVS 05.04.32 eine Umrechnung des Radverkehrs in PKW-Einheiten erfolgen. Ein Radfahrer entspricht dabei 0,3 PKW-E. Dies ist der Hauptgrund dafür, dass Radfahrer an Signalanlagen mit eigenem Signalgeber in der Regel deutlich kürzere Grünphasen und deutlich längere Rotphasen erhalten als der Kfz-Verkehr. Eine derartige Bemessung ist in der klassischen, verkehrstechnischen Sichtweise zur Reduktion von Staulängen des MIV begründet. Die Ursache dieser Vorgehensweise liegt in der wesentlich geringeren Leistungsfähigkeit des MIV im Vergleich zum Radverkehr. Auf Grund des geringeren Platzbedarfs eines Fahrrades können in einem gleichen Zeitintervall wesentlich mehr Radfahrer auf einem Fahrstreifen queren als motorisierte Fahrzeuge. Dieser entscheidende Vorteil des Fahrrades gegenüber dem Automobil wird dem Radfahrer durch die derzeitige Ausführung der Signalanlagen wieder genommen. Die in den Richtlinien angeführte Möglichkeit einer Bevorzugung des Radverkehrs bei Vorliegen von verkehrspolitischen Zielsetzungen erscheint im Vergleich zu dieser der Ampelplanung zugrunde liegenden Grundregel im Bezug auf die Fahrradfreundlichkeit von Signalanlagen lediglich als ein schwacher Trost.

Die verkehrstechnische Analyse ausgewählter Kreuzungen in Wien hat zudem gezeigt, dass die fahrradfreundlicheren Empfehlungen der RVS 03.02.13 „Radverkehr“ zur Ampelplanung bei bestehenden LSA derzeit vielfach noch nicht berücksichtigt wurden. Ein Großteil der ausgewählten Signalanlagen kann hinsichtlich des Signalprogrammes als wenig fahrradfreundlich betrachtet werden. 14 von 23 untersuchten Kreuzungen wiesen längere Rotphasen als 40 Sekunden auf und entsprechen damit nicht den geforderten Standards der genannten Richtlinie. Von den 23 Signalanlagen wiesen acht davon sogar Rotzeiten von einer Minute oder mehr auf. Einzelne Signalanlagen wurden als besonders fahrradunfreundlich bewertet, da Radfahrer beim Queren eines Straßenzuges mehrfach zum Anhalten

aufgefordert werden. Die verkehrstechnische Analyse erwies weiters, dass bei rund der Hälfte der Übergänge eine gemeinsame Signalisierung des Fußgänger- und Radverkehrs erfolgte. Eine derartige Signalisierung wird ebenso gemäß dieser Richtlinie nicht empfohlen, da hierbei die höheren Räumgeschwindigkeiten des Radverkehrs unberücksichtigt bleiben. Es kann daraus abgeleitet werden, dass viele Probleme durch die Nichtumsetzung der Empfehlungen der genannten Richtlinie verursacht werden.

Dass eine Planung dieser Art nicht menschen- und fahrradgerecht ist, zeigt sich augenscheinlich darin, dass die Verkehrsregelungen von sehr vielen Radfahrern nicht akzeptiert werden. Der Vergleich der analysierten Forschungsarbeiten mit den Erhebungsergebnissen zur Thematik der Rotlichtverstöße macht zudem deutlich, dass sich die Situation in Wien im internationalen Vergleich wesentlich problematischer darstellt. Der Anteil der Rotfahrer an allen Radfahrern variierte dabei zwischen 7% in Deutschland (Vgl. Ortlepp et al., 2008) und Australien (Vgl. Johnson et al., 2011), rund 27,4% in den Niederlanden (Vgl. Van der Meel, 2013), rund 30% in den USA (Vgl. Monsere et al., 2013) bis hin zu 50% in China (Vgl. Wu et al. 2012). Die untersuchten Kreuzungen in Wien liegen mit einer Rotfahrerquote von rund 35,8% im Vergleich dazu im Spitzenfeld. Von den insgesamt 3.141 gezählten Radfahrern querten 1.124 bei Rot. Betrachtet man hierbei nur die Radfahrer, welche die Ampel bei Rot erreichten, beträgt die Anhaltebereitschaft lediglich rund 50%. Die Gesamtquoten sind jedoch als nicht repräsentativ für alle Signalanlagen in Wien zu werten, da die Grundlage der Feldforschung die Auswahl besonders nachteiliger Stellen für den Radverkehr war. Es wird daher angenommen, dass die durchschnittliche Anhaltebereitschaft der Radfahrer in Wien deutlich höher ausfällt.

Das Vorhandensein einer Vielzahl von internationalen Studien zu dieser Thematik unterstreicht jedenfalls die hohe Relevanz der untersuchten Problemstellung in dieser Arbeit. Das Fehlen von vergleichbaren Studien aus Österreich veranschaulicht zudem den großen lokalen Forschungsbedarf in diesem Feld.

Die meisten untersuchten Studien wiesen des Weiteren auf sehr große örtliche Unterschiede bei der Akzeptanz einzelner Signalanlagen hin. Der große Einfluss der Örtlichkeit konnte anhand der eigenen Erhebungen auch statistisch nachgewiesen werden. Die Rotfahrerquoten variierten dabei von rund 11% bis hin zu rund 81%. An vier der 23 untersuchten Kreuzungen missachteten sogar mehr als 50% der Radfahrer die Wartepflicht bei Rot. Die örtlichen Unterschiede sind insofern als positiv zu betrachten, als dass viele standortbezogene Faktoren durch verkehrstechnische Maßnahmen veränderbar sind. So konnte anhand der statistischen Analyse nachgewiesen werden, dass ein eindeutiger Zusammenhang der Rotfahreranteile mit der Dauer der Rot- und Grünphasen besteht. Auf Kreuzungen mit Rotphasen mit einer Dauer von über 60 Sekunden querten Radfahrer rund 2,7-mal häufiger bei Rot, als bei Anlagen mit kürzerer Wartezeit. Die Akzeptanzraten können somit ebenso als Indikator für die Fahrradfreundlichkeit einer Signalanlage herangezogen werden. Signalanlagen, die mehr als der Hälfte aller Radfahrer missachtet, werden den Ansprüchen des Alltagsradverkehrs jedenfalls nicht gerecht.

Die anschließenden Auswertungen nach dem Setting zeigten weiters, dass Druckknopfampeln und Signalanlagen wo RFA lediglich einen Fußgängerübergang kreuzten eine deutlich geringere Akzeptanz durch die Radfahrer erfuhren. Die statistische Analyse ergab hierbei, dass Radfahrer bei Druckknopfampeln rund 6-mal häufiger und bei Ampeln bei Fußgängerübergängen rund 4,5-mal häufiger gegen die Wartepflicht bei Rot verstoßen haben, als bei anderen untersuchten Signalanlagen. Die Erhebungsergebnisse

legen den Schluss nahe, dass Signalanlagen dieser Art gänzlich vermieden werden sollten. Zudem konnte gezeigt werden, dass auch ein Zusammenhang mit der Anzahl der zu querenden Fahrstreifen besteht. Bei den Signalanlagen, wo Radfahrer nur einen Fahrstreifen überqueren mussten, querten diese rund 1,6-mal häufiger bei Rot als bei den anderen Signalanlagen mit mehr als einem Fahrstreifen. Die Notwendigkeit von Signalanlagen, wo Radfahrern im untergeordneten Straßennetz lediglich einen Fahrstreifen queren müssen, sollte daher grundsätzlich hinterfragt werden.

Anhand der Literaturstudie konnte zudem herausgearbeitet werden, dass es eine Vielzahl weiterer Einflussfaktoren auf die Einhaltung von Verkehrsregelungen durch Radfahrer gibt. Grundsätzlich ist zwischen nicht beeinflussbaren personenbezogenen Kriterien und veränderbaren verkehrstechnischen Faktoren zu unterscheiden. Eine große Anzahl an Studien kam zu dem gleichartigen Ergebnis, dass jüngere und männliche Radfahrer tendenziell häufiger Rotlichtverstöße begehen als ältere Personen und weibliche Radfahrer (Vgl. Alrutz et al., 2009; Van der Meel, 2013; Johnson et al., 2011; Johnson et al., 2013; Wu et al., 2012). Diese aufgezeigten alters- und geschlechtsspezifischen Unterschiede konnten anhand der Erhebungsergebnisse statistisch belegt werden. Männliche Radfahrer querten rund 1,2-mal häufiger bei Rot als weibliche und Jugendliche rund 1,6-mal häufiger als Erwachsene Personen. Des Weiteren begehen geübte Radfahrer häufiger Missachtungen von Signalregelungen als ungeübte (Vgl. Johnson et al., 2013, S. 842). Auch die Anwesenheit anderer wartender Personen kann einen Einfluss auf die Akzeptanz der Signalanlage haben. So zeigten mehrere untersuchte Studien auf, dass Rotlichtverstöße häufiger stattfinden, wenn keine anderen Personen anwesend waren (Vgl. Johnson et al., 2011; Johnson et al., 2013; Wu et al. 2012, Rosenbloom, 2009). Dies deutet darauf hin, dass Personen in Gruppen eher dazu tendieren soziale Normen und Regeln einzuhalten. Jedoch kann das Vorhandensein von anderen Radfahrern auch das gegenteilige Verhalten des Nachahmens von Rotlichtübertretungen verursachen, wie in mehreren Studien nachgewiesen wurde (Vgl. Wu et al, 2012; Robatsch et al., 2002). Aus diesen nicht beeinflussbaren Faktoren können jedoch keine unmittelbaren Empfehlungen für Maßnahmen abgeleitet werden.

Mehrere unabhängige Arbeiten kamen zu dem Ergebnis, dass Radfahrer bei geringem Verkehrsaufkommen eher bereit sind eine Verkehrsregelung zu missachten als bei starkem Verkehr (Vgl. Alrutz et al., 2009; Van der Meel, 2013; Dooren, 1985; Johnson et al., 2011; Robatsch et al., 2002). Ein derartiges Ergebnis ist wenig überraschend, da bei geringem Verkehrsaufkommen häufiger Zeitlücken im Verkehr vorhanden sind und diese Zeitlücken auch im Allgemeinen länger ausfallen. Der Einfluss des Verkehrsaufkommens konnte mangels technischer Möglichkeiten mit den eigenen Erhebungen nicht überprüft werden. Mehrere Studien kamen zu dem Schluss, dass auch die Querungslänge einen unmittelbaren Einfluss auf die Häufigkeit von Rotlichtübertretungen hat, da sie unmittelbar mit der Querungsdauer zusammenhängt (Vgl. Robatsch et al., 2002; Van der Meel, 2013). Eine australische Studie belegte zudem, dass auch die gewählte Fahrtrichtung einen Einfluss auf die Einhaltung der Signalregelung haben kann (Vgl. Johnson et al., 2011). Umgelegt auf Österreich würde dies bedeuten, dass Radfahrer beim Rechtsabbiegen häufiger dazu geneigt sind bei Rot zu fahren, als bei anderen Manövern. Ein derartiger Schluss ist nachvollziehbar, da das Rechtsabbiegen in vielen Fällen konfliktfrei möglich ist. Eine niederländische Arbeit analysierte weiters, dass auch die Sichtweiten, das Vorhandensein von Querungshilfen sowie die Geschwindigkeit und Zusammensetzung des Querverkehrs (Schwerverkehrs-Anteil) Einfluss auf das Querungsverhalten haben könnten (Vgl. Van der Meel, 2013). Für diese Einflussfaktoren konnte jedoch kein statistischer Nachweis erbracht werden.

Eine weitere zentrale Fragestellung dieser Arbeit waren die Auswirkungen von Rotlichtverstößen durch Radfahrer auf die Verkehrssicherheit. Es konnte anhand der Literaturanalyse ermittelt werden, dass sich bereits eine Vielzahl unterschiedlicher Forschungsarbeiten mit dieser Thematik befasst haben. Die Gründe dafür sind naheliegend, da derartige Analysen eine wesentliche Aufgabe der Verkehrssicherheitsarbeit sind und diese den Handlungsbedarf zur Verhinderung von Verkehrsunfällen aufzeigen können. Zu der untersuchten Problematik gibt es in Österreich jedoch noch vergleichsweise großen Forschungsbedarf. Bekannt ist zwar, dass in den Jahren 2000 bis 2003 rund 18% der tödlich verunglückten Radfahrer im Zuge von Rotlichtverstößen verunfallten (Vgl. Lutschounig et al., 2005). Unklar ist jedoch, ob diese Rotlichtübertretungen von den verunglückten Radfahrern oder anderen beteiligten Verkehrsteilnehmern begangen wurden. Eine weitere österreichische Studie untersuchte die Häufigkeit der Nennung der 38 verschiedenen Unfallumstände bei Radverkehrsunfällen im Zeitraum 2000 bis 2004 (Robatsch et al., 2005). Die am häufigsten genannten Unfallumstände waren dabei Stürze vom Fahrrad (bei rund 45% aller Unfälle) und Nichtbeachten der Vorrangbestimmungen (rund 29%). Das Nichtbeachten der Verkehrsregelung wurde lediglich bei rund 2,2% der Unfälle angegeben. Die Analyse mehrerer internationaler Studien brachte das Ergebnis, dass der Anteil der Rotfahrerunfälle von Radfahrern im Gesamtunfallgeschehen eher eine untergeordnete Rolle spielt. Zudem wurde mehrfach berichtet, dass derartige Unfälle häufiger von Kfz-Lenkern verursacht wurden als von Radfahrern (Vgl. Kolrep-Rometsch et al., 2013; Ortlepp et al., 2008; Schramm et al. 2008; Green, 2003; Lawson, 1991; Yan et al., 2011).

Die mit Hilfe der Unfalldatenbank des KFV durchgeführten Unfallanalysen bestätigen diese Erkenntnisse. Österreichweit wurden in den letzten 10 Jahren nur rund 1,6% aller Radverkehrsunfälle im Zusammenhang mit einer Rotlichtmissachtung mit einem Radfahrer erfasst. In Wien war dieser Anteil mit rund 4% jedoch etwas höher. Rund 19,4% aller Radverkehrsunfälle in Wien ereignen sich auf Kreuzungen mit VLSA. Der Anteil der Unfälle auf Kreuzungen mit Verkehrszeichenregelung und mit Rechtsvorrang ist mehr als doppelt so groß. Rund ein Viertel der auf signalgeregelten Kreuzungen in Wien erfassten Radverkehrsunfälle ereigneten sich im Zuge einer Rotlichtmissachtung durch einen Radfahrer. Die Hauptunfallgegner bei Radverkehrsunfällen auf signalgeregelten Kreuzungen sind Pkw (rund 59,6%) andere Radfahrer (rund 18,3 %) und andere motorisierte Verkehrsteilnehmer (rund 13,1%). Die Analyse der Hauptunfallverursacher erwies, dass Radfahrer in etwas mehr als einem Drittel der Fälle die Hauptschuld an dem Unfall zu tragen haben. Eine nähere Analyse der Unfallgegner bei Radverkehrsunfällen nach einer Rotlichtüberfahung zeigte, dass Fußgänger anteilig häufiger davon betroffen sind (rund 12% der Unfälle).

Dies bedeutet jedoch nicht, dass im Bezug auf die Verkehrssicherheit kein Handlungsbedarf besteht. Wenn es zu Unfällen nach einem Rotlichtverstoß durch einen Radfahrer kommt, erleiden Radfahrer im Schnitt deutlich schwerere Unfallfolgen. Der Anteil der Schwerverletzten bzw. NeG-Verletzten war bei Rotfahrern mehr als doppelt so hoch. Es ist klar, dass auch durch verbesserte Signalregelungen nicht alle derartige Unfälle verhindert werden können. Eine Reduktion des Rotfahreranteils von Radfahrern durch eine fahrradfreundlichere Ausführung von Signalanlagen könnte jedoch auch zu einer Abnahme im Radverkehrsunfallgeschehen führen.

Der größte Anteil der erfassten Rotfahrerunfälle von Radfahrern ereignete sich untertags, in der warmen Jahreszeit und während der mittleren Wochentage (Dienstag bis Donnerstag). Dies geht einher mit den zeitlichen Schwankungen des Radverkehrsaufkommens. Die Auswertung der Unfalltypen zeigte zudem, dass es bei Radverkehrsunfällen auf signalgeregelten Kreuzungen am häufigsten zu Kollisionen zwischen Abbiegern und Geradeausfahrenden kommt (rund 62% der UPS). Unfälle nach Rotlichtmissachtungen von Radfahrern führten jedoch am häufigsten zu rechtwinkligen Kollisionen (rund 60% der UPS).

Die räumliche Analyse der Radverkehrsunfälle mit Rotlichtmissachtungen ergab, dass sich ein Großteil des Unfallgeschehens im Stadtzentrum und auf den wichtigsten Wiener Radrouten ereignete (Ring Radweg, Gürtelradweg, Wientalradweg, Mariahilfer Straße, Prater Straße). Zudem konnten 11 Kreuzungen ermittelt werden, wo sich in den letzten 10 Jahren zumindest drei Radverkehrsunfälle mit Rotlichtverstoß durch Radfahrer ereignet haben. Davon wurden drei Kreuzungen für weitergehende verkehrstechnische Analysen und eine Erhebung der Anhaltebereitschaft ausgewählt. Die untersuchten Unfallhäufungsstellen wiesen bei der Erhebung der Anhaltebereitschaft jedoch wesentlich geringere Rotfahrerquoten auf, als die anderen untersuchten Signalanlagen, wo Radfahrer mehr als einen Fahrstreifen überqueren mussten. Die Rotfahrerquote an sich ist somit kein eindeutiger Indikator mit dem sich ein Zusammenhang mit dem Unfallrisiko feststellen lässt. Bei der begleitend zur Zählung durchgeführten Konfliktbeobachtung wurde zudem nur bei einer von 1.124 Rotquerungen ein Konflikt zwischen einem Radfahrer und einem Kfz-Lenker beobachtet. Aus der Beobachtung des Querungsverhaltens der Radfahrer bei Rot kann geschlossen werden, dass beinahe alle Radfahrer dabei sehr genau auf den Querverkehr achten und nur dann bei Rot queren, wenn dies für sie sicher möglich ist und die Zeitlücke im Verkehr für sie ausreichend ist. Zu Verkehrsunfällen kommt es im Zuge von Rotquerungen grundsätzlich nur dann, wenn einzelne Radfahrer leichtsinnig ein höheres Risiko eingehen, die Dauer einer Zeitlücke falsch einschätzen oder schlichtweg ein rotes Lichtsignal übersehen.

Einzelne Studien konnten ebenso belegen, dass männliche junge Radfahrer, analog zu den aufgezeigten Unterschieden in der Häufigkeit von Rotlichtmissachtungen, anteilig häufiger nach Rotlichtverstößen verunglücken (Vgl. Lawson, 1991; Yan et al., 2011). Die Analyse der österreichischen Verkehrsunfallstatistik brachte das Resultat, dass der Anteil der unter 30 Jährigen sowohl bei Frauen als auch bei Männern bei Unfällen mit Rotlichtmissachtungen von Radfahrern etwas höher ist. Geschlechterspezifische Analysen zeigten zudem, dass Männer generell häufiger mit dem Rad verunglücken als Frauen.

Bei den Ergebnissen dieser Arbeit muss jedoch auch auf einige Restriktionen hingewiesen werden, die gleichzeitig Hinweise auf weiteren Forschungsbedarf darstellen. Da auf Grund eingeschränkter technischer Möglichkeiten keine Zählung und Geschwindigkeitsmessung des Querverkehrs erfolgte, konnten die Einflüsse dieser Parameter nicht überprüft werden. Daher konnte auch nicht untersucht, wie groß die Zeitlücken im Verkehr sein müssen, so dass es zu gehäuften Rotlichtmissachtungen kommt. Da keine Gruppengrößen erfasst wurden, konnte auch nicht überprüft werden, inwieweit diese eine Auswirkung auf das Querungsverhalten haben. Da bei Zählung nur Radfahrer betrachtet wurden, die den ggst. Übergang vollständig querten, können ebenso keine Aussagen über das Verhalten von abbiegenden Radfahrern getroffen werden. Eine tiefergehende Untersuchung dieser Faktoren könnte dazu beitragen, das Verständnis über die Verhaltensweisen zu verbessern.

7. Maßnahmenempfehlungen

In diesem Kapitel werden jene Maßnahmenempfehlungen für die Signalisierung des Radverkehrs vorgestellt, die aus den Schlussfolgerungen dieser Arbeit abgeleitet wurden. Teilweise konnten diese aus aktuellen Forschungsarbeiten oder Regelwerken aus anderen Ländern entnommen werden. Die Maßnahmen beinhalten dabei verkehrstechnische Änderungsvorschläge für die derzeit in Österreich geltenden Richtlinien (siehe Kapitel 7.1). Danach folgen verkehrsrechtliche Maßnahmen (Kap. 7.2) undverkehrsorganisatorische Maßnahmen (Kap. 7.3).

7.1. Änderung der technischen Regelwerke

Da die Empfehlungen der RVS 03.02.13 in der Praxis häufig nicht umgesetzt werden, sollte diese Richtlinie für verbindlich erklärt werden. Derzeit wird dieses Merkblatt lediglich vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie zur Anwendung empfohlen. Sollte eine derartige Erklärung aus dem Autor bisher unbekanntem Gründen nicht umsetzbar sein, wird empfohlen, die fahrradfreundlichen Empfehlungen zur Ausführung von Lichtsignalanlagen in eine verbindliche Richtlinie zu übertragen. Dies bezieht sich insbesondere auf folgende Bestimmungen:

- An VLSA sind maximale Wartezeiten von über 40 Sekunden für den Radverkehr zu vermeiden. Bei Wartezeiten von über 60 Sekunden ist grundsätzlich mit einer Häufung von Übertretungen durch Radfahrer zu rechnen.
- Radfahrer haben einen eigenen Signalgeber zu erhalten, wenn eine gemeinsame Signalisierung mit dem Kfz-Verkehr nicht möglich ist. Eine gemeinsame Signalisierung des Fußgänger- und Radverkehrs sollte auf Grund der unterschiedlichen Querungs- und Räumgeschwindigkeiten nur in Ausnahmefällen erfolgen und ist insbesondere bei langen Räumwegen zu vermeiden.
- Der Einsatz von Druckknopfampeln für den Radverkehr sollte auf Grund der geringen Akzeptanz gänzlich vermieden oder nur in Ausnahmefällen eingesetzt werden. Da Bedarfsschaltungen für den Radverkehr bei geringem Radverkehrsaufkommen durchaus sinnvoll sein können, sollten diesen mit automatisierten Anmeldetechnologien ausgestattet werden (z.B. Fahrrad-Induktionsschleifen). Soweit der Einsatz einer DKA jedoch aus besonderen Gründen alternativlos erscheint, sollte diese so ausgeführt werden, dass die Freigabe möglichst unmittelbar nach der Betätigung des Druckknopfes erfolgt.

Die deutsche Richtlinie HSRa führt darüber hinaus an, dass in der verkehrsabhängigen Signalsteuerung auf Radwegen oder Radfahrstreifen Anmeldedetektoren im Abstand von etwa 20 m bis 40 m vor der Haltelinie angeordnet werden sollen, um unnötiges Anhalten- und Warten müssen des Radverkehrs zu vermeiden (Vgl. HSRa, 2005, S. 29). Da mit solchen Systemen nicht immer alle Radfahrer erfasst werden können, sollte zudem eine weitere Anforderung möglich sein. Um Fehlanmeldungen von in falscher Richtung fahrenden Radfahrern zu vermeiden, sollten Anmeldedetektoren mit Richtungserkennung zum Einsatz kommen. Diese Empfehlungen der deutschen Richtlinien sollten ebenso in eine österreichische, verbindliche Richtlinie übernommen werden.

Um eine Planung von LSA zu ermöglichen, die auch die Leichtigkeit und Flüssigkeit des Radverkehrs ausreichend berücksichtigt, wird empfohlen die verbindlichen, technischen Regelwerke der RVS 05.04.31 und 05.04.32 dahingehend zu ändern, dass der Radverkehr bei

der Festlegung der Warte- und Freigabezeiten dem MIV gleichgestellt wird. Es wird daher vorgeschlagen, die Wertigkeit des Radverkehrs bei der Umrechnung in PKW-Einheiten von 0,3 auf 1,0 PKW-E zu erhöhen. Die Umsetzbarkeit dieses Vorschlages sollte im Arbeitsausschuss „Verkehrssignalanlagen“ der FSV zur Diskussion gestellt werden, um mögliche Vor- und Nachteile für alle Verkehrsteilnehmer gegenüber zu stellen.

Darüber hinaus wird empfohlen die Bestimmung der RVS 05.04.32, welche besagt, dass ein „zügiges Überqueren hintereinanderliegender Schutzwege und Radfahrerüberfahrten“ ermöglicht werden soll, dahingehend abzuändern, dass Querungen von hintereinander liegenden Kfz-Fahrbahnen samt dazwischen liegenden Fahrbahnanteilen für Fußgänger und Radfahrer in einem Zug ermöglicht wird (Vgl. Meschik, 2008, S. 132). Analog zu den Empfehlungen der deutschen Richtlinie HSRa („Hinweise zur Signalisierung des Radverkehrs“) sollte ergänzt werden, dass die Akzeptanz der LSA bei Radfahrern erhöht wird, wenn die Regelungen eindeutig und nachvollziehbar sind, die Freigabezeit des Radverkehrs im Verhältnis zur Freigabezeit des parallelen Kraftfahrzeugverkehrs ausreichend lang sind, kurze Wartezeiten für den Radverkehr vorhanden sind und mehrmaliges Halten und Warten am selben Knotenpunkt vermieden werden (Vgl. HSRa, 2005, S. 5f). Hinsichtlich der mittleren Wartezeit für den Radverkehr sollte des weiteren angeführt werden, dass diese nicht über 25 Sekunden liegen sollte und ab 45 Sekunden die Verkehrsqualität für Radfahrer als „schlecht“ zu bezeichnen ist (Vgl. HSRa, 2005, S. 6).

Die RVS 05.04.32 sollte zudem die Möglichkeit der Koordinierung von Signalanlagen für den Radverkehr („Grüne Welle“) anführen und Anwendungsbereiche (z.B. im Zuge von Hauptadtrouten) sowie Planungsgrundlagen für ebendiese definieren. Eine koordinierte Signalisierung für den Radverkehr wäre eine effektive Maßnahme, um den Anteil der Radfahrer, welche die Signalanlage bei Grün erreichen, zu erhöhen. Dies würde auch dazu führen, dass die Anhaltvorgänge von Radfahrern reduziert werden, was ein energiesparendes und komfortables Fahren ermöglicht. Durch die Erhöhung der mittleren Reisegeschwindigkeit kann somit auch der Einsatzradius des Radverkehrs wesentlich vergrößert werden. Dabei sollte besonders darauf hingewiesen werden, wie in Bereichen mit größeren Steigungen vorgegangen werden soll. Eine Diplomarbeit, welche die Möglichkeiten der Koordinierung von Lichtsignalanlagen für den Radverkehr in Wien überprüft hat, zeigte anhand einer Simulation, dass der Einsatz ebendieser sehr sinnvoll ist, ohne dass dadurch ein für den MIV, den ÖV und den Fußgängerverkehr eine wesentliche Benachteiligung entsteht (Vgl. Beyer, 2009). Der Autor kam zu dem Schluss, dass auf ebenen Strecken eine Progressionsgeschwindigkeit von 20 km/h anzustreben ist, diese jedoch immer an die örtlichen Gegebenheiten angepasst werden sollte. Nach den Empfehlungen der deutschen Richtlinie HSRa ist bei Progressionsgeschwindigkeiten des Radverkehrs zwischen 16 km/h und 20 km/h und des Kfz-Verkehrs zwischen 45 km/h und 60 km/h zudem eine Signalisierung im selben Grünband mit dem Kfz-Verkehr möglich, soweit die Knotenpunktabstände unter 200 m betragen und ausreichend lange Freigabezeiten am Folgeknotenpunkt bestehen (Vgl. HSRa, 2005, S. 26). Zudem wird angeführt, dass bei Knotenpunktabständen von 400 bis 750 m Radfahrer „in die auf die Startwelle folgende Grüne Welle des Kfz-Verkehrs hineinfahren“ können, „wenn sich die Parameter Umlaufzeit und Progressionsgeschwindigkeit dazu eignen“ (HSRa, 2005, S. 26f). Dabei ist jedoch ebenso eine lange Freigabezeit am Folgeknotenpunkt erforderlich. In Einzelfällen, wo Knotenpunkte nicht voll ausgelastet sind, lassen sich gem. ebendieser Richtlinie kurze Abschnitte durch eine vom Kfz-Verkehr unabhängige Grüne Welle realisieren. Es wird empfohlen, dass diese

Bestimmungen aus den deutschen Richtlinien ebenso in der RVS 05.04.32 übernommen werden.

Darüber hinaus sollte im Arbeitsausschuss „Verkehrslichtsignalanlagen“ der FSV zur Diskussion gestellt werden, ob die Möglichkeit der Schaffung einer gleichzeitigen Freigabe aller Radfahrerströme („Rund-um-Grün für Radfahrer“) nach deutschem Vorbild ein sinnvoller Beitrag zur Erhöhung der Akzeptanz von Signalanlagen sein kann. Eine derartige Phase ermöglicht für Radfahrer ein konfliktfreies Queren ohne Gefährdungen durch den Kfz-Verkehr und reduziert die erforderlichen Anhaltevorgänge von Radfahrern, da sie auch diagonal queren können. Nach der deutschen Richtlinie ERA (Empfehlungen für Radverkehrsanlagen) bringt eine derartige Lösung jedoch Nachteile mit sich. Da das Rund-um-Grün gem. ERA und HSRa bei starkem Kraftfahrzeugverkehr lange Wartezeiten und kurze Freigabezeiten für den Radverkehr bedingt, die Umlaufzeiten durch die besondere Phase erhöht werden muss und der Radverkehr auch dann ein rotes Signal erhält, wenn der parallel geführte Verkehr freigegeben ist, können vermehrt Rotlichtmissachtungen auftreten (Vgl. ERA, 2010, S. 53 und HSRa, 2005, S. 21). Die Richtlinien empfehlen daher diese Variante der Signalisierung nur dann einzusetzen, wenn es sich um kompakte Knotenpunkte mit starken Radverkehrsströmen in mehrere Fahrtrichtungen handelt. Die Radfahrerphase sollte hinsichtlich des Ablaufes auf die Kraftfahrzeugphase der Hauptrichtung folgen (Vgl. HSRa, 2005, S. 21). Die Variante mit diagonaler Quermöglichkeit kommt gemäß der deutschen Richtlinie HSRa nicht gemeinsam mit Fußgängern in Frage, da mit Konflikten und Behinderungen zu rechnen ist. Soweit eine derartige Lösung im Arbeitsausschuss begrüßt wird, sollten Einsatz- und Ausschlusskriterien in einer verbindlichen RVS verankert werden.

Anhand der Erhebungen konnte gezeigt werden, dass Signalanlagen für den Radverkehr im Bereich von RFA, die lediglich einen signalgeregelten Schutzweg kreuzen, besonders niedrige Akzeptanzraten aufweisen. Es wird daher empfohlen in einer verbindlichen Richtlinie zu verankern, dass derartige Signalanlagen nur in Ausnahmefällen eingesetzt werden sollen, beispielsweise wenn eine bessere bauliche Gestaltung aus Platzgründen nicht möglich ist. Der Einsatz dieser Signalanlagen erfolgt derzeit, um Konflikte zwischen querenden Fußgängern und Radfahrern zu verhindern. Ein Entfall derartiger Signalanlagen ist nur dann empfehlenswert, wenn bauliche gestalterische Maßnahmen getroffen werden, die eine gesicherte, ausreichend dimensionierte Wartefläche für den Fußgängerverkehr vor den signalgeregelten Schutzwegen vorsehen (Regelfall: 1,5 m² pro Person). Ist im Zuge des von Fußgängern zu querenden Straßenabschnittes ein Längsparkstreifen vorhanden, wird die Anordnung einer vorgezogenen Wartefläche empfohlen. Wenn die Schaffung einer derartigen baulichen Wartefläche nicht möglich ist, wird eine abgesetzte Führung der RFA empfohlen. Diese ist jedoch nur dann möglich, wenn die verbleibenden Flächen für den Fußgängerverkehr ausreichend dimensioniert sind. Die beiden möglichen Gestaltungsvorschläge sind in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt.

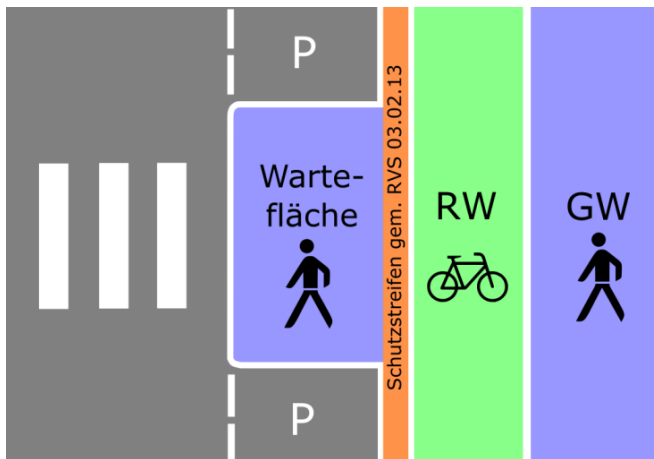


Abbildung 76: Gestaltungsvorschlag für die Führung des Radverkehrs im Bereich von signalgeregelten Schutzwegen mit vorgezogener, baulicher Wartefläche

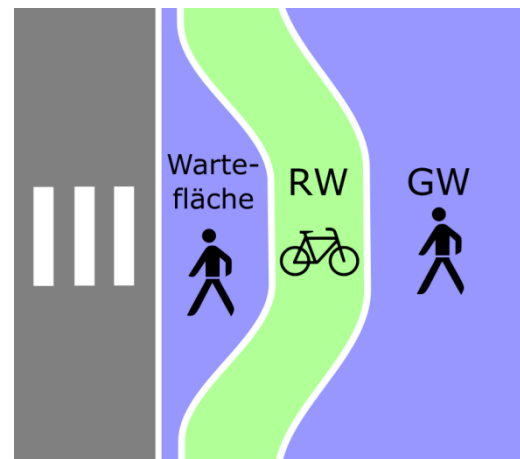


Abbildung 77: Gestaltungsvorschlag für die Führung des Radverkehrs im Bereich von signalgeregelten Schutzwegen mit abgesetztem Radweg

7.2. Verkehrsrechtliche Maßnahmen

Zur Verbesserung der Situation für den Radverkehr im Bereich von Lichtsignalanlagen wird empfohlen, auch verkehrsrechtliche Maßnahmen zu prüfen. Als zentraler Vorschlag sollte dabei das **Rechtsabbiegen bei Rot** und **die freie Fahrt bei Rot für den Radverkehr** näher untersucht werden. Es wird empfohlen, soweit dies nicht ohnehin bereits erfolgt ist, diese Möglichkeiten im Unterausschuss Radverkehr des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie zu diskutieren. Dabei sollen Aspekte der Radverkehrsförderung, der Verkehrssicherheit und der Leichtigkeit und Flüssigkeit des Rad- und Kfz-Verkehrs abgewogen werden. Zudem sollte die Möglichkeit geprüft werden, ob einzelne Maßnahmen im Rahmen von Pilotprojekten getestet und hinsichtlich der Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit überprüft werden können.

Da das Rechtsabbiegen für den Radverkehr insbesondere bei Vorhandsein getrennter Radfahranlagen in vielen Fällen konfliktfrei möglich ist, sollten Möglichkeiten zur Erlaubnis ebendieses Verhaltens geprüft werden. Internationale Beispiele aus Deutschland, den Niederlanden, Frankreich, Polen, Russland, Tschechien, Belgien, Schweiz, Kanada und den USA zeigen, dass die Umsetzung eines derartigen Vorschlages möglich ist.

Die deutsche Variante sieht einen Grünpfeil für Rechtsabbieger vor, wo Fahrzeuglenker jedoch zuerst anhalten müssen, bevor sie nach rechts abbiegen dürfen (siehe Abbildung 78). Diese Regelung gilt dabei sowohl für den Auto- als auch den Radverkehr. Querverkehr und Fußgängerverkehr dürfen dabei weder gefährdet noch behindert werden. In den deutschen Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA) sind Ausschluss- und Abwägungskriterien für den Einsatz ebendieser Grünpfeile definiert. Eine Analyse der Unfallforschung der Versicherer zeigte jedoch auf, dass eine Anordnung des Grünpfeils zu Behinderungen des Fußgänger- und Radverkehrs führen kann (Vgl. UDV, 2015, S. 15). Zudem konnte anhand von Verhaltensbeobachtungen festgestellt werden, dass die Anhaltepflicht sehr oft nicht eingehalten wird. Da vom Autoverkehr eine wesentlich größere Gefährdung als vom Radverkehr ausgeht, wird daher empfohlen die Diskussion auf eine Erleichterung für den Radverkehr zu beschränken.

In Frankreich kann seit Jänner 2012 das Rechtsabbiegen sowie das Queren bei Rot für den Radverkehr anhand der Kundmachung eines der nachfolgenden Verkehrszeichen oder eines zusätzlichen gelben Lichtsignals erlaubt werden (siehe Abbildung 79).

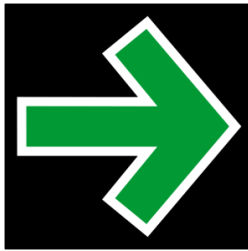


Abbildung 78: Grünpfeil für das erlaubte Rechtsabbiegen bei Rot in Deutschland, Quelle: de.wikipedia.org (abgerufen am 10.04.2015)

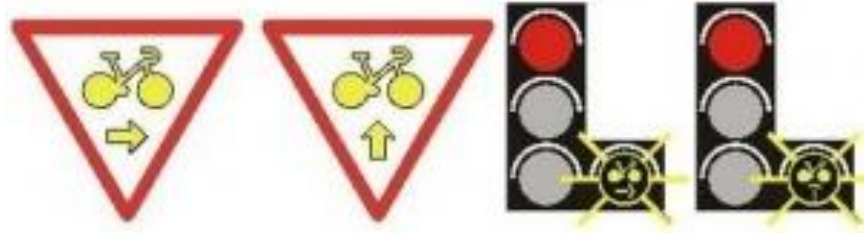


Abbildung 79: Verkehrszeichen und Lichtsignale für das Rechtsabbiegen und Queren bei Rot für den Radverkehr in Frankreich, Quelle: <http://www.securite-routiere.gouv.fr/> (abgerufen am 10.04.2015)

Diese Maßnahme ermöglicht es den zuständigen Behörden selbst zu entscheiden, an welchen Kreuzungen eine derartige Erlaubnis umgesetzt werden soll. Die Umsetzung in Frankreich erfolgte, nachdem derartige Einrichtungen über einen Zeitraum von mehr als zwei Jahren erfolgreich in Straßburg, Bordeaux und Nantes getestet wurden.

Grundsätzlich konnte anhand der Unfallanalysen und der Verhaltensbeobachtungen aufgezeigt werden, dass Radverkehrsunfälle nach Rotlichtverstößen eine untergeordnete Rolle im Verkehrsunfallgeschehen darstellen und Radfahrer beim Queren bei Rot sehr selten in Konfliktsituationen geraten. Da anhand der Auswertung von Radverkehrsunfällen in Wien aufgezeigt werden konnte, dass die Unfallschwere verunfallter Radfahrer nach Rotlichtmissachtungen durchschnittlich höher ausfällt und Fußgänger von derartigen Unfällen anteilig häufiger betroffen sind, als bei anderen Radverkehrsunfällen auf signalgeregelten Kreuzungen, sollte die Diskussion über die Umsetzung einer derartigen Maßnahme in Österreich dennoch mit besonderem Bedacht auf die Verkehrssicherheit geführt werden. Eine derartige Bevorzugung des Radverkehrs gegenüber anderen Verkehrsteilnehmergruppen sollte nicht zu Lasten der Sicherheit von Fußgängern und Radfahrern erfolgen. Die Vor- und Nachteile einer diesbezüglich erforderlichen Lockerung der Straßenverkehrsordnung sind jedenfalls sorgfältig abzuwägen.

Bei einer Umsetzung dieser Maßnahme sind jedenfalls eindeutige Einsatz- und Ausschlusskriterien für die Auswahl geeigneter Kreuzungen zu treffen. An Kreuzungen, wo es in der Vergangenheit bereits mehrfach zu Unfällen mit Radfahrern nach einer Rotlichtmissachtung gekommen ist, sollte keine Freigabe in den betroffenen Fahrtrichtungen erfolgen. Als mögliche Einsatzbereiche sollten Signalanlagen gewählt werden, wo Radfahrer konfliktfrei nach rechts abbiegen können und Fußgänger nicht gefährdet werden. Alternativ könnte eine Freigabe auch an Kreuzungen erfolgen, wo es zu gehäuften Rotlichtmissachtungen kommt, aber keine anderen Maßnahmen zur Reduktion dieses Verhaltens umsetzbar sind oder bereits umgesetzte Maßnahmen nicht die erwünschte Wirkung gezeigt haben. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass gehäufte Querungen bei Rot von Radfahrern grundsätzlich zu vermeiden sind und in einem ersten Schritt immer andere Maßnahmen zur Verbesserung der Situation getroffen werden sollten. So können Radfahrer beispielsweise auch durch bauliche Maßnahmen (z.B. mit einem Bypass) aus der Signalisierung beim Rechtsabbiegen ausgenommen werden, wo keine Konflikte mit Fußgängern und Radfahrern zu erwarten sind (Vgl. Meschik, 2008, S. 132).

7.3. Verkehrsorganisatorische Maßnahmen

Hinsichtlich verkehrsorganisatorischer Maßnahmen wird empfohlen, bestehende Signalanlagen im Wiener Radwegenetz hinsichtlich der Akzeptanz von Radfahrern regelmäßig zu überprüfen und bei einem zu hohen Anteil der Rotquerungen Maßnahmen zur Verbesserung der Ampelschaltung zu treffen (soweit dies nicht ohnehin bereits geschieht).

Zudem sollten für die wichtigsten Hauptradrouten anhand von systematischen Messfahrten analog zur aufgezeigten Vorgehensweise Richtwerte über die Ampeldichte und die durchschnittlichen Wartezeiten ermittelt werden. Die somit erhaltenen Werte sollen als „Benchmarks“ für die Fahrradfreundlichkeit der Signalanlagen gelten und die Wirksamkeit eingesetzter Maßnahmen zur Reduktion der Wartezeit (z.B. „Grüne Welle“) für den Radverkehr überprüfbar machen. Anhand dieser Werte könnte auch die Erreichung der von der Stadt Wien definierten Ziele besser kommuniziert werden.

8. Literaturverzeichnis

ALRUTZ, D., BOHLE, W., MÜLLER, H., PRAHLOW, H.: Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Fahrradfahrern, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft V 184, Bergisch Gladbach, 2009

BEYER, F.: Koordinierung von Lichtsignalanlagen auf innerstädtischen Radrouten in Wien anhand der Bedürfnisse der Radfahrer, Diplomarbeit, Wien, 2009

BACCHIERI, G., BARROS, A.J.D., DOS SANTOS, J.V., GIGANTE, D.P.: Cycling to work in Brazil: users profile, risk behaviors, and traffic accident occurrence. Accident Analysis & Prevention 42 (4), S. 1025–1030. Brasilien, 2010

CHEN, L.: Safety countermeasures and crash reduction in New York City—Experience and lessons learned. Accident Analysis and Prevention 50 (2013), S. 312– 322, New York, 2013

DOOREN, J.J.V.: Onderzoek naar de roodlichtdiscipline van (brom) fietsers : een verkennend onderzoek naar de invloedsfactoren. Afstudeerverslag Verkeersakademie Tilburg VAT NHTV, Tilburg, 1985 zitiert nach VAN DER MEEL, E.M.: Red light running by Cyclists. Delft, 2013

FGSV - Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Empfehlungen für Radverkehrsanlagen : ERA. Köln, 2010

FGSV - Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Hinweise zur Signalisierung des Radverkehrs : HSRa. Köln, 2005

FSV - Österreichische Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr: RVS 02.02.21, Verkehrsplanung, Verkehrssicherheit, Sicherheitsuntersuchungen, Verkehrssicherheitsuntersuchungen, Stand: Oktober 2014

FSV - Österreichische Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr: RVS 02.02.22, Verkehrsplanung, Verkehrssicherheit, Sicherheitsuntersuchungen, Verkehrskonfliktuntersuchung, Stand: März 1995

FSV - Österreichische Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr: RVS 03.02.13, Straßenanlagen, Anlagen für den nicht motorisierten Verkehr, Radverkehr; Stand: Februar 2014

FSV - Österreichische Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr: RVS 03.04.12, Straßenplanung, Straßen im Ortsgebiet, Straßenraumgestaltung, Querschnittsgestaltung von Innerortsstraßen; Stand: Januar 2001

FSV - Österreichische Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr: RVS 05.04.31, Verkehrsführung, Verkehrssteuerung, Verkehrslichtsignalanlagen, Einsatzkriterien; Stand: Oktober 1998

FSV - Österreichische Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr: RVS 05.04.32, Verkehrsführung, Verkehrssteuerung, Verkehrslichtsignalanlagen, Planen von Verkehrslichtsignalanlagen; Stand: Oktober 1998

GREEN, F.K.: Red light running. ARRB Transport Research Ltd., Research Report ARR 356, Vermont South, 2003

- JELLINEK, H., HILDEBRANDT, B., PFAFFENBICHLER, P., LEMMERER, H.: MERKUR – Auswirkungen der Entwicklung des Marktes für E-Fahrräder auf Risiken, Konflikte und Unfälle auf Radinfrastrukturen. Forschungsarbeiten des Österreichischen Verkehrssicherheitsfonds, Band 19, Wien, 2013
- JOHNSON, M., CHARLTON, J., OXLEY, J. & NEWSTEAD, S.: Why do cyclists infringe at red lights? An investigation of Australian cyclists' reasons for red light infringement. *Accident Analysis & Prevention*, S. 840-847, Australien, 2013
- JOHNSON, M., NEWSTEAD, S., CHARLTON, J. & OXLEY, J.: Riding through red lights: The rate, characteristics and risk factors of non-compliant urban commuter cyclists. *Accident Analysis & Prevention*, 43, S. 323-328, Australien, 2011
- KNOFLACHER, H.: Grundlagen der Verkehrs- und Siedlungsplanung: Verkehrsplanung. Wien, 2007
- KOLREP-ROMETSCH, H., LEITNER, R., PLATHO, C., RICHTER, T., SCHREIBER, A., SCHREIBER, M.: Abbiegeunfälle Pkw/Lkw und Fahrrad. Forschungsbericht der Unfallforschung der Versicherer (UDV), Berlin, 2013
- LAWSON, S.D.: Red-light Running: Accidents and Surveillance Cameras. AA Foundation for Road Safety Research and Birmingham City Council, Birmingham, 1991
- LUTSCHOUNIG, S.; ROBATSCH, K.: Rotlichtüberfahrer. *Zeitschrift für Verkehrsrecht* 2005/41, S. 141-144, Wien, 2005
- MESCHIK, M.: Planungshandbuch Radverkehr. Wien, 2008
- MONSERE, C., FIGLIOZZI, M., THOMPSON, S., PAULSEN, K: Operational Guidance For Bicycle-Specific Traffic Signals In the United States, Final Report, Oregon, 2013
- ORTLEPP, J., NEUMANN, V., UTZMANN, I.: Verbesserung der Verkehrssicherheit in Münster. Berlin: Unfallforschung der Versicherer (UDV), Köln, 2008
- ROBATSCH, K.; WEISZENSTEINER, W.: Radverkehrsunfallanalyse und daraus resultierende Planungsgrundlagen. Kuratorium für Verkehrssicherheit, Bericht, Wien, 2005
- ROBATSCH, K.; MAILER, M.; FRANZL E.: Rotgeher: Pilotstudie zur Problematik der Fußgängerquerung bei rotem Licht auf lichtsignalgeregelten Kreuzungen. Wien, 2002
- ROSENBLOOM, T.: Crossing at a red light: behaviour of individuals and groups. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 12 (5), S. 389–394, Israel, 2009
- SCHRAMM, A., RAKOTONIRAINY, A., HAWORTH, N.: How much does disregard of road rules contribute to bicycle-vehicle collisions? 2008 Joint ACRS-Travelsafe National Conference – Peer Reviewed Papers, S. 150-162, Brisbane, 2008
- SCHREIBER, M., ORTLEPP, J., BAKABA, E.: Road Safety of cyclists at intersections. Transport Research Arena, Paris, 2014
- STADT WIEN: Grundsatzbeschluss Radfahren in Wien, Abgerufen am 01.05.2015 unter: http://www.fahrradwien.at/wp-content/uploads/2013/05/Grundsatzbeschluss_Radfahren_in-Wien.pdf
- THÜRINGER MINISTERIUM FÜR BAU, LANDESENTWICKLUNG UND MEDIEN: Radverkehrskonzept für den Freistaat Thüringen, Thüringen, 2008

UNFALLFORSCHUNG DER VERSICHERER: Sicherheit von Knotenpunkten mit Grünpfeil, Bericht, Berlin, 2015

VAN DER MEEL, E.M.: Red light running by Cyclists. Diplomarbeit eingereicht an der Technischen Universität Delft, 2013

VCÖ: In Österreichs Landeshauptstädten gibt es mehr als 2.200 Ampelanlagen. Presseaussendung Ausgabe 2014-73, Abgerufen am 01.05.2015 unter: <http://www.vcoe.at/de/presse/aussendungen-archiv/details/items/vcoe-analyse-in-oesterreichs-landeshauptstaedten-gibt-es-mehr-als-2200-ampelanlagen>

WATSON, L, CAMERON, M.: Bicycle and Motor Vehicle Crash Characteristics, Research Report, vol. 251. Monash University Accident Research Centre, Melbourne, 2006

WU, C., YAO, L. & ZHANG, K.: The red-light running behavior of electric bike riders and cyclists at urban intersections in China: An observational study. Accident Analysis & Prevention, 49, S. 186-192, China, 2012

YAN, X., MA, M., HUANG, H., ABDEL-ATY, M., WU, C.: Motor vehicle–bicycle crashes in Beijing: Irregular maneuvers, crash patterns, and injury severity. Accident Analysis and Prevention, 2011, Vol.43(5), S.1751-1758, China, 2011

9. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Forschungsdesign der Diplomarbeit	11
Abbildung 2: Einsatzgrenzen für signalgeregelte RFÜ in Abhängigkeit von der Anzahl der Radfahrer je Stunde, der Fahrzeugmenge in PKW-E/h und der Fahrbahnbreite (Quelle: RVS 05.04.31, 1998, S. 4).....	20
Abbildung 3: Radverkehrsunfälle mit Personenschaden in Österreich und Wien von 2004 bis 2011, Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria	37
Abbildung 4: Verunglückte Personen bei Radverkehrsunfällen nach Verletzungsgrad in Österreich und Wien von 2004 bis 2013; in %; Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria	38
Abbildung 5: Radverkehrsunfälle in Wien nach Kennzeichnung der Kreuzungsart von 2004 bis 2011, relativ (n=4.989 UPS); Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria .	38
Abbildung 6: Unfallgegner bei Radverkehrsunfällen auf geregelten Kreuzungen in Wien nach Verkehrsart von 2004 bis 2013; relativ (n=1.463 Personen); Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria	39
Abbildung 7: Hauptunfallverursacher bei Radverkehrsunfällen auf signalgeregelten Kreuzungen in Wien; 2012 – 2013; relativ (n=188 UPS); Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria	40
Abbildung 8: Verunglückte Radfahrer auf signalgeregelten Kreuzungen in Wien nach Altersklasse; 2004 bis 2013; relativ (n=1.134); Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria	40
Abbildung 9: Relativer Verletzungsgrad verunglückter Radfahrer auf signalgeregelten Kreuzungen in Wien nach Altersklassen; 2004 bis 2013; relativ (n=1.127); Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria	41
Abbildung 10: Vergleich der Unfallschwere verunglückter Radfahrer auf Kreuzungen in Wien nach Kreuzungsart; 2004 bis 2013; Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria.....	41
Abbildung 11: Radverkehrsunfälle in Österreich und Wien mit dem Unfallumstand „nicht beachten der Verkehrsregelung“ durch den Radfahrer; Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria	43
Abbildung 12: Unfallgegner bei Radverkehrsunfällen mit Rotlichtverstoß in Wien; 2004 – 2013; relativ (n=273 Beteiligte); Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria .	44
Abbildung 13: Lichtverhältnisse bei UPS mit beteiligtem Radfahrer bei Rotlicht in Wien, 2004 – 2013; (n=272 UPS); Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria	44
Abbildung 14: Zeitliche Verteilung der UPS mit Rotlichtverstoß durch Radfahrer in Wien; 2004-2013; (n=272 UPS); Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria	45
Abbildung 15: UPS mit Rotlichtverstoß durch Radfahrer in Wien nach Wochentag; 2004-2013; (n=272 UPS); Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria	45
Abbildung 16: UPS mit Rotlichtverstoß durch Radfahrer in Wien nach Monat; 2004-2013; (n=272 UPS); Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria	46

Abbildung 17: Vergleich der Unfallschwere verunglückter Radfahrer auf signalgeregelten Kreuzungen ohne und mit Rotlichtmissachtung in Wien; 2004 bis 2013; Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria	47
Abbildung 18: Altersverteilung der verunglückten Radfahrer auf signalgeregelten Kreuzungen in Wien mit und ohne Rotlichtmissachtung nach Geschlecht, 2004 bis 2013, relativ; Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria	48
Abbildung 19: Anzahl der UPS mit Rotlichtverstoß durch einen Radfahrer nach den Wiener Bezirken, 2004 – 2013; Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria	50
Abbildung 20: Standort 1; 1. Bezirk, Kärntner Ring / Max-Weiler-Platz; „Ring Radweg“; Q: Stadt Wien	57
Abbildung 21: Standort 1; Eigene Darstellung.....	57
Abbildung 22: Standort 2; 1. Bezirk, Julius-Raab-Platz / Stubenring, „Ring Radweg“; Q: Stadt Wien	57
Abbildung 23: Standort 2; Eigene Darstellung.....	57
Abbildung 24: Standort 3; 15. Bezirk, Fabriksbrücke / Rechte Wienzeile, „Wientalradweg“; Q: Stadt Wien	57
Abbildung 25: Standort 3; Eigene Darstellung.....	57
Abbildung 26: Standort 4; 2. Bezirk, Praterstraße / Aspernbrückengasse; Q: Stadt Wien	57
Abbildung 27: Standort 4; Eigene Darstellung.....	57
Abbildung 28: Standort 5; 4. Bezirk, Argentinierstraße / Gußhausstraße; Q: Stadt Wien	58
Abbildung 29: Standort 5; Eigene Darstellung.....	58
Abbildung 30: Standort 6; 1. Bezirk, Urania Straße / Aspernbrücke; Q: Stadt Wien	58
Abbildung 31: Standort 6; Eigene Darstellung.....	58
Abbildung 32: Standort 7; 1. Bezirk, Schwarzenbergplatz / Schubertring; Q: Stadt Wien	58
Abbildung 33: Standort 7; Eigene Darstellung.....	58
Abbildung 34: Standort 8; 1. Bezirk, Parkring / Weißkirchnerstraße; „Ring Radweg“; Q: Stadt Wien	58
Abbildung 35: Standort 8; Eigene Darstellung.....	58
Abbildung 36: Standort 9; 4. Bezirk, Treitlstraße / Wiedner Hauptstraße; Q: Stadt Wien.....	59
Abbildung 37: Standort 9; Eigene Darstellung.....	59
Abbildung 38: Standort 10; 7. Bezirk, Urban-Loritz-Platz / Neubaugürtel; „Gürtelradweg“; Q: Stadt Wien	59
Abbildung 39: Standort 10; Eigene Darstellung.....	59
Abbildung 40: Standort 11; 4. Bezirk, Argentinier Straße / Belvederegasse; Q: Stadt Wien....	59
Abbildung 41: Standort 11; Eigene Darstellung.....	59
Abbildung 42: Standort 12; 20. Bezirk, Brigittenauer Lände / Anton-Schmid-Promenade; Q: Stadt Wien	59
Abbildung 43: Standort 12; Eigene Darstellung.....	59
Abbildung 44: Standort 13; 1. Bezirk, Babenbergerstraße / Nibelungengasse; Q: Stadt Wien	60
Abbildung 45: Standort 13; Eigene Darstellung.....	60

Abbildung 46: Standort 14; 2. Bezirk, Praterstraße / Aspernbrückengasse; Q: Stadt Wien	60
Abbildung 47: Standort 14; Eigene Darstellung.....	60
Abbildung 48: Standort 15; 4. Bezirk, Gußhausstraße / Schwarzenbergplatz; Q: Stadt Wien.	60
Abbildung 49: Standort 15; Eigene Darstellung.....	60
Abbildung 50: Standort 16; 7. Bezirk, Museumsplatz / Maria-Theresien-Platz; Q: Stadt Wien	60
Abbildung 51: Standort 16; Eigene Darstellung.....	60
Abbildung 52: Standort 17; 8. Bezirk, Friedrich-Schmidt-Platz 3; Q: Stadt Wien	61
Abbildung 53: Standort 17; Eigene Darstellung.....	61
Abbildung 54: Standort 18; 2. Bezirk, Lasalleestraße / Radingerstraße; Q: Stadt Wien.....	61
Abbildung 55: Standort 18; Eigene Darstellung.....	61
Abbildung 56: Standort 19; 2. Bezirk, Praterstraße 52; Q: Stadt Wien	61
Abbildung 57: Standort 19; Eigene Darstellung.....	61
Abbildung 58: Standort 20; 2. Bezirk, Praterstraße 40; Q: Stadt Wien	61
Abbildung 59: Standort 20; Eigene Darstellung.....	61
Abbildung 60: Standort 21; 9. Bezirk, Maria-Theresien Straße / Carl-Szokoll-Platz; Q: Stadt Wien	62
Abbildung 61: Standort 21; Eigene Darstellung.....	62
Abbildung 62: Standort 22; 16. Bezirk, Lerchenfelder Gürtel / Hasnerstraße; „Gürtelradweg“; Q: Stadt Wien	62
Abbildung 63: Standort 22; Eigene Darstellung.....	62
Abbildung 64: Standort 23; 8. Bezirk, Lerchenfelder Gürtel / Pfeilgasse; „Gürtelradweg“; Q: Stadt Wien	62
Abbildung 65: Standort 23; Eigene Darstellung.....	62
Abbildung 66: Untersuchte Streckenabschnitte der Messfahrten, Kartengrundlage: basemap.at.....	68
Abbildung 67: Anzahl der beobachteten Radfahrer nach Altersklassen und Geschlecht	71
Abbildung 68: Anteile der Rot- und Grünfahrer aggregiert über alle Erhebungsstandorte nach den erfassten Kategorien des Querens.....	72
Abbildung 69: Anhaltebereitschaft bei Rot von männlichen und weiblichen Radfahrern.....	73
Abbildung 70: Anhaltebereitschaft bei Rot von männlichen und weiblichen Radfahrern nach Altersklassen	74
Abbildung 71: Anteile der Rot- und Grünfahrer nach den definierten Settings.....	75
Abbildung 72: Anhaltebereitschaft bei Rot nach den definierten Settings	76
Abbildung 73: Anteile der Rot- und Grünfahrer nach den Erhebungsstandorten	77
Abbildung 74: Zusammenhang zwischen dem Anteil der Grünfahrer ohne Wartezeit und dem Quotienten aus der Grünzeit zur Rotzeit	81
Abbildung 75: Zusammenhang zwischen dem Anteil der Grünfahrer ohne Wartezeit und dem Quotienten aus der Grünzeit zur Rotzeit (Ohne Setting4, inkl. Vorerhebungen).....	82

Abbildung 76: Gestaltungsvorschlag für die Führung des Radverkehrs im Bereich von signalgeregelten Schutzwegen mit vorgezogener, baulicher Wartefläche	91
Abbildung 77: Gestaltungsvorschlag für die Führung des Radverkehrs im Bereich von signalgeregelten Schutzwegen mit abgesetztem Radweg.....	91
Abbildung 78: Grünpfeil für das erlaubte Rechtsabbiegen bei Rot in Deutschland, Quelle: de.wikipedia.org (abgerufen am 10.04.2015).....	92
Abbildung 79: Verkehrszeichen und Lichtsignale für das Rechtsabbiegen und Queren bei Rot für den Radverkehr in Frankreich, Quelle: http://www.securite-routiere.gouv.fr/ (abgerufen am 10.04.2015).....	92
Tabelle 1: Übersicht der aus der Literatur ermittelten personenbezogenen Einflussfaktoren	28
Tabelle 2: Übersicht der aus der Literatur ermittelten verkehrstechnischen Einflussfaktoren	31
Tabelle 2: Sechs häufigste Unfalltypen bei Radverkehrsunfällen ohne Rotlichtverstoß durch den Radfahrer auf signalgeregelten Kreuzungen in Wien, 2004-2013; Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria	49
Tabelle 3: Sechs häufigste Unfalltypen bei Radverkehrsunfällen mit Rotlichtverstoß durch den Radfahrer in Wien, 2004-2013; Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria.....	49
Tabelle 4: Unfalhäufungen in Wien mit dem Unfallumstand „nicht beachten der Verkehrsregelung“ durch einen beteiligten Radfahrer, 2004-2013; Datenquelle: KfV Verkehrsunfallstatistik, Statistik Austria	51
Tabelle 5: Übersicht der ausgewählten Erhebungsstandorte nach Setting	56
Tabelle 6: Gemessene Querungslänge, Umlaufzeit und Rot- und Grünzeit der untersuchten Übergänge	64
Tabelle 7: Art der Signalisierung, V_{ZUL} , Fahrtrichtungen des Radverkehrs und Querverkehr sowie das Vorhandensein einer Straßenbahn im Querverkehr der untersuchten Übergänge	66
Tabelle 8: Ergebnisse der Messfahrten der untersuchten Strecken	67
Tabelle 9: Ergebnisse der Vorerhebungen der Anhaltebereitschaft von Radfahrern an den Erhebungsstandorten der Settings 1 bis 4.....	69
Tabelle 10: Berechnete durchschnittliche Wartezeit der Rot- und Grünfahrer nach Standort	79
Tabelle 11: Ergebnisse des Chi-Quadrat Tests der Einflussfaktoren auf das Radfahrern bei Rot.....	80
Tabelle 12: Ergebnisse der binären logistischen Regression	80