

DIPLOMARBEIT

Master's Thesis

Radverkehrsführung in Kreisverkehrsanlagen

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
eines Diplom-Ingenieurs

unter der Leitung von

Ao. Univ. Prof. DI Dr. techn. Thomas Macoun
DI Dr. techn. Harald Frey

E230
Institut für Verkehrswissenschaften

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Evelina Staneva

1129532

Otets Kiril Straße 3
Bulgarien, Pazardzhik 4400

Wien am 10.06.2016

Kurzfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit jenen Faktoren und deren Einflussgrößen, die die Qualität der Führung des Radverkehrs an Kreisverkehrsplätze bewirken. Das Hauptaugenmerk wird dabei auf die subjektive und objektive Qualität der Verkehrssicherheit gelegt.

Zu diesem Ziel wird zunächst eine Literaturrecherche der internationalen Fachliteratur zu den Themen "Radverkehr im Kreisverkehr" und "Verkehrssicherheit" vorgestellt. Für die Analyse des örtlichen Unfallgeschehens wurden 14 Kreisverkehrsanlagen in Grenzen des Bundeslandes Niederösterreich mit unterschiedlichen Randbedingungen (Verkehrsstärke, Lageparameter, Führungsform des Radverkehrs) ausgewählt. Die Akzeptanz von Kreisverkehrsanlagen durch Radfahrer wurde mittels einer Umfrage bewertet. An 6 Kreisverkehre erfolgten detaillierten Verkehrsverhaltensbeobachtungen. Dabei wurde auch eine verkehrstechnische Bewertung der einzelnen Knotenpunkte und der Radverkehrsführungform durchgeführt.

Abstract

The main objectives to this thesis are all the factors and influencing parameters which affect cycling guidance in roundabouts. This paper focuses on the subjective and objective quality of the traffic safety.

For this purpose is presented a research of an internationally specialized technical literature about bicycle traffic and traffic safety. 14 roundabouts in state of Lower Austria with different conditions (traffic volumes, location parameters, the type of cycling guidance) were chosen for the analysis of local accidents.

The acceptance of the traffic guidance by cyclist was evaluated through a questionnaire. Detailed analysis of the traffic behavior was made on six selected roundabouts. As well an evaluation of the technical parameters of the particular junctions was made.

INHALT

1. Einleitung	1
1.1 Problemstellung.....	1
1.2 Zielsetzung der Methode.....	2
1.3 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit.....	3
2. Literaturanalyse	4
2.1 Allgemeines.....	4
2.1.1 Entstehung und Entwicklung des Radverkehrs.....	4
2.1.2 Bedeutung der Radverkehrsförderung.....	6
2.1.3 Kreisverkehrsanlagen: Entstehung und Anforderungen.....	8
2.1.4 Radverkehr im Kreisverkehr – sicher?.....	14
2.2 Kriterien für die Bewertung der Führung der Radverkehr an Kreisverkehrsanlagen.....	21
2.2.1 Organisationsprinzip.....	22
2.2.2 Breitenverhältnisse.....	25
2.2.3 Sichtverhältnisse.....	29
2.2.4 Sicherheit.....	31
2.2.5 Verkehstechnik.....	33
2.2.6 Komfort.....	37
2.2.7 Zusammenfassende Fragestellungen und Messmethoden der Beobachtungskriterien.....	39
2.3 Führung des Radverkehrs an Kreisverkehrsplätzen.....	40
2.3.1 Grundsätzliche Empfehlungen.....	40
2.3.2 Radverkehr auf Kreisfahrbahn.....	43
2.3.2.1 Mini-Kreisel.....	43
2.3.2.2 Kleine Kreisverkehre (einstreifig).....	45
2.3.3 Radverkehr auf Radweg außerhalb der Kreisfahrbahn.....	47
2.3.3.1 Große (mehrstreifige) Kreisverkehrsplätze.....	47
2.3.3.2 Kreisverkehre außerorts.....	50
2.3.4 Radverkehr auf Radfahrstreifen oder Mehrzweckstreifen auf der Kreisfahrbahn.....	51
3. Unfallanalyse	
3.1 Literaturübersicht grundlegender Arbeiten zum Thema Verkehrssicherheit von Kreisverkehren.....	52
3.1.1 Österreich.....	52
3.1.2 Deutschland.....	53
3.1.3 Belgien.....	56
3.1.4 Dänemark.....	56
3.1.5 Schweden.....	56
3.2 Auswertung der amtlichen Unfallstatistik.....	57
3.3 Unfallanalyse der ausgewählten Kreisverkehrsanlagen.....	61
3.3.1 Allgemeine Dateien der untersuchten Kreisverkehrsanlagen.....	62
3.3.2 Unfallstruktur.....	64
3.3.2.1 Unfälle mit Personenschaden.....	64
3.3.2.2 Unfälle mit Radfahrerbeteiligung.....	68
3.3.3 Bewertung der Verkehrssicherheit.....	71

3.3.3.1 Unfallkenngrößen.....	71
3.3.3.2 Berechnungen.....	75
3.3.4 Verkehrsbelastungen und Unfallgeschehen.....	80
3.3.5 Knotenpunktgeometrie und Unfallgeschehen.....	88
3.3.6 Radverkehrsführung und Unfallgeschehen.....	91
4. Radverkehrsführung an Kreisverkehren – Akzeptanz	97
4.1 Fragestellung – Methode und Stichprobe.....	97
4.2 Radfahren im Verkehrssystem, Charakteristik der Radfahrenden.....	99
4.3 Bewertung.....	100
5. Feldbeobachtungen und Beurteilung der Erhebungsergebnisse	106
5.1 Methodik.....	106
5.2 Auswahl der Untersuchungsstellen.....	107
5.2.1 Kreisverkehre mit Mischverkehr auf der Kreisfahrbahn.....	107
5.2.2 Kreisverkehre mit bevorrechtigten umlaufenden Geh- und Radwege.....	118
5.2.3 Kreisverkere mit untergeordneten umlaufenden Geh- und Radwege.....	125
5.3 Kreisverkehre mit Mischverkehr.....	128
5.3.1 Nutzung der Verkehrsanlage und Akzeptanz der Radverkehrsführung.....	128
5.3.2 Flächenbelegung durch Radfahrer auf der Kreisfahrbahn....	130
5.3.3 Regelverstöße, auffälliges Verhalten, Interaktionen.....	130
5.3.4 Schlussfolgerungen.....	131
5.4 Kreisumlaufende Radwege (Geh- und Radwege) mit markierter Radfahrerüberfahrt mit Vorrang.....	132
5.4.1 Nutzung der Verkehrsanlage und Akzeptanz der Radverkehrsführung.....	132
5.4.2 Schlussfolgerungen.....	132
5.5 Kreisumlaufende Radwege (Geh- und Radwege) mit vorfahrtrechtlicher Unterordnung der Radfahrer an den Querungsstellen	133
5.5.1 Nutzung der Verkehrsanlage und Akzeptanz der Radverkehrsführung.....	133
5.5.2 Auffälliges Verhalten.....	133
5.5.3 Schlussfolgerungen.....	134
6. Zusammenfassung und Empfehlungen	135



1. Einleitung

1.1 Problemstellung

Heutzutage ist die Reduktion der Belastung für die Gesundheit und die Umwelt aus dem Verkehr eines der großen umweltpolitischen Ziele. Dank der Förderung des Radverkehrs ist dieses Ziel weitergehend erreicht.

Radverkehr erfüllt die drei Komponenten der Nachhaltigkeit:

- Ökonomische Nachhaltigkeit;
- Ökologische Nachhaltigkeit;
- Soziale Nachhaltigkeit

Aufgrund der gesundheitsfördernden Auswirkung des Radfahrens und seine wichtigen Rolle als nachhaltiges Verkehrssystem, muss das Fahrrad im allen Bereichen der modernen innerörtlichen Planung gefördert werden.

Bei der Planung, Bau und Betrieb von Straßenverkehrsanlagen muss größter Wert auf die Verkehrssicherheit gelegt werden.

An Kreuzungsbereichen sind die Verkehrsteilnehmer am meistens gefährdet. Das gilt sowohl für die motorisierten als auch für die nicht motorisierten Verkehrsteilnehmer.

Wegen der starken Vorteile, die die Kreisverkehrsanlagen im Vergleich zu den konventionellen Kreuzungen aufweisen, werden die ampelgeregelten Kreuzungen vermehrt durch Kreisel ersetzt.

Kreisverkehre sind allerdings problematisch für nicht motorisierte Verkehrsteilnehmer, da sie deren Wege verlängern und nicht unbedingt sicherer abwickeln (Marady 2004).

In Österreich nehmen Radfahrer bei ungefähr einem Viertel aller Verkehrsunfälle an Kreisverkehrsanlagen teil und sind fast 40% aller Getöteten¹.

Um den problemlösen und sicheren Verkehrsablauf von Radfahrern auf den wachsenden Zahl von Kreisverkehrsanlagen zu gewährleisten, muss man das Hauptaugenmerk auf die geeignete Führung des Radverkehrs im Kreis sowie die Auswirkung aller Verkehrsteilnehmer auf die Verkehrssicherheit liegen. Fragen zur Führung des Radverkehrs kommen bei allen Arten von Kreisverkehrsanlagen.

¹ KfV, Unfallstatistik



1.2 Zielsetzung und Methode

Auf Grund der genannten Problemstellungen lässt sich das Ziel der vorliegenden Diplomarbeit wie folgt ableiten: Durch Feldbeobachtungen und mit der Hilfe von Unfallstatistiken (Unfallanalyse) sollen jene Faktoren und deren Einflussgrößen untersucht und bewertet werden, die die Qualität der Führung des Radverkehrs an Kreisverkehrsplätzen und damit verbundenen Verkehrssicherheit bewirken. Die folgenden Indikatoren werden untersucht:

- Organisationsprinzip;
- Breitenverhältnisse;
- Sichtverhältnisse;
- Fahrlinien;
- Sicherheit
 - Konfliktpunkten;
 - Unfallart, -schwere und -umsände;
 - Unfallrate und Unfallkostenrate;
- Verkehrstechnik;
- Komfort;
- Nutzung der Verkehrsanlage und Akzeptanz der Radverkehrsführung
- Flächenbelegung durch Radfahrer auf der Kreisfahrbahn
- Regelverstöße
- Interaktionen

Der Ist-Zustand aller Indikatoren wird mit den Soll-Größen im Zusammenhang verglichen.

Diese Arbeit beantwortet die oben genannte Problemstellung mit Hilfe der folgenden Vorgehensweise.

1.3 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

Grundsätzlich ist die Arbeit in fünf großen Themenblöcken geteilt.

Das theoretische Teil (Kapitel 2) umfasst Literaturrecherche der internationalen Fachliteratur zu den Themen "Radverkehr im Kreisverkehr" und "Verkehrssicherheit". Mittels Fachbücher, wissenschaftliche Papers, Internetrecherche und Unfallstatistiken des Kuratoriums für Verkehrssicherheit werden die grundlegenden Informationen und Daten erarbeitet.

Einerseits wird das Schwerpunkt auf die Verkehrssicherheit im Kreise, die Auswahl und die grundsätzlichen Empfehlungen für die verkehrstechnischen Führungsform des Radverkehrs in den Rahmen der Kreisverkehrsanlagen gelegt.

Andererseits wird in Kapitel 3 mit Hilfe von Dateien von Niereösterreichisches Landesregierung eine Unfallanalyse von 14 Kreisverkehrsanlagen in der Grenzen des Bundesland Niederösterreich durchgeführt.

In Kapitel 4 werden mittels einer Fragestellung die Akzeptanz und die Einschätzung der Auswirkungen der Kreisverkehrsanlagen auf die Verkehrssicherheit der Radfahrenden erhoben.

Das empirische Teil der Diplomarbeit (Kapitel 5) beinhaltet die eigene Begutachtung von 6 untersuchten Kreisverkehrsanlagen. Die folgende Vorgehensweise wird eingehalten:

1. Mittels Videoaufnahme der Verkehrsaufkommen in der Morgen- und/oder Abendspitzenstunden an Werktagen wird die Menge der Kraftfahrzeugen und der Fahrräder bestimmt. Auf dieser Weise wird geprüft, ob die Führungsform der Radverkehr korrekt ist.
2. Der Kreisverkehrsabschnitt wird zu Fuß abgegangen und die manuellen Messungen (Breitenverhältnisse, Abstände) werden durchgeführt. Es werden auch zahlreiche Fotos aufgenommen.
3. Die beobachteten Kreisverkehre werden mit Fahrrad befahren um die spezifischen Mängel festzulegen.
4. Im Kreuzungsbereich wird eine Befragung durchgeführt, damit die subjektiven Parameter wie Akzeptanz der Kreisverkehrsanlage und der Radverkehrsführungsart bewertet werden.

Die Darstellung der erhobenen Daten wird mit Hilfe von Tabellen und Grafiken ausgeführt.

2. Literaturanalyse

2.1 Allgemeines

2.1.1. Entstehung und Entwicklung des Radverkehrs

Fahrrad ist das erste erfolgreiche Individualverkehrsmittel (nach dem Reiten auf einem Tier). Die Möglichkeit, dieses einspurigen Fahrzeuges zu fahren beginnt im Jahre 1817 mit der Entstehung des Zweiradprinzips.

In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts verbreitet sich das Fahrrad in Europa aufgrund seines niedrigen Preises (industrielle Fertigung) und des immer länger werdenden Weges zur Arbeitsstelle. In den 1960er Jahren wird eine Verdrängung des Fahrrades durch Motorräder und Autos beobachtet.

Als Resultat des steigenden ökologischen Bewusstseins und wegen des Ölkrise in den 1970er Jahren wird in den finanzstarken Länder Europas eine wieder steigende Verbreitung des nicht motorisierten Individualverkehr vor allem im städtischen Nahverkehr beobachtet. Die immer mehr steigende öffentliche Interesse führt zur Verbesserung der Radfahrinfrastruktur und zur Erhöhung der Anteile der Radfahrer am gesamten Verkehrsaufkommen.

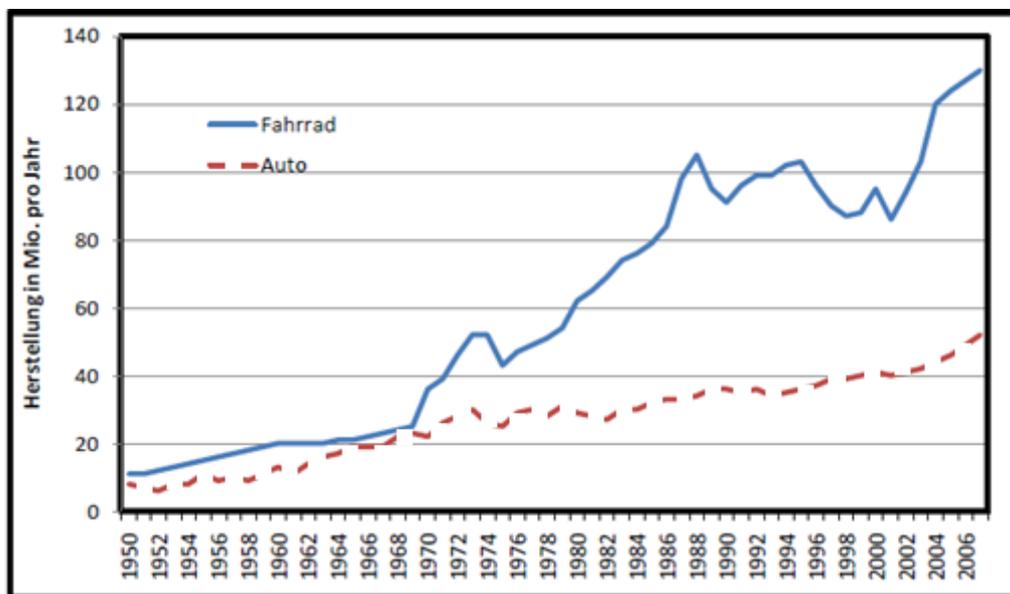


Abbildung 1: Herstellung von Fahrrädern und Autos weltweit²

² ZAMANOV (2009), S. 8

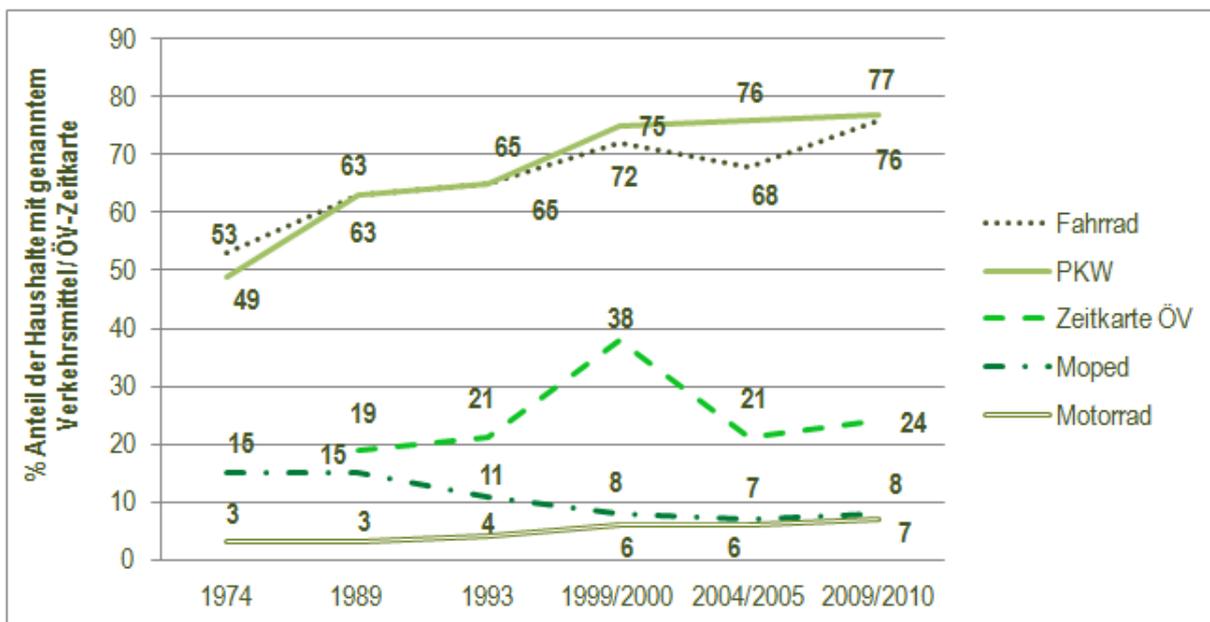


Abbildung 2: Verkehrsmittelausstattung der Haushalte in Österreich, 1974-2010 (eigene Darstellung)³

In einem Zeitfenster von ungefähr 40 Jahren erhält das Fahrrad in Österreich seine Popularität. Der Fahrradbesitz mit durchschnittlich 66,2 % folgt eng den Autobesitz, der ungefähr 67,5 % aller Verkehrsmittelausstattung der österreichischen Haushalte ist. Das Bild weltweit wird in Abbildung 3 gezeigt.

Ausstattung der Haushalte mit Fahrrädern weltweit, 2004/2005

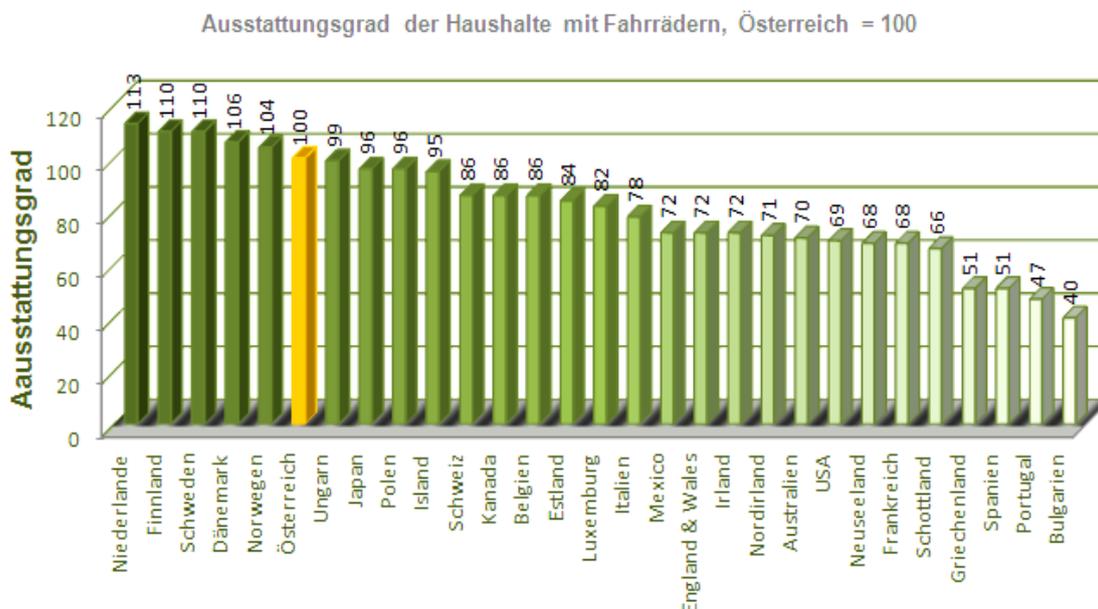


Abbildung 3: Ausstattung der Haushalte mit Fahrrädern weltweit, 2004/2005 ⁴ (eigene Darstellung)

³ BMVIT, Radverkehr in Zahlen (2013), S. 14

⁴ BMVIT, Radverkehr in Zahlen (2013), S. 27

2.1.2 Bedeutung der Radverkehrsförderung

„Radverkehr ist eine nachhaltige, individuelle, flächenverbrauchsarme, lärm- und abgasarme Art, Transport abzuwickeln. Zudem reduziert das Radfahren die Belastung für Gesundheit und leistet Beitrag zu dem körperlichen Wohlbefinden der Radfahrenden selbst.“⁵

Laut Meschik 2008 sind alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit in idealer Weise erfüllt:

Soziale Nachhaltigkeit:

- Erreichbarkeit von Zielen;
- Selbständiger Mobilität (gleichwertige Chance sowohl zwischen Menschen verschiedener Generationen als auch zwischen Menschen, die nicht über ein Kfz verfügen);
- Erhalten kleinräumiger (Versorgungs-) Strukturen und kurzer Wege.⁶

Ökonomische Nachhaltigkeit:

- Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern;
- Niedrige Investitionen pro zurückgelegten Weg im Vergleich zu den anderen Verkehrsmitteln;
- Zeitersparnis überwiegend im innerstädtischen Kurzstreckenverkehr von einigen Kilometern Länge.
- Leistungsfähigkeit: Fahrradverkehr entlastet Straßen. Im fließenden Verkehr weisen Fahrräder einen etwa 4-mal geringeren Platzbedarf je transportierter Person als Pkw.⁷

	Individuelle Verkehrsmittel			Öffentl. Verkehrsmittel
	Nicht motorisierter Verkehr zu Fuß	Rad	Motorisierter Verkehr MIV	ÖPNV
Mögliche Leistungsfähigkeit von je 3,0 m Fahrstreifenbreite	10.000 Pers/h ^a	3.600 Pers/h ^b	Pkw bis 10.000 Pers/h im Mittel Pkw 2.300 Pers/h ^c	Bus 10.000 Pers/h STRAB 16.000 Pers/h U-Bahn 24.000 Pers/h
Spezifischer Mindestplatzbedarf (fließender Verkehr)	0,8 m ² /Pers	7,5 m ² /Pers	28 m ² /Pers ^c	Bus 2,1 m ² /Pers STRAB 1,2 m ² /Pers; U-Bahn 5,0 m ² /Pers

^a Annahme: mittlere Geschwindigkeit = 0,7 m/s bei 1,225 Pers/(s.m) (Weidmann 1993), abgemindert wegen Gegenverkehr.

^b Annahme: mittlere Geschwindigkeit = 18 km/h bei 100 RF/km.

^c Mittlere Besetzung 1,2 Personen/Pkw.

Tabelle 1: Grobe Abschätzung der Leistungsfähigkeit und des Platzbedarfs verschiedener Verkehrsmittel⁵

^{5,6,7,8} MESCHIK (2008), S.7, 8,9

- Flächensparnis: Fahrradverkehr schafft Platz. Sowohl die Verkehrswege als auch die Abstellanlagen von Fahrrädern benötigen weniger Verkehrsraum gegenüber dem motorisierten Individualverkehr.
- Lärmfreiheit: Speziell in dicht besiedelten Gebieten erhöht sich deutlich die Lebensqualität durch die geringeren Lärmemissionen.⁹

Ökologische Nachhaltigkeit:

- Emissionsfreiheit: Das Fahrrad ist als Null-Emissions-Fahrzeug ein klimaneutrales Verkehrsmittel. Durch die Betrachtung des Sammelwerts aller Schadstoffe kann man schlussfolgern, dass die Förderung des Radverkehrs zur Klimaschutz (Luftreinhaltung), Erhöhung der Lebensqualität und langfristig zur Volksgesundheit folgt. Aufgrund des verringerten Platzbedarfs entlastet der Radverkehr den fahrenden und ruhenden Straßenverkehr. Wegen der Fortbewegung aus eigener Kraft sind die Strecken länger als 10 km unattraktiv, was Reduzierung der Zersiedlung verursacht.¹⁰

[Cliparts © Meschik 2007, www.hemera.com/]

	Pkw		Bus	Bahn	Fahrrad
	Ottomotor mit Kat.	Diesel			
Platzverbrauch	100	100	10	6	8
Primärenergieverbrauch	100	89	30	34	0
CO ₂	100	89	29	30	0
Stickoxide NO _x	100	161	60	27	0
Kohlenwasserstoffe HC	100	29	53	13	0
CO	100	8	13	6	0
Luftverschmutzung	100	Partikel	60	20	0
Induziertes Unfallrisiko	100	100	9	3	2

Tabelle 2: Vergleich ökologisch relevanter Parameter verschiedener Verkehrsmittel mit dem Privatauto bei gleicher Zahl von Personenkilometern (Basis: Pkw mit Katalysator = 100), nach (Dekoster und Schollaert 1999), vereinfacht und ergänzt (Diesel-Pkw: Bezugsjahr =2005 zum Vergleich) mit (HBEFA/MICET 2004)¹¹

^{9,10,11} MESCHIK (2008), S. 9,10

2.1.3 Kreisverkehrsanlagen: Entstehung und Anforderungen

Die RVS (Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen) definiert den Kreisverkehr als: “Knoten, in dem mehrere Straßen plangleich in einer richtungsgebundenen Kreisfahrbahn einmünden”.

Kreisverkehrsanlagen als verkehrstechnischer Knotenpunkt wurden erst seit Anfang des 20. Jahrhunderts gebaut. Doch schon vorher im Barock und Klassizismus entstanden Inseln inmitten von Straßen und Plätzen. Erst eine einheitliche Regelung (Vorrang von Fahrzeugen im Kreisel) und Beschilderung machen aus diesen Objekten und Orten einen einheitlichen Knotenpunkt.

Nach dem Entwurf von William Phelps Eno, der später der “city - traffic - code” für New York verfasste, wurde im Jahre 1904 am Columbus Circle die erste kreisförmige Verkehrsführung in der Welt erfolgt.

In Europa entstand die erste Kreisverkehrsanlage um den Arc de Triomphe. 1906 schlug Eugene Henard eine einheitliche Regelung für den Kreisel am Place de l’Etoile (ab 1970 Place Charles-de-Gaulle) vor. 1907 entstand die erste französische Kreisverkehr, gefolgt von einigen weiteren bis 1910.

Laut der Regelung von dem Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr im Jahre 1968 wird an Kreisverkehrsplätzen mit einer Beschilderung entsprechend der heutigen Gefahrenzeichen StVZO Nr. 3a generell die Rechts-vor-links-Regel gelten.¹²



Abiding 4: Columbus Circle, New York, 1910¹³



Abbildung 5: Place Charles-de-Gaulle, Luftaufnahme, um 1960¹⁴

^{12,13,14} GÖRG (2011), S. 8, 13, 35

Ab den späten 1980-er Jahren werden die Kreisverkehrsanlagen in anderen europäischen Ländern wie Deutschland, Österreich, Schweiz, Großbritannien, Frankreich, Spanien sehr beliebt. Allein Frankreich besitzt die Hälfte aller weltweit vorhandenen Kreisverkehre (20 000 Kreisverkehre).¹⁵

Schon vor einigen Jahren stieg die Anzahl der Kreisverkehrsanlagen schnell an. Die Verbreitung ist fraglos, weil diese Anlagen bemerkenswerte positive Auswirkungen gegenüber einer herkömmlichen drei- oder mehrarmigen Kreuzungen aufweisen.

Die folgenden Einsatzkriterien werden erfüllt:

▪ Verkehrssicherheit

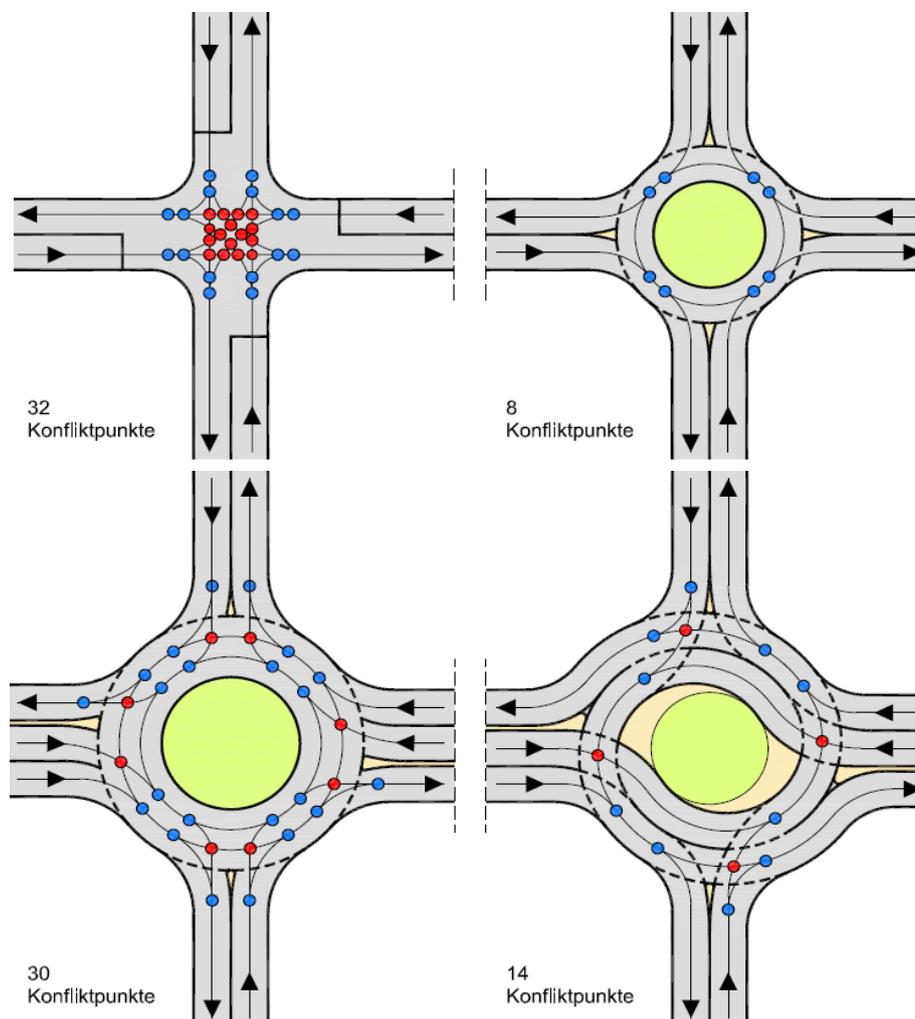


Abbildung 6: Konfliktpunkte an einer Kreuzung ohne Lichtsignalanlage und an kleinem Kreisverkehr, großen zweistreifigen Kreisverkehren ohne Fahrstreifenmarkierung und mit spiralförmiger Konstruktion und Markierung¹⁶

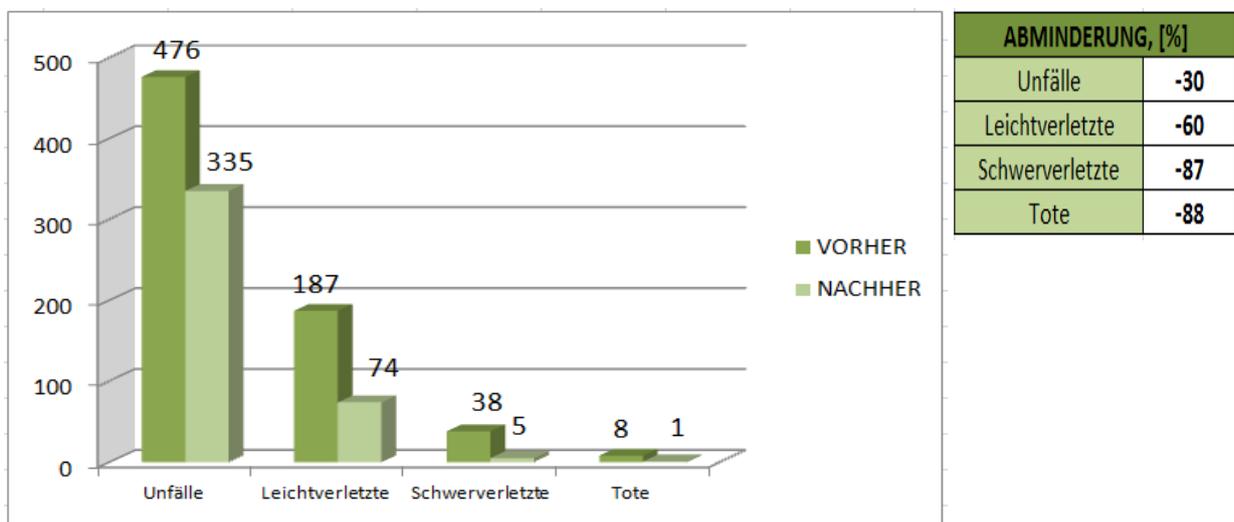
¹⁵ KRAINZ (2007), S. 3

¹⁶ FREIE UND HANSESTADT HAMBURG, BSU (2008), S. 3

Einen der Hauptursachen für die erhöhte Verkehrssicherheit im Kreisverkehrsanlagen ist abgeminderte Zahl von Konfliktpunkten (eine vier armige Kreuzung hat 32 Konfliktpunkte, ein Kreisverkehr hingegen nur 8). Das gefährliche Kreuzen eines Verkehrsströmes mit anderen ist wegen des Einrichtungsverkehrs nicht notwendig.

Andere Ursachen für die erhöhte Verkehrssicherheit im Kreisverkehr sind die Verkehrsberuhigung durch Reduzierung der Fahrgeschwindigkeiten, die günstigeren Sichtbeziehungen, die klare Vorrangregelung.

Unsicher ist die Führung der Fußgänger- und Radverkehr auf der Kreisfahrbahn. Dementsprechend muss man besondere Aufmerksamkeit darauf richten.



ABMINDERUNG, [%]	
Unfälle	-30
Leichtverletzte	-60
Schwerverletzte	-87
Tote	-88

Abbildung 7: Unfallbilanz vor und nach dem Umbau zum Kreisverkehr (eigene Darstellung) ¹⁷

▪ **Verkehrsablauf und Leistungsfähigkeit**

Kreisverkehre sind häufig leistungsfähiger als plangleiche nicht signalisierte, bzw. vorrangeregelte Knotenpunkte. Die Verkehrsabwicklung an Kreisverkehren kann unter bestimmten Voraussetzungen, z. B., wenn die meisten Fahrzeuge nach rechts abbiegen (die Fahrzeuge fahren gerade nach der Einfahrt aus und auf dieser Weise befreien sie die Kreisfahrbahn) günstiger als an vergleichbaren Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage vorlaufen.

Im Vergleich zu Kreuzungen mit bevorrangten Hauptrichtungen sind die Wartezeiten für die vorher benachrangten Verkehrsströme an Kreisverkehrsplätzen abgemindert. Die ursprünglich bevorrangten Verkehrsströme kriegen aber Verlustzeiten.

¹⁷ FREIE UND HANSESTADT HAMBURG, BSU (2008), S. 4

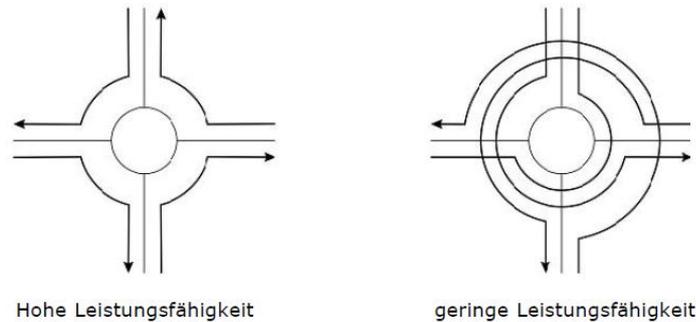


Abbildung 8: Bedingungen für eine höhere Leistungsfähigkeit an Kreisverkehrsplätzen ¹⁸

Die mittlere Wartezeit in den Kreisverkehrszufahrten bestimmt die Verkehrsqualität. Bei günstiger Verteilung der Verkehrsströme haben Kreisverkehre hohe Leistungsfähigkeit:

Kreisverkehrstyp	Gesamtverkehrsstärken
Minikreisverkehre	Bis zu 10.000 Kfz/24h
Einstreifige Kreisverkehre	Bis etwa 25.000 Kfz/24h
Mehrestreifige Kreisverkehre	Auch über 30.000 Kfz/24h

Tabelle 3: Die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Kreisverkehrstypen (eigene Darstellung) ¹⁹

Bei Kreisverkehre mit größerem Außendurchmesser sind die Wege für Fußgänger und Radfahrer teilweise länger.

▪ **Umweltverträglichkeit**

Im Vergleich zu anderen konventionellen signalisierten oder nicht signalisierten Knotenpunkten sind Kreisverkehre umweltverträglicher. Auf Grund ihre spezifische Form und Vorrangregelungen bewirken sie gleichmäßigere Fahrweisen, kürzere Wartezeiten, weniger Haltevorgänge, die zur folgenden Vorteilen führen:

- Geringeren Kraftstoffverbrauch, was zur Folge verminderten Schadstoffemissionen (Feinstaub, Stickstoffdioxid) hat, sowie geringere CO₂-Belastungen insbesondere bei Knotenpunktbelastungen über ca. 10.000 Kfz/24 h ²⁰.

¹⁸ KRAINZ (2007)

¹⁹ BMVIT: RVS 03.05.14 (2010), S. 5

²⁰ FREIE UND HANSESTADT HAMBURG, BSU (2008), S. 5

- Verminderte Lärmemissionen gegenüber lichtsignalisierten Kreuzungen am meisten in der Zeiten mit schwächeren Verkehrsbelastungen (z.B. in der Nacht).
- Bis zu 30% weniger versiegelte Fläche, mehr Platz für Grünflächen (z.B. im Mittelinsel) als einer Kreuzung mit getrennten Abbiegefahrstreifen.

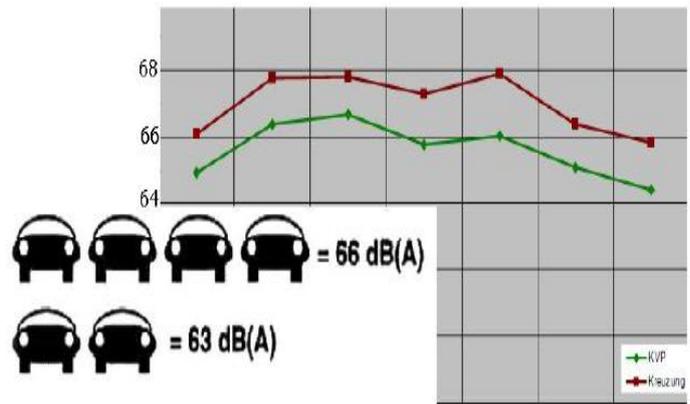


Abbildung 9: Umbauung einer Kreuzung zum Kreisverkehr. Die Lärmbelastung ist um zu 3 dB(A) bei gleicher Verkehrsbelastung reduziert²¹

▪ Flächenbedarf

Infolge der kreisförmigen Kreisfahrbahn und der Fahrbahnteiler zwischen Ein- und Ausfahrt in den Kreisverkehrsarmen erstrecken sich Kreisverkehrsanlagen im direkten Kreuzungsbereich über mehr Platz als die üblichen Kreuzungen. Laut RVS 03.05.14 müssen Kreisverkehre einen Außendurchmesser von mindestens 26 Meter bis zum 40 Meter besitzen.

Allerdings benötigen Kreisverkehre im Zufahrtsbereich weniger Fläche gegenüber Kreuzungen mit zwei oder mehr Abbiegestreifen.

▪ Wirtschaftlichkeit

Bei der Berechnung von Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit von Kreisverkehren und anderer signalisierten und nichtsignalisierten Knotenpunktformen muss man die folgenden Kosten beachten: Grunderwerbs- und Baukosten sowie laufende Betriebs- und Unterhaltungskosten. Bei Kreisverkehren hängen die Kosten von dem Außendurchmesser und dem Typ der Anlage, das heißt von der Verkehrsbelastung und der verfügbaren Fläche ab.

Die Herstellungskosten eines Kreisverkehrs sind relativ gleich diesen, die für eine gleich leistungsfähige Knotenpunktform ohne Lichtsignalanlage (ohne die übrigen kreisverkehrstypischen Vorteile) ausgegeben werden.

²¹SLAVCHEV (2008), S. 56

Im Vergleich zu signalisierten Kreuzungen sind Kreisverkehre kostengünstiger: Aufgrund unterschiedlicher Steuergeräte, Signalgeber und -maste, Zusatzeinrichtungen und Steuerungsverfahren der Lichtsignalanlagen ergibt sich eine erhebliche Spannweite dieser Kosten von 100.000 Euro bis 300.000 Euro. Die zu erwartenden Baukosten nach dem Typ der Kreisverkehrsanlage besitzen im Jahre 2008 die folgenden Werte:

- Minikreisverkehr ca. 100.000 bis 300.000 €
- Kleiner Kreisverkehr ca. 300.000 bis 700.000 €
- Großer Kreisverkehr ca. 700.000 bis 1.500.000 €

Die volkswirtschaftlichen Kosteneinsparungen beweisen nochmals die nachhaltige Wirtschaftlichkeit der Kreisel:

- geringere Unfallkosten bei Sach- und Personenschäden durch Reduzierung der Unfallhäufigkeit und –schwere;
- geringere Zeitkosten aufgrund durchschnittlich kürzerer mittlerer Wartezeit;
- geringere Kraftfahrzeugsbetriebskosten durch reduzierten Kraftstoffverbrauch²².

▪ Akzeptanz

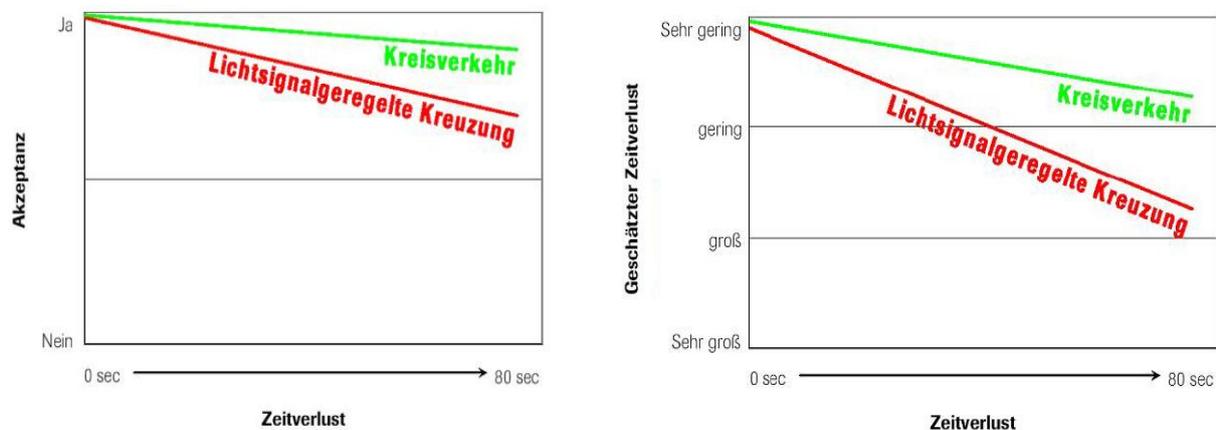


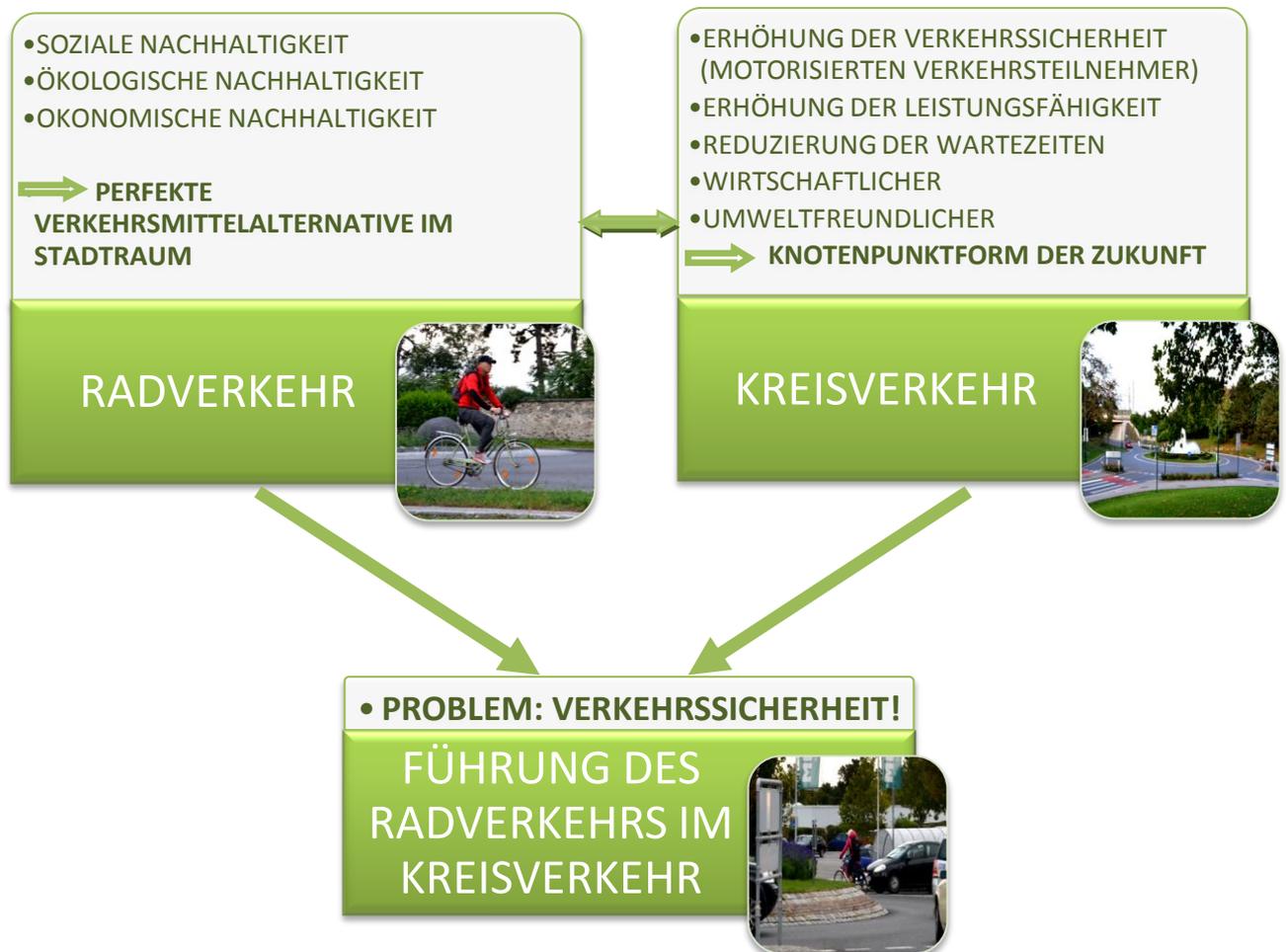
Abbildung 10: Vergleich der Akzeptanz (links) und des geschätzten Zeitverlustes (rechts) von Kreisverkehren und lichtsignalisierten Kreuzungen²³

Die Konstruktionsform der Kreisverkehrsplätze wirkt optisch und funktional ansprechend, was die einfache Begreifbarkeit und Akzeptanz deutlich verbessert. Bei einem Zeitverlust von 80 sec. ist die Akzeptanz besser und der geschätzte Verlust kleiner als diesen bei lichtsignalisierten Kreuzungen.

²² FREIE UND HANSESTADT HAMBURG, BSU (2008), S. 6

²³ SLAVCHEV (2008), S. 66, 67

2.1.4 Radverkehr im Kreisverkehr – Sicher?



Schema 1: Graphische Darstellung der Problemstellung (eigene Darstellung)

Aus den vorigen Abschnitten 2.1.2 und 2.1.3 werden die zahlreichen Vorteile des Radverkehrs und des Kreisverkehrs getrennt erklärt.

Aber wenn man die Führung des Radverkehrs im Kreisverkehr betrachtet, sind die folgende Probleme zu beachten: Beim Verkehrsablauf an Knotenpunkten kommt es zu zahlreichen Konflikten zwischen den beteiligten Verkehrsteilnehmern. Gewisse Unsicherheiten bestehen bei der geeigneten Führung des Radverkehrs im Kreisverkehr sowie die Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit und die Verkehrsqualität für Radfahrer.

Im Vergleich zu den Pkw-Insassen sind die Radfahrer viel mehr verletzungsgefährdet unterwegs. Die Fahrräder besitzen keine passiven Schutzeinrichtungen, die die Kollisionsenergie kompensieren, weil es für alle modernen Pkw typisch ist. Deswegen ist beim Radfahren ein höherer Verletzungsgrad zu sehen. Laut einer in Graz durchgeführten Untersuchung hatten Radfahrer gegenüber Pkw-Insassen zwar eine viermal größere Unfallgefährdung je gefahrenen Kilometer, allerdings nur eine etwas höhere Unfallgefährdung je Stunde Fahrt und sogar ein etwas geringeres Risiko je zurückgelegten Weg (Sammer 1984).

Das Ansteigen der Unfallschwere wird durch drei Ursachen beeinflusst:

- mit zunehmendem Masseunterschied zwischen den Unfallbeteiligten;
- mit abnehmender Möglichkeit zum Abbau der Kollisionsenergie;
- mit wachsender Fahrgeschwindigkeit wegen der daraus resultierenden

Kollisionsgeschwindigkeit (kinetische Energie: $E_{kin} \frac{m \cdot v^2}{2}$)²⁴.

Zu den unangepassten Verhalten der Kraftfahrzeuglenker gehören die folgenden risikoerhöhenden Faktoren:

- übersetzte Geschwindigkeit;
- dichte Überholmanöver;
- Toter Winkel (die mit den konventionellen Seitenspiegeln nicht einsehbaren Bereiche);
- mangelnde Gefahrenkognition.

Bei den Radfahrern spielen die unten genannten Fehlverhalten eine wichtige Rolle:

- unangepasste Geschwindigkeit;
- fehlende Sichtbarkeit (auch am Tag);
- Nichttragen des Velohelms;
- Entwicklungsbedingte Defizite (kleine Kinder, Senioren)²⁵.

Die Konfliktsituationen zwischen den motorisierten und den nicht motorisierten Verkehrsteilnehmern sind unvermeidbar wegen der Begegnungen an den Knotenpunkten. Grundsätzlich erweisen sich die Kreisverkehrsplätze bei fachgerechter Planung, Dimensionierung und Ausführung als sehr sichere Knotenpunktformen.

²⁴ MESCHIK (2008), S. 185

²⁵ WALTER, CAVEGN, ALLENBACH, SCARAMUZZA (2005), S. 8

Beitrag zur Verkehrssicherheit

Die Reduzierung der Häufigkeit und der Schwere (Tote-, Schwer- und Leichtverletzte) von Unfällen beruht auf folgenden Gründen :

- die Minderung von Konfliktpunkten (kein Kreuzen der Verkehrsströme und kein Linksabbiegen, einfache Vorrangregelung, einfache Begreifbarkeit und Akzeptanz);
- Verkehrsberuhigung durch die Abnahme der Fahrgeschwindigkeiten in den Konfliktzonen (wegen der Ablenkung des einfahrenden Verkehrs durch die Mittelinsel). Laut RVS 03.05.14 wird dieser Umstand stark von der Kreisfahrbahnführung bewirkt – dezentrale Kreisfahrbahnen sind so weit wie möglich nicht auszuführen.

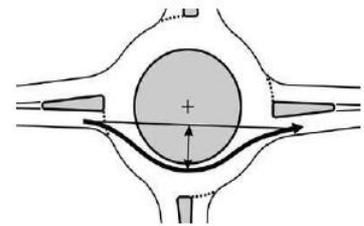


Abbildung 11: Ablenkung durch die Mittelinsel²⁶

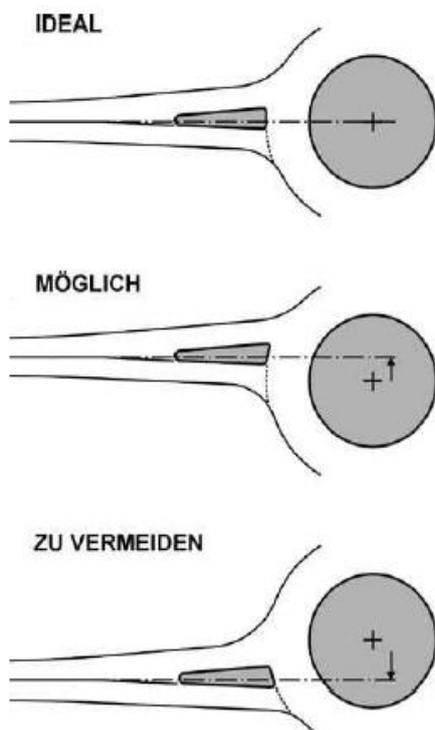


Abbildung 12: Lage der Achsen der Kreisverkehrsarmen²⁷

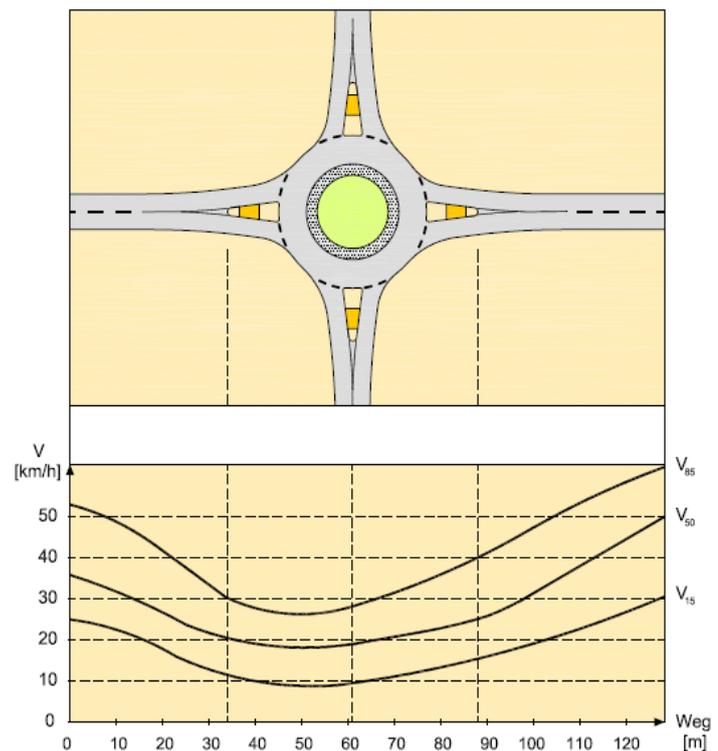


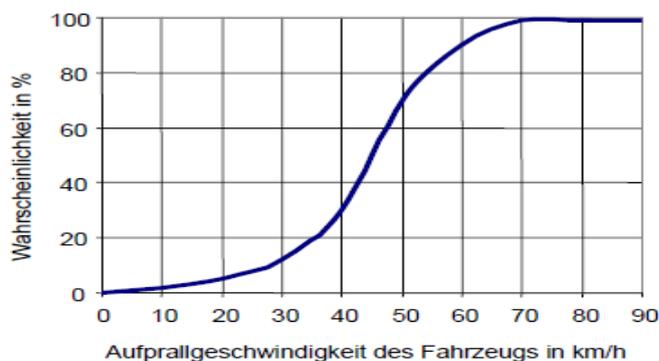
Abbildung 13: Geschwindigkeitsverlauf an kleinen Kreisverkehren²⁸

^{26,27} BMVIT: RVS 03.05.14 (2010), S. 5, 6

²⁸ FREIE UND HANSESTADT HAMBURG, BSU (2008), S. 3

- erleichterte Kontaktaufnahme der Verkehrsteilnehmern (durch das niedrige Geschwindigkeitsniveau und die Vereinfachung der Wegweisung);
- geringere Anzahl der Fahrstreifen an den Überquerungsstellen.
- günstigere Sichtbeziehungen zwischen allen Verkehrsteilnehmer (wegen der Kfz-Geschwindigkeitsminderung);

Um die Sicherheit des Radverkehrs zu gewährleisten sind laut RVS 03.05.14 drei Arten von Sichtweiten einzuhalten: Anhaltesichtweite, Sichtweite bei Radüberquerungsstellen und Anfahrtsichtweite, die in Kapitel 2.2.3 erklärt sind. Der folgende Zusammenhang ist zu beobachten: Je höher das Fahrgeschwindigkeitsniveau ist, desto kleiner sind die Sichtfelder. Die Erhöhung des Anhalteweges (der Weg des rechtzeitigen Anhaltens beim Auftreten von Hindernissen oder Gefahren) führt zu einer höheren Kollisionsgeschwindigkeit.



Bei einer Aufprallgeschwindigkeit von 40 km/h besteht die Sterbewahrscheinlichkeit von 30%; bei 50 km/h steigt die Sterbewahrscheinlichkeit auf 70%.²⁹

Abbildung 11: Sterbewahrscheinlichkeit eines nicht motorisierten Verkehrsteilnehmer in Abhängigkeit der Kollisionsgeschwindigkeit eines Kraftfahrzeugs³⁰

Gemäß Kuratorium für Verkehrssicherheit ist jeder 10. Verkehrstote ein Radfahrer. „Unter den 531. Verkehrstoten des Jahres 2012 waren die Hälfte (279 oder 53%) Pkw-Insassen, 86 (16%) Benutzer einspurige Kraftfahrzeuge und 81 (15%) Fußgänger. Bei diesen drei Verkehrsteilnehmergruppen gab es im Jahr 2012 weniger oder etwa gleich viele Verkehrstote wie 2011. 52 Radfahrer wurden im Jahr 2012 im Straßenverkehr getötet. Das sind 10% aller Verkehrstoten und um 10 mehr als im Jahr davor. Mehr getötete Radfahrer (62) gab es zuletzt im Jahr 2008, in den Jahren 2009 bis 2011 kamen jährlich zwischen 32 und 42 Radfahrer im Straßenverkehr ums Leben. Nach Bundesländer aufgeteilt ergibt sich folgendes Bild. Je 10 entfallen auf Niederösterreich und Oberösterreich, je 9 im Salzburg und die Steiermark, fünf auf

^{29,30} WALTER, CAVEGN, ALLENBACH, SCARAMUZZA (2005), S. 148

Vorarlberg, vier auf Kärnten, drei auf Tirol und zwei auf das Burgenland. In Wien gab es keinen Todesfall. Rund 6.700 Radfahrer wurden im Jahr 2012 im Straßenverkehr verletzt.“³¹

Abbildung 12 ist basiert auf Daten von Verkehrsunfallstatistiken vom Staat Österreich (Kuratorium für Verkehrssicherheit). Im Jahr 2011 sind Radfahrer 17.4% von allen Unfallteilnehmern in den Kreisverkehren. Verletzte Radfahrende sind 14.9%. Leider betragen Radfahrer 40% aller tödlich Verunglückte.³²

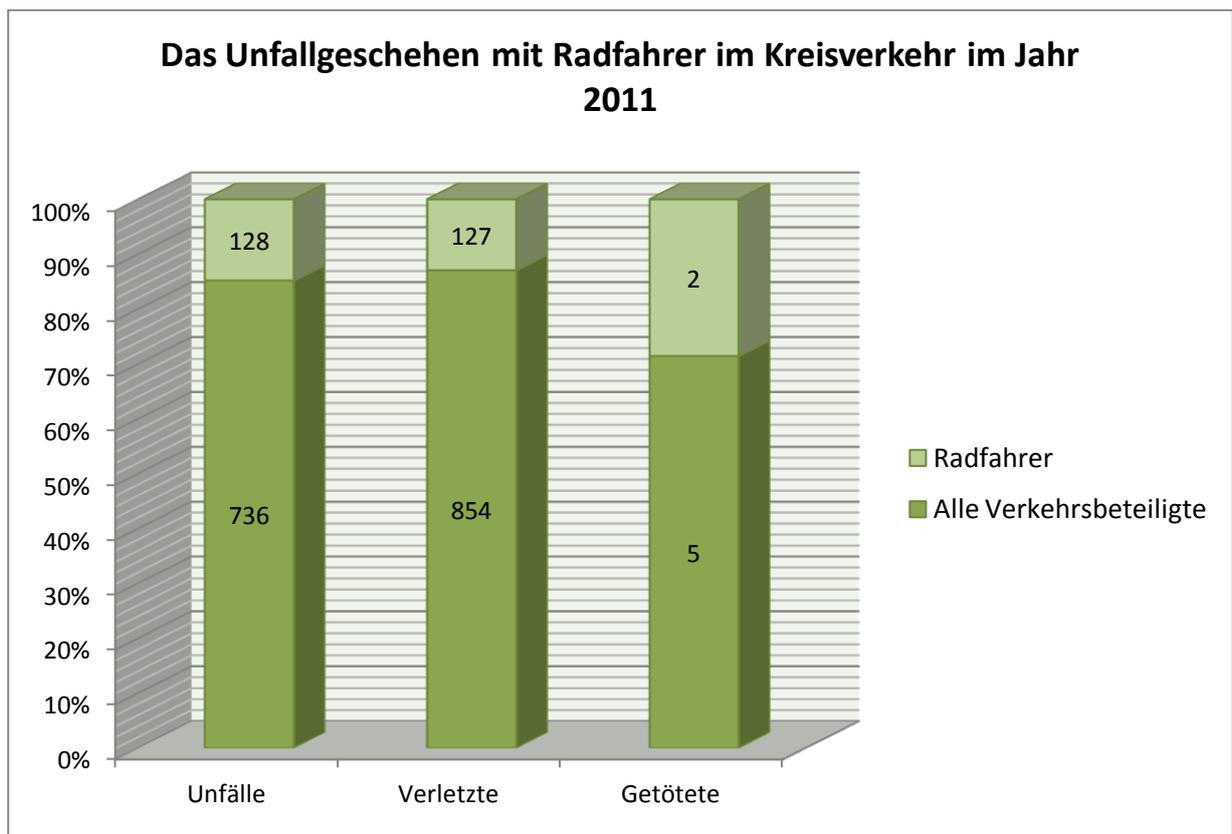


Abbildung 12: Unfallgeschehen mit Radfahrern im Kreisverkehr in Österreich im Jahr 2011 (eigene Darstellung) ³³

Das Unfallgeschehen im Kreisverkehrsanlagen für das Zeitintervall 2008-2011 wird in Abbildung 13 und Tabelle 5 gezeigt:

^{31, 32, 33} KfV, Unfallstatistik, Straßenverkehrsunfälle mit Personenschaden 2011

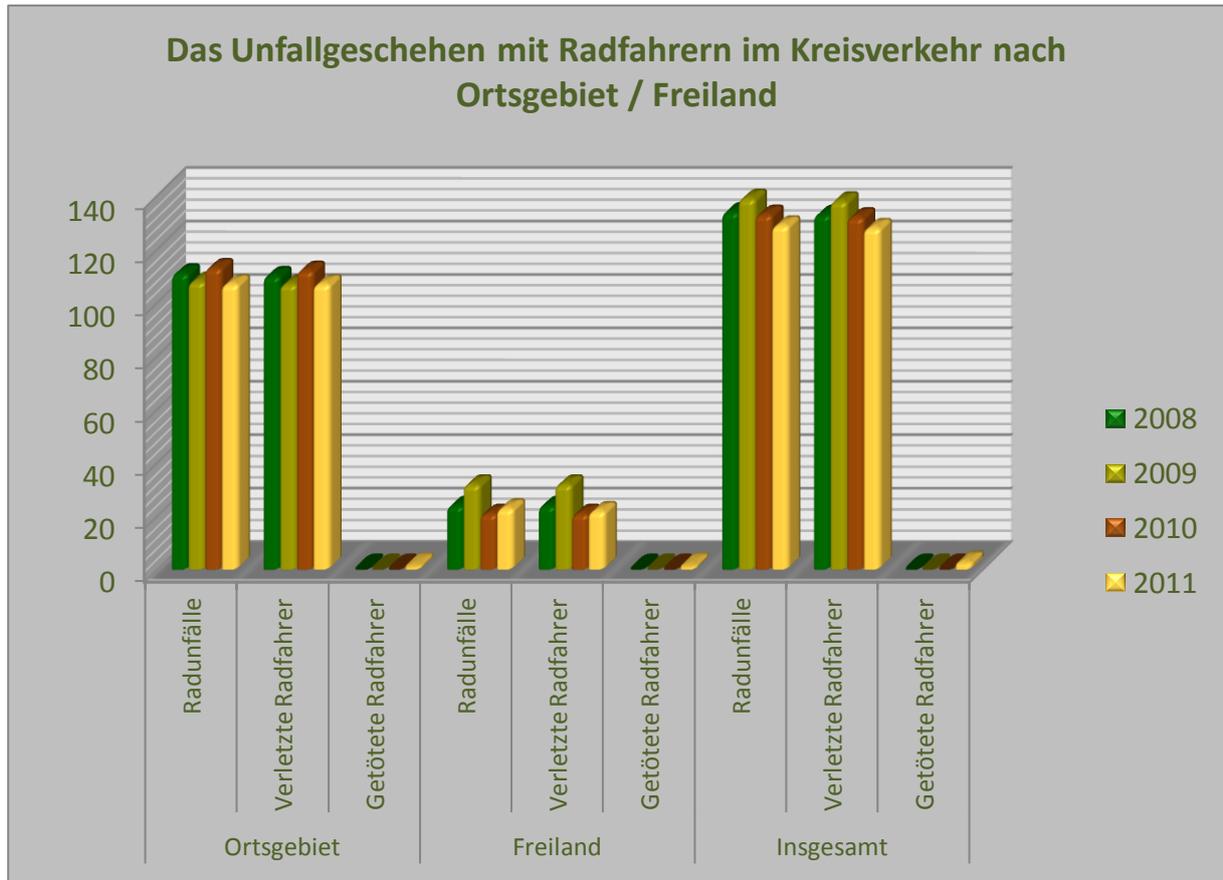


Abbildung 13: Unfallgeschehen mit Radfahrern im Kreisverkehr nach Ortsgebiet/Freiland (eigene Darstellung)³⁴

STELLE	JAHR	ORTSGEBIET			FREILAND			INSGESAMT		
		RU	VR	GR	RU	VR	GR	RU	VR	GR
KREISVERKEHR	2008	110	109	0	23	23	0	133	132	0
	2009	107	106	0	31	31	0	138	137	0
	2010	112	111	0	20	20	0	132	131	0
	2011	106	106	1	21	21	1	128	127	2
KREUZUNGEN INSGESAMT	2008	2181	2152	13	235	230	11	2416	2382	24
	2009	1962	1945	8	248	245	6	2210	2190	14
	2010	1956	1948	9	233	230	5	2189	2178	14
	2011	2326	2314	9	260	257	9	2586	2571	17
LEGENDE:		RU - Radunfälle			VR-verletzte Radfahrer			GR-getötete Radfahrer		

Tabelle 4: Unfallgeschehen mit Radfahrern im Kreisverkehr und im anderen Knotenpunktformen nach Ortsgebiet/Freiland (eigene Darstellung)³⁵

^{34, 35} KfV, Unfallstatistik, Straßenverkehrsunfälle mit Personenschaden 2001-2011

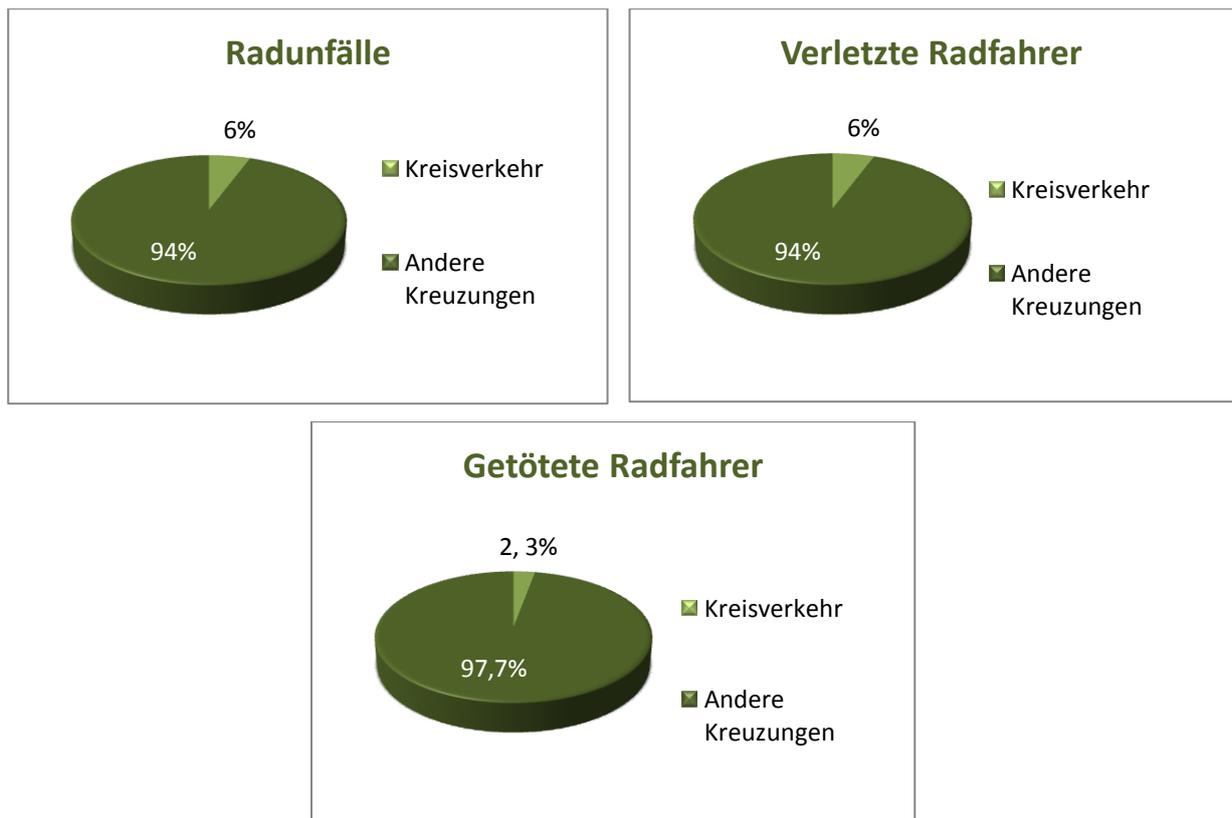


Abbildung 14: Prozentuale Darstellung der verunglückte Radfahrer in allen Kreuzungen in Österreich für das Zeitintervall 2008-2011 (eigene Darstellung) ³⁶

Die oben dargestellten Unfalldaten lassen einige Schlussfolgerungen zu:

- Grundsätzlich sind Kreisverkehrsplätze besonders sichere Knotenpunktformen für die motorisierten Verkehrsteilnehmer;
- Kreisverkehre können für Radfahrer ein erhebliches Sicherheitsproblem darstellen. Sie sind die meist gefährdeten Verkehrsteilnehmer an Kreisverkehrsplätzen – sie nehmen an circa einem Viertel der Unfälle teil (gemäß Kuratorium für Verkehrssicherheit);
- Trotz der Häufigkeit der Unfälle sind die Radfahrer sicherer unterwegs als an anderen Kreuzungen.

Deshalb ist es besonders wichtig die Radfahranlagen im Bereich von Kreisverkehren speziell zu berücksichtigen.

³⁶ KfV, Unfallstatistik, Straßenverkehrsunfälle mit Personenschaden 2008-2011

2.2 Kriterien für die Bewertung der Führung der Radverkehr an Kreisverkehrsanlagen

Für die Beurteilung von bestehenden und die Planung von neuen Radverkehrsanlagen werden neben den rechtlichen Vorgaben auch die Anforderungen und die Wünsche von Radfahrern berücksichtigt. Die letzten werden durch die fünf Hauptforderungen für Fahrradfreundlichkeit ausgedrückt:

- **Zusammenhang:** Die Infrastruktur stellt eine zusammenhängende Gesamtheit dar und erschließt alle Quellen und Ziele von Radfahrern.
- **Direktheit:** Die Radverkehrsinfrastruktur bietet dem Radfahrer immer eine möglichst direkte Route (Umwege bleiben also auf ein Minimum beschränkt).
- **Attraktivität:** Die Radfahrerinfrastuktur ist derart gestaltet und in die Umgebung eingepasst, dass Radfahren attraktiv ist.
- **Sicherheit:** Die Radverkehrsinfrastruktur gewährleistet die Verkehrssicherheit von Radfahrern und anderen Verkehrsteilnehmern.
- **Komfort:** Die Radverkehrsinfrastruktur ermöglicht einen zügigen und komfortablen Verkehrsfluss des Radverkehrs.³⁷

Diese Hauptforderungen werden hinsichtlich der Planung von Kreisverkehrsplätzen in dem folgenden Schema vorgestellten Kriterien umgewandelt:



Abbildung 15: Schema der Bewertungskriterien (eigene Darstellung)

³⁷ C.R.O.W. (1995), S. 24

Die einzelnen Kriterien und Merkmale sowie deren Grenzwerte werden in Folgenden genau erklärt.

2.2.1 Organisationsprinzip

Laut RVS 03.05.14 hängt der Führung der Radfahrer im Bereich des Kreisverkehrs von der Führung des Radverkehrs auf der freien Strecke vor und nach den Knoten ab. *„Wenn vor und nach den Kreisverkehr baulich getrennten Radverkehrsanlagen existieren, dann sind diese in der Regel auch im Bereich des Kreisverkehrs von der Kreisfahrbahn getrennt vorzusehen. Ist dies nicht möglich, ist der Radverkehr vor dem Kreisverkehr geordnet auf der Fahrbahn zu leiten.“*

Wenn Radfahrer getrennt geführt werden, ist außerhalb gebauter Gebiete den Radfahrern bei der Querungen der Kreisverkehrsarme in der Regel der Vorrang zu nehmen („Radweg-Ende“). Ist an der Querungsstelle ein Schutzweg vorhanden, so soll eine Radfahrerüberfahrt (Vorrang für Radfahrer) angeordnet werden.

Eigene Anbindungen von Radfahranlagen an der Kreisfahrbahn sind grundsätzlich nicht und nur in begründeten Ausnahmefällen zulässig.

Auf der Kreisfahrbahn darf kein Radfahr- oder Mehrzweckstreifen angeordnet werden. Radfahr- oder Mehrzweckstreifen, die auf den Kreisverkehr zuführen, sind in ausreichendem Abstand vor dem Kreisverkehr aufzulassen.“³⁸

Das Organisationsprinzip im Bereich der Kreisverkehrsanlage wurde durch Beobachtungen der gewählten Knotenpunkten erhoben.

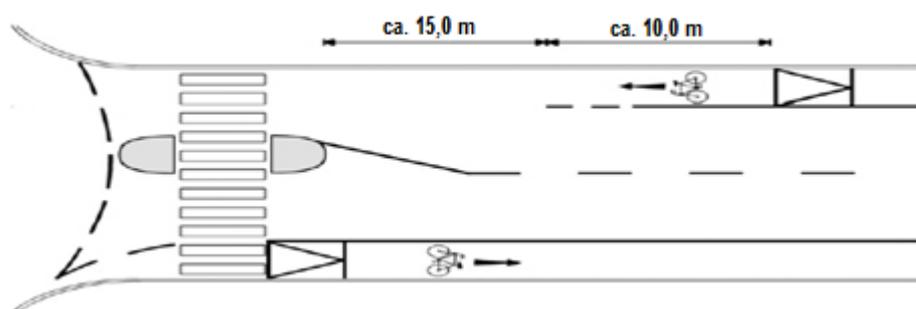


Abbildung 16: Anbindung von Einrichtungswegen an einen Kreisverkehr³⁹

In Folgenden werden kurz die Anlagen für den nicht motorisierten Verkehr im Bereich von Kreisverkehren (neben, vor und nach der Kreisfahrbahn) beleuchtet:

³⁸ BMVIT: RVS 03.05.14 (2010), S. 8

³⁹ FSV: RVS 03.02.13 (2009), S. 41

▪ Radfahrstreifen

Ein Radfahrstreifen ist besonders gekennzeichnete Teil der Fahrbahn, der nur für Radverkehr reserviert ist. Radfahrstreifen sind generell nur für Einrichtungsverkehr einsetzbar und sind durch Markierung von Richtungspfeilen verdeutlicht. Der Verlauf ist durch wiederholte Markierung mit Fahrradsymbolen und das Ende durch die Schriftzeichenmarkierung "Ende" angezeigt.



Abbildung 17:
Radfahrstreife ⁴⁰

Ein Radfahrstreifen wird durch eine Sperrlinie gegen den benachbarten Fahrstreifen abgegrenzt. Im Bereichen mit Konzentration von Problemen für die Radfahrer wird empfohlen die Radfahrstreifen ganzflächig einzufärben. Auf dieser Weise werden sie auch vom Autofahrer besser erkannt.

▪ Mehrzweckstreifen

„Der Mehrzweckstreifen ist ein Radfahrstreifen, der unter besonderer Rücksichtnahme auf die Radfahrer von anderen Fahrzeugen befahren werden darf, wenn für diese der links an den Mehrzweckstreifen angrenzende Fahrstreifen nicht breit genug ist oder wenn das Befahren durch Richtungspfeile auf der Fahrbahn für das Einordnen zur Weiterfahrt angeordnet ist.“ (StVo 1960).



Abbildung 18:
Mehrzweckstreifen ⁴¹

Mittels Mehrzweckstreifen wird der vorhandene Straßenraum im Ortsgebiet besser benutzt. Wenn es die Verkehrsverhältnisse oder die örtlichen Gegebenheiten erfordern, kann die Sperrlinie durch eine Warnlinie unterbrochen oder statt einer Sperrlinie überhaupt eine Warnlinie angebracht werden.

▪ Radweg

„Ein Radweg ist ein für den Verkehr mit Fahrrädern bestimmter und als solcher gekennzeichnete Weg.“ (StVO 1960)

Straßenbegleitende Radwege sind durch Hochborde, Grünstreifen oder sonstige Maßnahmen baulich von den Verkehrsflächen für den allgemeinen Fahrzeugverkehr zu trennen.



Abbildung 18:
Zweirichtungsradweg ⁴²

^{40, 41, 42} online: <http://www.fuerboeck.at/>

Einrichtungsradwege sind durch Richtungspfeile, Beschilderung und Symbole als solche gekennzeichnet. Radwege ohne Angabe der Fahrrichtung können in beiden Richtungen befahren werden.

Die größte Gefahr auf dem Radweg, welches einen Kreislauf von außen umfährt, erscheint an Überquerungsstellen. Radfahrer, die gegen die Fahrtrichtung der Kreisfahrbahn fahren, sind wegen der Blickgewohnheiten der Kfz-Lenker besonders gefährdet. Auch werden Einrichtungsradwege von Radfahrenden in beide Richtungen befahren.

▪ Gemischte Geh- und Radwege

Geh- und Radweg ist eine Mischverkehrsfläche, die von Fußgänger und Radfahrer gemeinsam benützt wird. Nur die Radfahrer sind verpflichtet diese Anlage zu verwenden. Die Führung des Verkehrs hat zwei Alternativen – gemeinsam oder getrennt (z.B. durch Bodenmarkierung oder durch bauliche Maßnahmen).

Gemischte Geh- und Radwege sind nur bei nicht ausreichendem Verkehrsraum für eine getrennte Führung oder bei fehlender Möglichkeit für eine Führung im Mischverkehr auf der Fahrbahn anzuwenden. Sie sind nur bei geringem Fußgänger- und Radverkehrsbelastung zulässig.

Auf Abbildung 20 zeigt die Verkehrszeichen § 52 b/17a: "Geh- und Radweg", gemeinsamer (oben) und getrennter Radweg (unten) (StVO Fassung der 20. Novelle, 1998).



Abbildung 19:
Verkehrszeichen
§ 52 b/16:
"Radweg" (StVO
Fassung der 20.
Novelle, 1998)



Abbildung 20:
Verkehrszeichen
§ 52 b/17a (StVO
Fassung der 20.
Novelle, 1998)

Laut Meschik (2008) soll der Radverkehr im Mischverkehr zusammen mit den Kraftfahrzeugen auf der Kreisfahrbahn dann empfohlen werden, wenn die Summe aller zufahrenden Fahrzeuge 15 000 Kfz pro Tag nicht übersteigt.

Die Erfüllung dieses Punktes des Kriteriums wird durch manuelle Messungen des Verkehrsaufkommens am Ort geprüft.

Zur Gewährleistung der oben beschriebenen Kriterien soll die Fahrbahnbreite, die Radwegbreite usw. an die Verkehrsbelastung angepasst werden.

2.2.2 Breitenverhältnisse

▪ Radverkehrsanlagen

Radfahranlagen sollten aus Gründen der Verkehrssicherheit und des Fahrkomforts in ausreichender Breite angelegt werden.

Bei der Bestimmung der Breitenverhältnisse werden allgemein die folgenden Kriterien beachtet:

- Regelabmessungen von Fahrrädern (auch Dreiräder, Tandems, Fahrradanhängers);
- Lichtraum und Verkehrsraum;
- Platz zum Begegnen und Überholen (Radwege, Geh- und Radwege);

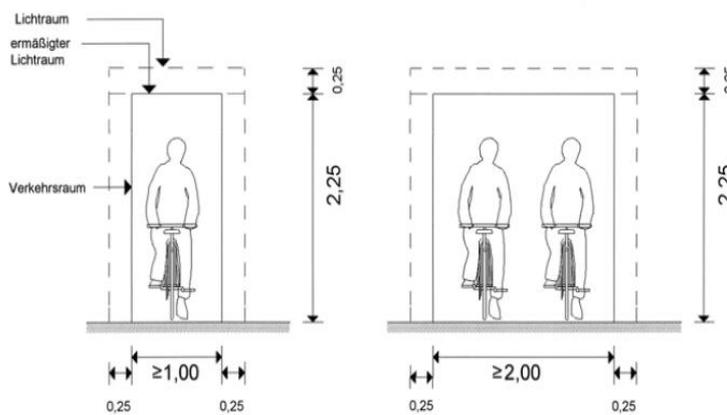


Abbildung 21: Verkehrs- und Lichtraum von einem bzw. zwei Radfahrern auf gerader Strecke (alle Maße in [m])⁴³

Die Mindestbreiten jeder Anlageform der Radverkehr, die die absolute Mindestmaßstab für sichere Radverkehrsanlagendarstellungen, sind in RVS 03.02.13 festgeschrieben.

Radfahrstreifen	V ₈₅ < 50 km/h		V ₈₅ > 50 km/h	
	Regelbreite	Mindestbreite	Regelbreite	Mindestbreite
Neben Bordstein	1,50 m	1,25 m	1,75 m	1,50 m
Neben Längsparkstreifen	1,75 m	1,50 m	2,25 m	2,00 m

Tabelle 6: Richtwerte für die Breite von Radfahrstreifen⁴⁴

Mehrzweckstreifen	Regelbreite	Mindestbreite
Neben Bordstein	1,50 m	1,25 m
Neben Längsparkstreifen	1,75 m	1,50 m
Kernfahrbahn (2 Richtungen)	4,50 bis 5,50 m	Geringere Breiten möglich
Kernfahrbahn (Einbahn)	2,30 bis 2,50 m	

Tabelle 7: Richtwerte für die Breite von Mehrzweckstreifen⁴⁵

Radweg	Regelbreite	Mindestbreite
Einrichtungsverkehr	2,00 bis 1,60 m	1,00 m
Zweirichtungsverkehr	3,00 m	2,00 m

Tabelle 8: Richtwerte für die Breite von Radwegen (Verkehrsraum ohne Schutzstreifen)⁴⁶

⁴³ FSV: RVS 03.02.13 (2009), S. 13

^{44,45,46} FSV: RVS 03.02.13 (2009), S. 19, 21, 22

Bei Führung des Radverkehrs auf der Kreisfahrbahn soll die folgende Regel eingehalten werden: Dort, wo der Mehrzweckstreifen endet, muss gewährleistet werden, dass sich kein Kraftfahrzeug neben dem Mehrzweckstreifen befindet. Dazu muss die Breite zwischen Fahrbahnteiler und Bordstein möglichst gering sein $\leq 3,5$ m (Meschik, 2008).

Bei Führung des Radverkehrs auf Radweg außerhalb Kreisfahrbahn ist der Radweg durch mindestens 1,50 m breiten Sicherheits- und Grünstreifen von Kreisfahrbahn zu trennen.³⁸ Bei der Planung und Gestaltung von kreisumlaufenden Radwegen muss Schräglage und Schleppkurve in den Kurven beachtet werden. In Abhängigkeit von den Fahrgeschwindigkeit und die Kurvenradien muss die erforderliche Verbreiterung umgesetzt werden (besonders bei großen Kreisverkehrsanlagen).

▪ **Geometrie der Kreisverkehrsanlage**

Ein- und Ausfahrten

Laut RVS 03.05.14 sind die folgenden Breiten zu gewährleisten: „Die Fahrbahnbreite der Einfahrt hat im Bereich der Fahrbahnteiler für einstreifige Einfahrten mindestens 3,75 m, für zweistreifige Einfahrten mindestens 7,00 m zu betragen. Die Fahrbahnbreite der Ausfahrt hat im Bereich der Fahrbahnteiler für einstreifige Ausfahrten mindestens 4,00 m, für mehrstreifige Ausfahrten mindestens 7,00 m betragen“

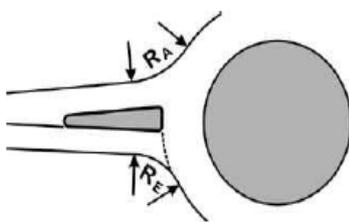


Abbildung 22: Ein- und Ausfahrtradius⁴⁷

	Einfahrtsradius R_E	Ausfahrtsradius R_A
Innerhalb bebauter Gebiete	10 bis 14 m	12 bis 16 m
Außerhalb bebauter Gebiete	12 bis 16 m	15 bis 25 m

Tabelle 9: Empfohlene Ein- und Ausfahrtradien (ausgenommen Minikreisverkehre) – eigene Darstellung⁴⁸

Die Geschwindigkeit an der Einfahrt soll aus verkehrstechnischen Gründen geringer im Vergleich zu jener in den Ausfahrten sein, wo dennoch größere Fahrzeugen komfortabel aus dem Kreisverkehr ausfahren können. Deshalb sollen die empfohlenen Einfahrtradien kleiner als jene bei der Ausfahrt sein.

^{47, 48} BMVIT: RVS 03.05.14 (2010), S. 15

muss ein erhöhter, gepflasterter, befahrbarer, baulich abgegrenzter Innenring vorgeschrieben werden.

Die Mindestbreiten und die Sicherheitsabstände im den gewählten Beobachtungsstellen werden mittels Maßband und Laser-Entfernungsmesser geprüft.

Bypass

Bypässe sind vor allem zur Steigerung der Leistungsfähigkeit von Kreisverkehre bzw. zur Erhöhung des Fahrkomforts für ausgeprägte Rechtsabbiegerelationen.⁵¹

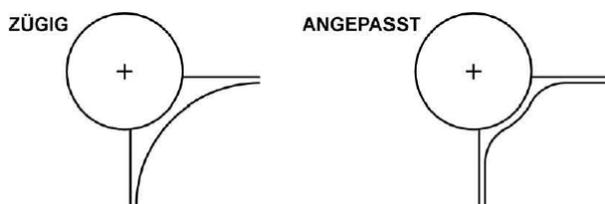


Abbildung 24: Zügige bzw. angepasste Trassierung eines Bypass⁵²

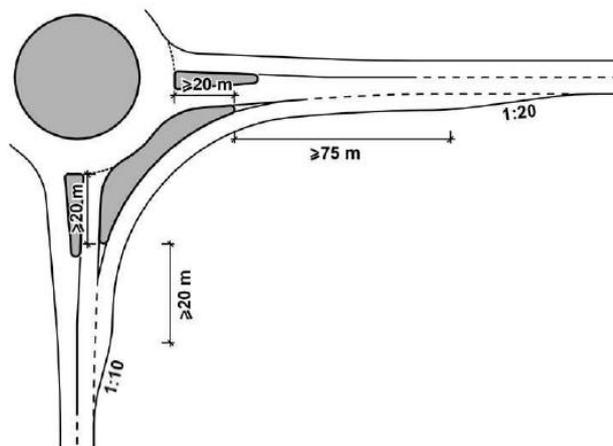


Abbildung 25: Bypass mit Rechtsab- und Rechtseinbiegestreifen (Regelfall)⁵³

Wie auf Abbildung 24 dargestellt ist, können Bypässe zügig oder angepasst trassiert werden, wobei die erhöhte Geschwindigkeit bei zügigen Trassierung z.B. durch einen entsprechend längeren Rechtseinbiegestreifen zu berücksichtigen sind. Gemäß RVS 03.05.14 ist die Verzögerungsstrecke eines Rechtsabbiegestreifens mindestens 20 m lang und mit einer Verziehung der Fahrstreifenwechsel 1:10 auszuführen. Die Einfahrts- und Manöverstrecke des Rechtseinbiegestreifens ist mindestens 75 m lang auszubilden. Die Verziehung zum Abbau des Bypass ist mit 1:20 auszuführen.

Der Bypass ist im Regelfall von der Kreisfahrbahn, der Ein- und Ausfahrt baulich durch einen Fahrbahnteiler (Grünstreifen), der einer Mindestbreite von 1,5 (2,5) m besitzt, zu trennen. Die Trennung wird durch einen erhöhten Randstein, eine Leitschiene, eine Betonleitwand oder innerorts in Ausnahmefällen durch Bodenmarkierungen oder fahrbahnebene Pflasterung durchzuführen. An Fußgänger-

⁵¹ AMT DER OÖ LANDESREGIERUNG, MERKBLATT (2007), S. 8

^{52, 53} BMVIT: RVS 03.05.14 (2010), S. 18

oder Radfahrerüberquerungsstellen ist der Bypass auf jeden Fall mit Fahrbahnteiler (2,5 m breit und im Bereich der Querungsstelle abgesenkt) zu trennen. Laut FREIE UND HANSESTADT HAMBURG, BSU (2008) können sich Sicherheitsdefizite zwischen dem geradeaus zum Kreisverkehr geführten Radverkehr und dem abbiegenden Kfz-Verkehr ergeben.

2.2.3 Sichtverhältnisse

Ausreichend große Sichtweiten sind sowie für den motorisierten als auch für den nicht motorisierten Verkehr unbedingt nötig. Die erforderlichen Sichtweiten dienen der richtigen Einschätzung der Verkehrsmanöver, sicheren Durchführung und rechtzeitigem Reagieren (Verzögern, Anhalten).

Der Sichtkontakt zwischen Kfz-Lenker, Radfahrer und Fußgänger auf den nebeneinanderliegenden bevorrechtigten und nicht bevorrechtigten Anlagen der Kreisverkehr muss uneingeschränkt möglich sein.

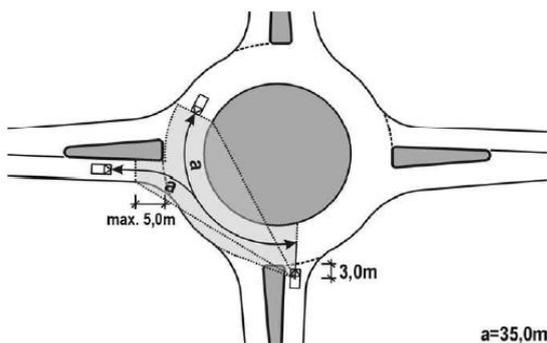


Abbildung 26: Schemaskizze eines Sichtraumes im Kreisverkehr (ausgenommen Minikreisverkehr)⁵⁴

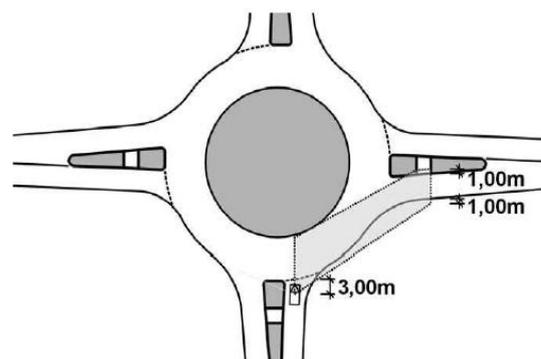


Abbildung 27: Sichtraum bei Querungsstellen⁵⁵

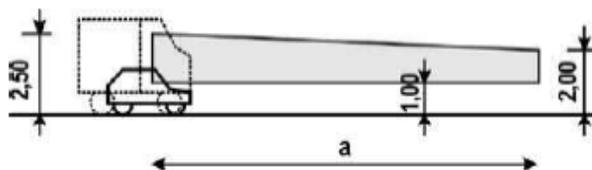


Abbildung 28: Vertikale Ausdehnung des Sichtraumes⁵⁶

Kreisverkehrsdurchmesser	Anfahrtsicht
35 m	≥ 45 m
50 m	≥ 65 m

Tabelle 10: Freizuhaltende Sichträume am Kreisverkehr⁵⁷

Laut RVS 03.05.14 ist der Sichtraum durch die folgenden Parameter festgelegt:

- Die Fahrlinien a in Fahrstreifenmitte;
- Knotenbeobachtungsdistanz $b=3,00$ m (horizontaler Abstand Augpunkt –

^{54, 55, 57} BMVIT: RVS 03.05.14 (2010), S. 21, 22

⁵⁷ AMT DER OÖ LANDESREGIERUNG, MERKBLATT (2007), S. 5

Kreisfahrbahn);

- Zielpunkthöhe 1,00 bis 2,00 m über die Fahrbahn;
- Augenkpunkthöhe von 1,00 bis 2,50 m über die Fahrbahn (Abbildung 26, 28)

Die Anfahrtsicht nach links steht in engem Zusammenhang mit der Geschwindigkeit der Fahrzeuge im Kreisverkehr, sowie die Fahrzeuge, die von der nächsten Kreisverkehrseinfahrt kommen.

Ist in den Fahrbahnteilern der nachfolgenden Kreisverkehrsausfahrt eine Querungsstelle vorgesehen, so ist zusätzlich von demselben Blickpunkt die Querungsstelle von Sichthindernissen freizuhalten (Abbildung 27).

Die Sichtweiten im Kreisverkehr sind entscheidend vom Außendurchmesser, der Breite der Kreisfahrbahn und der Überhöhung der Mittelinsel beeinflusst. Bei der Ermittlung der Sichtweiten ist auf die Positionierung der Ausfahrtwegweiser in den Fahrbahnteilern besonders Betracht zu nehmen.

Ein guter Sichtkontakt zwischen Radfahrer und motorisierten Verkehrsteilnehmer ist entscheidend für die Sicherheit. Damit Radfahrer sicher unterwegs sind, sind laut RVS 03.02.13 drei Arten von Sichtweiten zu gewährleisten:

- Anhaltesichtweiten – mit deren Hilfe werden eventuelle Gefahren von Radfahrern rechtzeitig erkannt um davor rechtzeitig reagieren zu können (anhalten).
- Sichtweite bei Radfahrerüberfahrten – definiert durch den geschwindigkeitsabhängigen Anhalteweg der herankommenden Fahrzeuge und durch den Ort, an dem der Kfz-Lenker den Radfahrer erkennt.
- Anfahrtsichtweite – an Radquerungsstellen, wo die Radfahrenden in Warteposition sind. Die Schenkellänge des Sichtfelds hängt von der Fahrflächenbreite, die Geschwindigkeit des Fahrzeuges (V_{85}), der angenommenen Verzögerung der Fahrzeuge (etwa $1,0 \text{ m/s}^2$) und der mittleren Geschwindigkeit der querenden Radfahrer (etwa $1,2 \text{ m/s}$) ab.⁵⁸

Die Querungsstellen im Bereich der Ausfahrten sind besondere Gefahrenstellen. In diesen Bereichen wird mit höheren Geschwindigkeiten gefahren und der Blickwinkel auf die Querungsstelle ist durch den Ausfahrtradius ungünstig. Deshalb ist die freie Sicht der ausfahrenden Verkehrsteilnehmer besonders unter Acht zu nehmen.⁵⁹

⁵⁸ FSV: RVS 03.02.13, S.15

⁵⁹ BMVIT: RVS 03.05.14, S.7

Die Totwinkelproblematik im Kreisverkehr muss allerdings betrachtet werden. Die Totwinkelgefahr entsteht, wenn die Radfahrer für den Lastkraftwagenlenker nicht sichtbar sind - beim Einfahren in den Kreisel, beim Fahren am Außenrand und bei Fahren außerhalb der Sichtfelder.

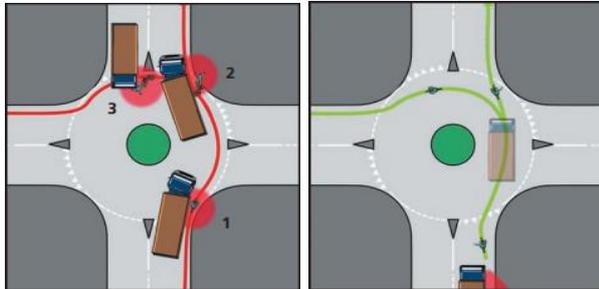


Abbildung 29: Schemen der gefährlichen (links) und der richtigen Fahrlinien der Radfahrenden (rechts) im Kreisel⁶⁰

Wenn die Zweiradfahrer in der Mitte der Kreisfahrbahn sich bewegen, lassen sie sich von den übrigen Fahrzeugen nicht überholen. Allgemein ist es im Kreisel gefährlich nach rechts zu überholen. An Überquerungsstellen muss eine ausreichende Beleuchtung gewährleistet werden.

Im Knotenpunkt und in den näheren Bereichen sollen die Radfahrer nicht geblendet werden.

Durch Beobachtungen wird erhoben, ob die Sichtverhältnisse die geschriebenen Vorschriften befriedigen und wenn nicht wodurch die Sicht eingeschränkt ist.

Mittels zahlreichen Fotos und der Methode der Zentralperspektive werden die Fahrlinien von den im Kreisverkehr fahrenden Radfahrern bestimmt.

2.2.4 Sicherheit

Mit Hilfe der Unfallstatistik der Verkehrssicherheitsbehörden wird das Kriterium Verkehrssicherheit der Radfahrer im Bereich von Kreisverkehren genau untersucht. Das Unfallgeschehen wird generell und mit beteiligten Radfahrern betrachtet.

▪ Unfallstelle als Unfallhäufungsstelle

Laut FSV 2004 wird ein Knotenpunkt oder ein Streckenbereich mit einer Länge kleiner oder gleich 250 m als Unfallhäufungsstelle bewertet, wenn eines von den folgenden Kriterien erfüllt ist:

- *mindestens 3 gleichartige Unfälle mit Personenschaden in 3 Jahren ereignet haben und der Relativkoeffizient den Wert 0,8 erreicht oder übersteigt;*

⁶⁰ FONDS FÜR VERKEHRSSICHERHEIT SCHWEIZ

- oder mindestens 5 gleichartige Unfälle (einschl. Unfälle mit Sachschaden) in einem Jahr ereignet haben.

Der sogenannte Relativkoeffizient wird mittels der folgenden Formel berechnet:

$$R_k = \frac{U}{0,5 + 7 \cdot 10^{-5} JDTV_{Radf}}$$

Wobei:

U – Anzahl der UPS (Ein Straßenverkehrsunfall mit Personenschaden liegt vor, wenn infolge des Straßenverkehrs auf Straßen mit öffentlichem Verkehr Personen verletzt oder getötet wurden und daran zumindest ein in Bewegung befindliches Fahrzeug beteiligt war ⁶¹) pro Jahr [N]

$JDTV_{Radf}$ – Jahresdurchschnittliche tägliche Verkehrsstärke [N/24h]

Bei Bewertung von Radfahrerunfallhäufungsstellen muss die relativ niedrigere Zahl der Jahresdurchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke für Radfahrer in Betracht genommen werden. Aus diesem Grund ist der Wert der Relativkoeffizient größer als 0,8.

Die nötige Information für das zweite Kriterium ist leider im Fall von Unfällen, bei denen nur das Fahrrad beschädigt ist, besonders schwer aufzufinden. Deshalb wird das erste Kriterium bei der Bewertung der Daten als entscheidend betrachtet.

▪ Unfallschwere

Bei der Bewertung der Verkehrssicherheit auf die beobachteten Kreisverkehre wird auch der Verletzungsgrad der Verunglückten - Personen, die entweder verletzt (schwer, leicht, nicht erkennbaren Grades) oder getötet werden, beachtet.

▪ Unfallumstände

Das Unfallgeschehen wird genauer durch die Betrachtung der Unfallumstände erläutert. Die Erhebungsmerkmale für jeden Unfall mit Personenschäden sind:

Datum und Tagesstunde des Unfalles; Angaben zur Unfallstelle (Gemeindenummer, Ortsgebiet/Freiland, Straßenart, genaue örtliche Zuordnung); Straßenzustand; Fahrbahnbelag; Lichtverhältnisse; Niederschläge; Witterung; Art der Beteiligten (Fahrzeugarten, wie Pkw, Lkw, Motorräder, Fahrräder, sonstige Beteiligte); Art der Beteiligung am Verkehr (Lenker, Mitfahrer, Fußgänger); Alter und Geschlecht der Beteiligten; Verletzungsgrad / Todeseintritt; Alkoholisierung ⁶²

⁶² STATISTIK AUSTRIA (2009), S. 25

Im Rahmen dieses Bewertungskriteriums werden die folgenden Unfallumstände betrachtet:

- ✓ Unfallfolgen – Verletzungsschwere;
- ✓ Beteiligte Fahrzeuge am Unfallgeschehen;
- ✓ Verkehrsfläche – Straßenzustand (trocken / nass / Witterungsglätte);
- ✓ Lichtverhältnisse (Tageslicht, Dunkelheit, künstlicher Beleuchtung).

Neben die von dem Kuratorium für Verkehrssicherheit speziell angerufenen Unfalldaten, werden in den Rahmen des Bewertungskriteriums “Sicherheit” auch die Geschwindigkeit sowie von motorisierten als auch nicht motorisierten Fahrzeuge an den gewählten Beobachtungsknoten mittels Radarmessgerät gemessen. Laut in Abschnitt 2.1.4 detailliert erklärten Nachweisen, ist das Geschwindigkeitsniveau entscheidend für die Verkehrssicherheit und die Unfallschwere.

2.2.5 Verkehrstechnik

Wenn das Kriterium Verkehrstechnik bewertet wird, kommt die Überprüfung des Zustandes von Verkehrszeichen und Bodenmarkierung in Frage.

▪ Bodenmarkierung

Die Bodenmarkierungen an Kreisverkehren sind gemäß Abbildung 26 auszuführen:

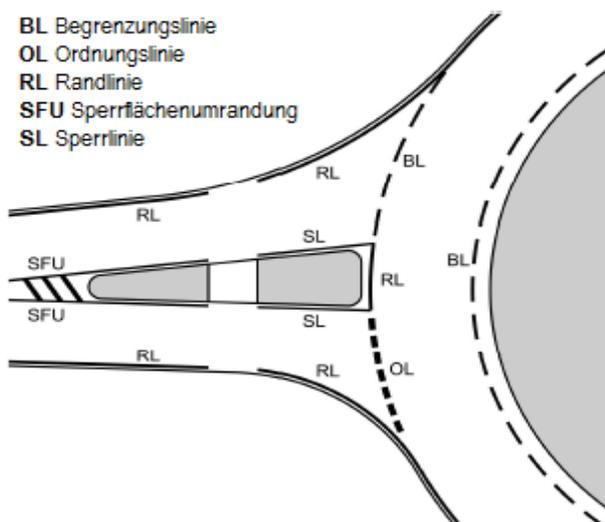


Abbildung 30: Bodenmarkierungen an einem Kreisverkehr⁶³

Die Sperrlinie bzw. Randlinie ist im Bereich der Querungsstellen zu unterbrechen. Der Abstand zwischen der Begrenzungslinie und Mittelinsel soll maximal 2,00 m betragen, damit diese Linie nicht als ein zweiter Fahrstreifen in der Kreisfahrbahn wahrgenommen wird. Durch eine durchgehende Außenlinie (BL oder OL) wird die Kreisform von Minikreisverkehren sichtbar gemacht.

⁶³ BMVIT: RVS 03.05.14, S. 24

Eine Begrenzungslinie ist auch dann anzuordnen, wenn die befahrbare Mittelinsel durch baulichen Maßnahmen nicht verdeutlicht ist.⁶⁴

MARKIERUNG	ANWENDUNG	BEMERKUNGEN
Sperrlinie	(Längs-) Begrenzung der Radfahranlage zu benachbarten Verkehrsflächen Radfahrstreifen, Radweg	Durchgehend Mindestbreite: 0,1 m
Randlinie	Begrenzung der Fahrfläche (RVS 03.03.23, 2011) Zeigt den Rand der Fahrbahn an	Durchgehend Mindestbreite: 0,1 m
Leitlinie	Trennt Fahrstreifen voneinander	Unterbrochen Mindestbreite: 0,1 m, Länge: 3m/6 m, Unterbrechung: 3m/9 m
Begrenzungslinie	“Grenzt die Fahrbahn oder den allein für den fließenden Verkehr bestimmten Teil der Fahrbahn von anderen Verkehrsflächen, wie Einmündungen, Ausfahrten u. dgl. ab“ (BMVO); an Stelle der Randlinie, wo die Begrenzung überfahren werden darf.	Unterbrochen Mindestbreite: 0,1 m Länge: 2 m Unterbrechung: 1 m
Warnlinie	Trennt Radfahrstreifen, wenn sie von Kfz-Verkehr be- oder überfahren werden muss, oder Mehrzweckstreifen generell von anschließenden Fahrstreifen	Unterbrochen Mindestbreite: 0,1 m Länge: 6 m Unterbrechung 1,5 m Wenn erforderlich: Länge 1,5 m
Blockmarkierung	Begrenzt Radfahrerüberfahrten beidseitig; kann bei angrenzendem Schutzweg entfallen	Breite: 0,5 m Länge: 0,5 m Abstand 0,5 m
Richtungspfeil	Symbol für vorgeschriebene Fahrrichtung auf Radverkehrsanlagen	Muss vorhanden sein, wenn die Radverkehrsanlagen nur in einer Richtung befahrbar sind
Radweg (Piktogramm)	Kennzeichnet die Widmung als Radverkehrsfläche	Weißer Fahrradpiktogramm auf blauen Hintergrund StVO, §52 (16)
Radsymbol (Piktogramm)	Kennzeichnet der Beginn und der Verlauf eines Radfahrstreifen	Wiederholende Symbole Weißes Fahrradpiktogramm
Ordnungslinien	Quermarkierung, unterbrochen, oder Quermarkierungen aus gleichschenkeligen Dreiecken “Haifischzähne”, Basis des Dreiecks dem zu querenden Bereich zugewandt, Spitze weist in Richtung des herannahenden Verkehrs	<u>Linien:</u> Breite: 0,3 m Länge: 0,6 m Abstand: 0,3 m <u>Dreiecke:</u> Basis: 0,6 m Höhe: 0,6 m Abstand: 0,3 m
Haltelinien	Quermarkierung, quer zur Richtung herannahenden Verkehrs angeordnet	Durchgehend Mindestbreite: 0,5 m
“ENDE”	Kennzeichnet das Ende eine Radfahrstreifens	Schriftzeichenmarkierung gemäß BMVO §20

Tabelle 11: Für den Radverkehr im Kreisverkehr bedeutende Bodenmarkierungen (eigene Darstellung)⁶⁵

⁶⁴ BMVIT: RVS 03.05.14, S. 24

⁶⁵ BGBl Nr. 848/1995, Fassung vom 27.11.2014

Aus Gründen der Verkehrssicherheit sind die ordnungsgemäße Ausführung und Zustand der Bodenmarkierung bedeutend. Auch die Erkennbarkeit und Eindeutigkeit der Bodenmarkierungen sind von zentraler Bedeutung hinsichtlich der Verkehrssicherheit der Radfahrenden. Für den Radverkehr im Kreisverkehr wichtige Bodenmarkierungen sind in Tabelle 10 zu sehen.

Die Tabelle ist auf StVO BGBl 1960/159 idF BGBl I 2010/116, BMVO StF: BGBl. Nr. 848/1995 und Meschik 2008 basiert:

Nach Bedarf können auch weitere Bodenmarkierungen und Gestaltungen der Flächen (Einfärbungen, verschiedenfarbige oder –strukturierte Pflasterung usw.), die die Erkennbarkeit der Situation verbessern oder die Sicherheit erhöhen, angebracht werden.⁶⁶

Eine Vielzahl von Markierungen kann die Übersichtlichkeit und die Eindeutigkeit der Verkehrsführung beschweren, deshalb sind so viel wie nötig, aber so wenig wie möglich Bodenmarkierungen zu setzen. Die Markierung soll den Verkehrszeichen der Verkehrssituation nicht widersprechen.

Laut BMVO StF: BGBl. Nr. 848/1995 sind Bodenmarkierungen, wenn es die Verkehrssicherheit erfordert, rückstrahlend auszuführen. Diese Notwendigkeit betrifft Straßen, die mit einer Geschwindigkeit von mehr als 50 km/h befahren werden dürfen, bei fehlender Straßenbeleuchtung, beim Vorhandensein von Schutzwegen und Radfahrerüberfahrten.

Entscheidend für die Verkehrssicherheit bei Nässe ist auch die genügende Griffigkeit. *Bodenmarkierungen müssen einen Reibungsbeiwert haben, der annähernd dem der betreffenden Fahrbahn entspricht. Das gilt nicht für die Darstellung von Bodenmarkierungen durch Straßenknöpfe.*⁶⁷

⁶⁶ BMVIT: RVS 03.05.14, S. 25, 27

⁶⁷ AMT DER OÖ LANDESREGIERUNG, MERKBLATT (2007), S. 14

▪ **Beschilderung**

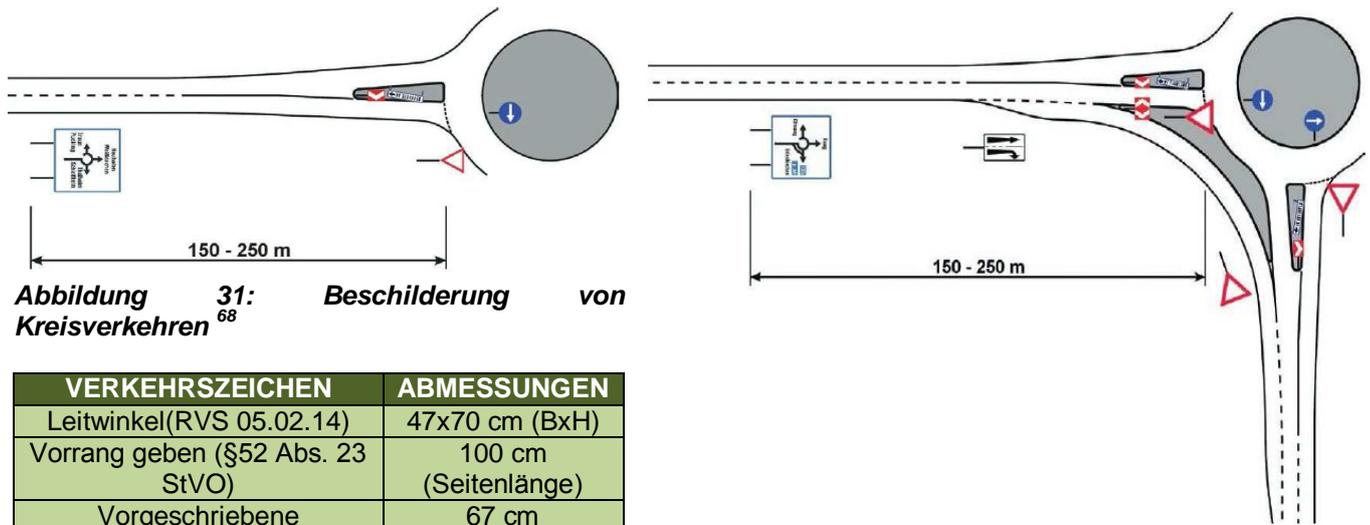


Abbildung 31: Beschilderung von Kreisverkehren⁶⁸

VERKEHRSSZEICHEN	ABMESSUNGEN
Leitwinkel(RVS 05.02.14)	47x70 cm (BxH)
Vorrang geben (§52 Abs. 23 StVO)	100 cm (Seitenlänge)
Vorgeschriebene Fahrtrichtung (§52 Abs. 15StVO)	67 cm (Durchmesser)

Tabelle 12: Verkehrszeichen eines Kreisverkehrs⁶⁹ **Abbildung 32:** Beschilderung von Kreisverkehren mit Bypass⁷⁰

In Abbildung 31 ist die übliche Beschilderung von Kreisverlehrsanlagen dargestellt. Der Verkehr auf den Kreisverkehrseinfahrten hat Vorrang. An den Spitzen der Fahrbahnteiler sind Leitwinkel und/oder ein Gebotszeichen “Vorgeschriebene Fahrtrichtung” mit Pfeil nach schräg rechts mit besonderen Aufmerksamkeit auf die Sicht zur Querungsstelle aufzustellen.

*Um einen Rückstau in den Kreisverkehr zu vermeiden ist Bypässen bei der Ausfahrt aus dem Kreisverkehr der Vorrang zu nehmen.*⁷¹

*„An Minikreisverkehren ist zur Verdeutlichung der Vorrangverhältnisse (...) eine Zusatztafel entsprechend jener über den besonderen Verlauf der Straße mit Vorrang (§54 Abs. 5 lit. e StVO) anzubringen; weiters ist zur Verdeutlichung der Verkehrsführung das Gefahrenzeichen “Kreuzung mit Kreisverkehr” (§50 Z. 3a StVO) aufzustellen“.*⁷²

Die Wegweisung besteht aus Vorwegweiser in der Zufahrt und Wegweiser in der Ausfahrt, deren Stelle mit dem Freihalten des Sichtraumes für den Einfahrenden übereinstimmt. Die Wegweisung soll deutlich ergänzen, wohin die Verkehrsteilnehmer fahren müssen. Auf diese Weise orientieren sie sich gut und schnell vor Befahren in den Kreisverkehrsplätzen, was bei einer vollen Konzentration auf die Verkehrsabläufe in Laufe der Fahrt hilfreich ist.

^{66, 67,70} AMT DER OÖ LANDESREGIERUNG, MERKBLATT (2007), S. 14

⁷¹ BMVIT: RVS 03.05.14, S. 28

⁷² AMT DER OÖ LANDESREGIERUNG, MERKBLATT (2007), S. 11

Bei der Auswertung der Beschilderung ist auf die Erfüllung der folgenden Anforderungen zu achten: Erkennbarkeit, Eindeutigkeit (ob die Beschilderung der Bodenmarkierung und/oder der Verkehrssituation übereinstimmen), Sichtbarkeit (ob die Verkehrszeichen gut sichtbar sind oder durch z.B. Bepflanzungen abgedeckt sind), Sichtbarkeit bei Nacht (augenscheinlich), Zustand (ob Witterungsschäden augenscheinlich vorhanden sind).

2.2.6 Komfort

Der Fahrkomfort von Radfahrenden ist für die Bewertung der Qualität der Radverkehrsführung in Kreisverkehre und für die Verkehrssicherheit im Kreise besonders bedeutend.

Oberflächengestaltung

Radfahrende reagieren überaus empfindlich auf schlechte Beläge und unebene Flächen.⁷³ Der Belag soll eine ausreichende Ebenheit in Quer- und Längsrichtung und erforderliche Griffigkeit garantieren. Eine einheitliche Ausführung ist für die gesamte Radverkehrsanlage zu erreichen. Eine Texturänderung ist nur nach besonderem Bedarf auszuführen. Der Übergang zwischen den verschiedenen Materialien soll möglichst niveaugleich ausgeführt werden (ohne Materialkante ineinander übergehen).

Im Ortsgebiet ist Feinasphalt mit guter Längsebenheit gut geeignet (der Energieverbrauch pro Wegstrecke ist rund halb so hoch im Vergleich zu diesem bei z.B. Kopfsteinpflaster), Pflasterungen sind dagegen nicht komfortabel befahrbar.⁷⁴

Im Bereich von Radverkehrsanlagen sind die Gitterstäbe der Einlaufgitter quer zur Fahrriichtung zu legen. Durch Einfärbung der Radverkehrsanlage an Konfliktstellen kann die Strecke optisch akzentuiert werden.

Bei Radfahrerfurten sowie bei Überleitungen von Radwegen auf die Fahrbahn und umgekehrt werden die Bordkanten bis auf Fahrbahnniveau abgesenkt.⁷⁵

Regelmäßige Reinigung und Winterdienst ist auch für den Fahrkomfort und die

⁷³ AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG (2007), S. 33

⁷⁴ MESCHIK (2008), S. 195

⁷⁵ FREIE UND HANSESTADT HAMBURG, Baubehörde - Tiefbauamt (2000), Abschnitt 9, S. 6

Sicherstellung guter Verkehrsverhältnisse von entscheidender Bedeutung.

Verkehrsbehinderungen

Verkehrsbehinderungen sind als Beeinträchtigung der Verkehrsteilnehmer in der Fortbewegung charakterisiert, die durch den Unterschied zwischen einem festen Hindernis und einem beweglichen Subjekt (z.B. ausparkendes Kfz) entsteht. Wegen dieser Behinderung ist der Radfahrer gezwungen seine Fahrt zu unterbrechen oder die Radfahranlage zu verlassen. Bei diesem Vorgang entstehen keine Verkehrskonflikte.

Die Verkehrsbehinderungen an den gewählten Untersuchungskreisverkehrsplätzen werden durch Beobachtungen und Befragungen festgelegt.

Verkehrskonflikte

“Verkehrskonflikt: Eine beobachtbare Situation, in der zwei oder mehrere Teilnehmer einander zeitlich bzw. räumlich so nahe kommen, dass einer der Verkehrsteilnehmer seine Bewegung durch ein abruptes Brems-, Beschleunigungs- oder Richtungsänderungsmanöver (...) ändern muss, um eine Kollision zu vermeiden.

(...)

Benaheunfälle: Durch bestimmte „verhindernde“ Manöver muss mindestens eine der in ein solches Ereignis verwickelten Personen reagieren, um eine drohende Kollision abzuwenden.“⁷⁶

Die Verkehrskonflikte werden bei der Verhaltensbeobachtungen an der Kreisverkehren betrachtet.

Bei der Abstimmung der im Abschnitt 2.2 erläuterten Kriterien mit der Infrastruktur sind fahrradfreundliche und sichere Kreisverkehrsplätze zu entwerfen. Die Erfüllung dieser Anforderungen erhöht den Prozentanteil der Menschen, die auf das umweltfreundliche Verkehrsmittel Fahrrad umsteigen.⁷⁷

Allerdings sollen auch die besonderen Gruppen von Radfahrern in Acht genommen werden (Schulkinder, Senioren, Tandems, Fahrradanhänger, Dreiräder).

⁷⁶ STADTPLANUNG WIEN (1992), S. 13, 17

⁷⁷ AMT DER TYROLER LANDESREGIERUNG – ABTEILUNG VERKEHRSPANUNG (2007), S.6

2.2.7 Zusammenfassende Fragestellungen und Messmethoden der Beobachtungskriterien

Die Untersuchung der gewählten Kreisverkehrsanlagen wird mit Hilfe von die in Tabelle 13 dargestellten Fragestellungen und Messmethoden durchgeführt.

FRAGESTELLUNGEN	MESSMETHODE
1. ORGANISATIONSPRINZIP	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wird die Organisationsform der Radverkehrsanlage entlang einmündender Straßen am Kreisverkehr beibehalten? ▪ Ist das Kraftfahrzeugkriterium erfüllt? ▪ Werden die Radverkehrsanlagen entgegen der vorgeschriebenen Fahrrichtung umfahren? 	<p>Beobachtung</p> <p>Bemessung</p> <p>Beobachtung, Anfrage</p>
2. BREITENVERHÄLTNISSE	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Werden die Mindestbreiten der Kreisverkehrsanlagen eingehalten? ▪ Sind die Sicherheitsabstände ausreichend? ▪ Entsprechen die Kreisverkehrselemente den Anforderungen? ▪ Wird 15,0m vor der Kreisverkehrsanlage die Radverkehrsanlage herangeführt (bei Mischverkehrsführung)? 	<p>Maßband</p> <p>Maßband</p> <p>Maßband</p> <p>Maßband</p>
3. SICHTVERHÄLTNISSE	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sind Sichtbehinderungen vorhanden? ▪ Werden die Querungsstellen von Sichthindernisse freigehalten? ▪ Sind die Radfahrer durch Totenwinkelproblematik gefährdet? 	<p>Beobachtung</p> <p>Beobachtung</p> <p>Beobachtung</p>
4. SICHERHEIT	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gibt es Unfallhäufigungsstellen? ▪ Gibt es schwerverletzte und/oder getötete Radfahrer? ▪ Existiert eine Ähnlichkeit bei der Unfallumständen? 	<p>Unfallstatistik</p> <p>Unfallstatistik</p> <p>Unfallstatistik</p>
5. VERKEHRSTECHNIK	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ist die Bodenmarkierung erkennbar und eindeutig? ▪ Ist die Bodenmarkierung gut ersichtlich und griffig? ▪ Sind die Sichtbarkeit, Erkennbarkeit, Zustand und Beschilderung in Ordnung? ▪ Ist die Beleuchtung ausreichend? ▪ Gibt es Widersprüche zwischen Beschilderung und Bodenmarkierung? 	<p>Beobachtung, Anfrage</p> <p>Beobachtung, Anfrage</p> <p>Beobachtung, Anfrage</p> <p>Beobachtung</p> <p>Beobachtung</p>
6. KOMFORT	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ist die Oberflächengestaltung eben, griffig und niveaugleich? ▪ Gibt es Hindernisse auf Infrastruktur? ▪ Verkehrsbehinderungen? ▪ Verkehrskonflikte? 	<p>Befahrung</p> <p>Befahrung, Anfrage</p> <p>Befahrung, Anfrage</p> <p>Beobachtung, Befahrung</p>

Tabelle 13: Zusammenfassende Fragestellungen und Messmethoden der Beobachtungskriterien (eigene Darstellung)

2.3 Führung des Radverkehrs an Kreisverkehrsplätzen

2.3.1 Grundsätzliche Empfehlungen für Kreisverkehr und Radverkehr

Für die Organisation und Führung des Radverkehrs auf geeignete Anlagen können generelle Empfehlungen gegeben werden:

- Zwischen den miteinander schneidenden Verkehrsströmen soll gute Sichtbarkeit gewährleistet werden;
- Im Kreisverkehrsbereich soll das niedrige Geschwindigkeitsniveau eingehalten werden. Das wirkt positiv auf die Verkehrssicherheit und den stetigen Verkehrsstromablauf;
- Die gemeinsame Führung des Radverkehrs mit den motorisierten Verkehr ist nur innerorts an kleinen einstreifigen Kreisverkehrsplätzen mit einem Durchmesser von 25 m bis 30 m und mit einer Kraftfahrzeugstärke von bis zu 15.000 Kfz pro Tag (Summe alle zufahrenden Kraftfahrzeuge) geeignet;
- Die Organisationsform des Radverkehrs soll entlang einmündender Straßen am Kreisverkehr beibehalten werden;
- Die Radfahrstreifen sollen in den letzten 20 m bis 30 m in Mehrzweckstreifen umgewandelt werden. Auf dieser Weise verflechten sich die Verkehrsströme vor dem Kreisel (die Totenwinkelproblematik wird vermieden). Damit die Radfahrer und die Kraftfahrzeuglenker hintereinander fahren, sollen die Mehrzweckstreifen möglichst schmal gestaltet werden;
- Einstreifige Zu- und Abfahrten an den Knotenarmen mit Breiten von 3,00 m bis 3,25 m (3,50 m) und einstreifig befahrbare Ringfahrbahnen werden besonders bei Mischverkehr empfohlen, damit Kraftfahrzeugen und Radfahrer diese nacheinander, nicht nebeneinander befahren; Schleppkurven sind zu berücksichtigen;⁷⁸
- Fahrbahnteiler sind in Kreisverkehrsarmen immer wenn möglich vorzusehen;

⁷⁸ MESCHIK (2008), S. 129

- Die Führung des Radverkehrs auf Radwegen ist besonders außerorts zu empfehlen. Sie können auch innerorts angeordnet werden, wenn die Verkehrsbelastung größer als 15.000 Kfz pro Tag ist, auch in den Zufahrten, wo Radwege vorhanden sind und wenn die anderen Kreisverkehre im Stadtgebiet ebenfalls mit Radwegen betrieben werden;
- Die Querungen von Radwegen bzw. gemischter Geh- und Radweg soll über baulich angelegte Fahrbahnteiler erfolgen. Der Abstand zwischen der Querungsstelle und der Ringfahrbahn soll circa 4,00 m (eine Pkw-Länge) betragen.

Dieses Abrücken steigert die Leistungsfähigkeit und verbessert die Sichtbeziehungen zwischen den Verkehrsteilnehmern; außerdem werden die Querungsstellen weniger vom Kfz-Verkehr blockiert, insbesondere in der Zufahrt.⁷⁹

Bei kleinerem oder größerem Abrücken steigt die Unfallgefährdung an. Innerorts sind die Querungen über die Zu- und Abfahrten mit Radfahrerübergängen gestaltet, die sich zwischen dem Fußgängerübergang und der Knotenfahrbahn befinden. Außenorts sind die Querungen meistens benachrangt. Zu empfehlen ist die gemeinsame Vorfahrregelung von Radfahrer und Fußgänger (Begreifbarkeit);

- An den Querungsstellen von Geh- und Radwegen sind entweder Fußgänger, Radfahrer oder eine Kombination davon bevorrechtigt (Ausnahmefall - außerorts);
- Bei Querungen mit Zweirichtungsradwegen ist der motorisierte Verkehr darauf hinzuweisen, dass der Radverkehr aus beiden Richtungen kommt;
- Die Achsen der Kreisverkehrsarme müssen sich mit dem Kreismittelpunkt schneiden. In diesem Fall bildet sich ein fast rechter Winkel zwischen Einfahrtrichtung und Fahrtrichtung im Kreisverkehr, was die niedrige Einfahrtgeschwindigkeit sichert;
- Die Ringfahrbahn (das innen liegende Drittel der Kreisfahrbahn) soll etwa 5 cm baulich angehoben werden. Dieser Niveauunterschied verhindert die direkte Durchfahrt von Pkw und das Überholen von Radfahrern;

⁷⁹ KAPP (2007), S. 85

- Außenorts, auf zweistreifigen Zu- und Abfahrten und auf zweistreifigen Ringfahrbahnen soll der Radverkehr benachrangt werden;
- Zur Reduzierung von Konfliktsituationen werden die Außenring-Radwege konzentrisch an den Kreisverkehr angelegt;
- Eine rote Einfärbung der Radfahranlage und der Querungsstellen ist zu empfehlen;
- Die Querungsstellen sollen gut beleuchtet werden;
- Die Beschilderung soll so ausgeführt werden, dass sich die Radfahrer vor dem Befahren der Kreisverkehrsanlage orientieren können;
- Die Bodenmarkierung soll gut sichtbar und rechtzeitig erkennbar sein. Sie soll der Verkehrssituation richtig entsprechen und dem Verkehrszeichen nicht widersprechen.

Eine generelle Übereinstimmung zwischen baulichem Aufwand und Flächenverbrauch und der Trennung der Verkehrsströme soll erreicht werden.

Allerdings soll die Führung des Radverkehrs am Kreisel unter Rücksicht der individuellen Umstände angepasst und geplant werden.

Zwei generelle Alternativen zur Führung des Radverkehrs an Kreisverkehrsanlagen sind möglich:

- Gemeinsam mit den Kraftfahrzeugen im Mischverkehr auf der Kreisfahrbahn;
- Auf baulich angelegten Radwegen außerhalb der Kreisfahrbahn.

	MISCHVERKEHR	RADWEG MIT ÜBERORDNUNG DES RADVERKEHRS	RADWEG MIT UNTERORDNUNG DES RADVERKEHRS	NIVEAUFREIE QUERUNG
MINI-KREISVERKEHR	X	(X)		
KLEINER KREISVERKEHR INNENORTS	X	X	(X)	
KLEINER KREISVERKEHR AUßENORTS	(X)		X	
ZWEISTREIFIG BEFAHRBARER KREISVERKEHR		Nur an einstreifigen Zufahrten	(X)	X
GROßER KREISVERKEHR		Nur an einstreifigen Zufahrten	(X)	X

LEGENDE: X – geeignet; (X) – geeignet in Ausnahmefälle

Tabelle 14: Einsatz der Radverkehrsführungsformen an Kreisverkehrsanlagen (eigene Darstellung)⁸⁰

⁸⁰ BONDZIO (2005), S. 43

2.3.2 Radverkehr auf Kreisfahrbahn

Die Führung des Radverkehrs im Mischverkehr auf der Fahrbahn ohne weitere Maßnahmen ist bei den folgenden Umständen einsetzbar:

- Innenorts bei einstreifigen Kreisverkehren mit Außendurchmesser bis zu 30 m;
- Für schwache bis mittlere Verkehrsbelastungen im Kraftfahrzeugverkehr von bis zu 15.000 Kfz pro Tag;
- Wenn im Seitenraum kein Platz für ausreichend dimensionierte Radwege vorhanden ist;
- Wenn die anderen Kreisverkehre im Stadtgebiet ebenfalls im Mischverkehr betrieben werden.

Diese ist Standardführung bei Mini-Kreisverkehren und bei einstreifigen kleinen Kreisverkehren.

2.3.2.1 Mini-Kreisel

Für die sichere Führung des Radverkehrs auf der Fahrbahn ist die bauliche Detailgestaltung des Kreisels von entscheidender Bedeutung.

Anwendungsbereich

Laut RVS 03.05.14 haben Mini-Kreisverkehre einen Außendurchmesser von weniger als 26,0 m und werden vor allem im untergeordneten Straßennetz bei schmalen, relativ viel und langsam befahrenen Straßen angeordnet. Sie sind nur innerorts bei beengten Platzverhältnissen geeignet. Ihrer Anwendungsbereich ist durch die Gesamtverkehrsstärke von maximal 10.000 Kfz/24h begrenzt. Die maximale Verkehrsgeschwindigkeit ist 50 km/h.

Bauliche Detailgestaltung

Wegen ihrer Größe ist die Kreismittelinsel von Lkw überfahrbar zu gestalten und ist damit Bestandteil der Kreisfahrbahn. Zur Erkennbarkeit muss die Kreismittelinsel mit einer unterschiedlichen Fahrbahngestaltung (Pflasterung), oder eingefärbten Asphalt aufgebaut werden und durch eine Begrenzungslinie umrandet werden. Die Kreismittelinsel kann auch baulich ausgehoben sein.

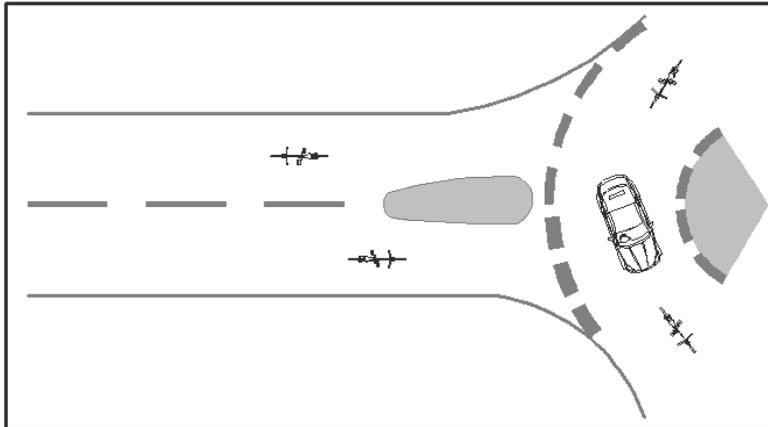


Abbildung 33: Radverkehrsführung an Mini Kreisverkehrsanlagen (eigene Darstellung)

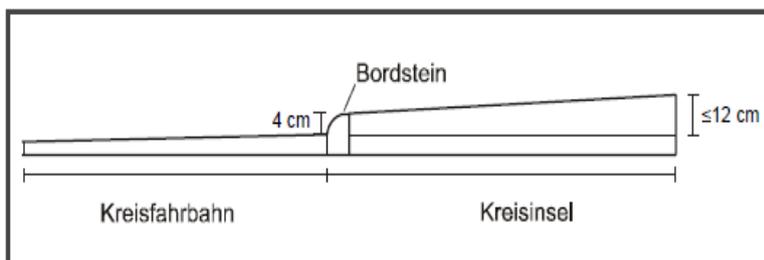


Abbildung 34: Querschnitt durch der Kreisfahrbahn und der baulich ausgehobenen Mittelinsel von Mini Kreiseln ⁸¹

Durch diese Maßnahmen soll die Kreismittelinsel für ein Überfahren durch Kraftfahrzeuge unattraktiv sein. Auf dieser Weise soll das Überholen des Radverkehrs vermieden werden.

Zu Vermeiden sind zu breite Fahrbahnen bei den Zu- und Ausfahrten sowie die Kreisfahrbahn, auf denen die Radfahrer von den Kraftfahrzeugen überholen werden können (empfohlene Breite von 3,00 bis 3,25m (3,50)).

Allerdings sind die Fahrstreifen bei der Ausfahrt aus dem Kreis breiter wegen schleppkurvengerechter Gestaltung im Vergleich zu jenen bei der Einfahrt.

Die Gestaltungen des Zufahrtswinkels in der Kreisverkehrszufahrt und Kreisverkehrsausfahrt spielen eine signifikante Rolle für die Fahrgeschwindigkeit (wegen die Ablenkung des einfahrenden Verkehrs durch die Mittelinsel (Abb. 11 S.16)).

Radfahrstreifen sowie Radwege sind mindestens 20 m vor dem Kreisverkehr aufzulösen oder besser in Mehrzweckstreifen überzuführen. ⁸²

In der Ausfahrt sollten die Radfahrstreifen circa 20 m hinten dem Fahrbahnteiler wieder beginnen.

Zur Verdeutlichung der Vorrangverhältnisse ist neben den Verkehrszeichen Vorrang geben §52 Abs. 23 StVO (Tabelle 12, S. 36) eine Zusatztafel für den besonderen

⁸¹ MESCHIK (2008), S. 130

⁸² Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Technologie und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (1999), S. 17

Verlauf der Straße mit Vorrang am Minikreisverkehr §54 Abs.5 lit. e StVO anzuordnen.

Die enge kurvige Durchführung garantiert geringere Fahrgeschwindigkeiten. Hierzu tritt auch eine verkehrsberuhigende Wirkung ein. Auf dieser Weise wird der Radverkehr im Verkehrsstrom gleichberechtigt wahrgenommen.⁸³

2.3.2.2 Kleine Kreisverkehre (einstreifig)

Anwendungsbereich

Laut RVS 03.05.14 besitzen kleine einstreifige Kreisverkehre einen Außendurchmesser kleiner als 30 m und sind bei Verkehrsbelastung von 15.000 Kfz/24h anzuordnen. Laut Brilion (2004), ADAC (2005) gilt als Einsatzkriterium für die Radverkehrsführung ohne weitere Maßnahmen im Mischverkehr auf der Kreisfahrbahn eine Verkehrsbelastung bis ca.15.000 Kfz/24h sinnvoll.

Bauliche Detailgestaltung

Ein ca. 5 cm erhöhter, gepflasterter Innenring (ein rauer innerer Fahrbahnbereich) auf der Kreisfahrbahn dient zur Abnehmen von Verkehrsgeschwindigkeiten im Kreis und zur Verhinderung vom Überholen und Schneiden der Radfahrer von Kraftfahrzeuge.

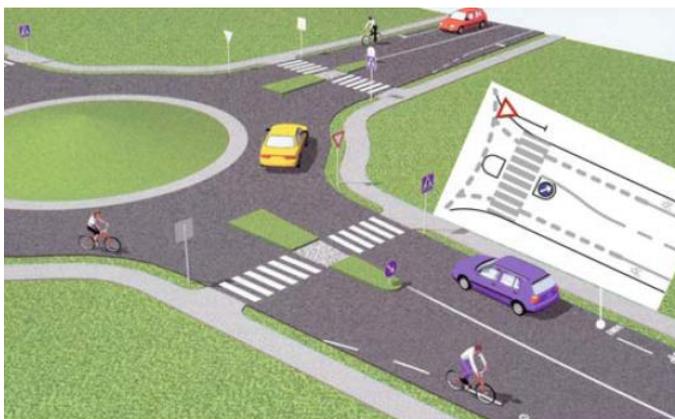


Abbildung 35: Radfahr- und Mehrzweckstreifen in Zufahrt zu Kreisverkehr⁸⁴

Bei Einfahrten im Kreis muss auf Fahrbahnbreite größer als 3,50 m verzichtet werden, wie bei den Mini Kreisverkehren, damit die Radfahrer und die Kraftfahrzeuge nicht gleichzeitig im Kreis einfahren könnten. Dieselbe Einhaltung ist bei der Ausfahrt aus dem Kreis sicherzustellen.

Die vorhandenen Radfahrstreifen in den Zufahrten sollen mindestens 20 m maximal 30 m vor der Kreisfahrbahn an die Fahrbahn herangeführt und in einen Mehrzweckstreifen umgewandelt werden. Die Mehrzweckstreifen sollten weiter zum

⁸³ Deutsche Institut für Urbanistik (2012), S. 4

⁸⁴ MESCHIK (2008), S. 132

Kreis geführt werden, damit die Verflechtung von Verkehrsstomen vor und nicht im Kreisel (Totenwinkelproblematik) stattfindet (Abb. 35). In der Ausfahrt sollte der Radstreifen unmittelbar am Rand der Ringfahrbahn beginnen, damit Radfahrer in Höhe des Fahrbahnteilers nicht von Kraftfahrzeugführern bedrängt, sondern gefahrlos überholt werden können.⁸⁵ Am Ende der Radfahranlage sind die Radfahrer gegenüber den motorisierten Verkehr benachrangt.⁸⁶

Straßenbegleitende Radwege sollen bereits in der Kreisverkehrszufahrten auf die Fahrbahn geführt werden (Abb. 36).

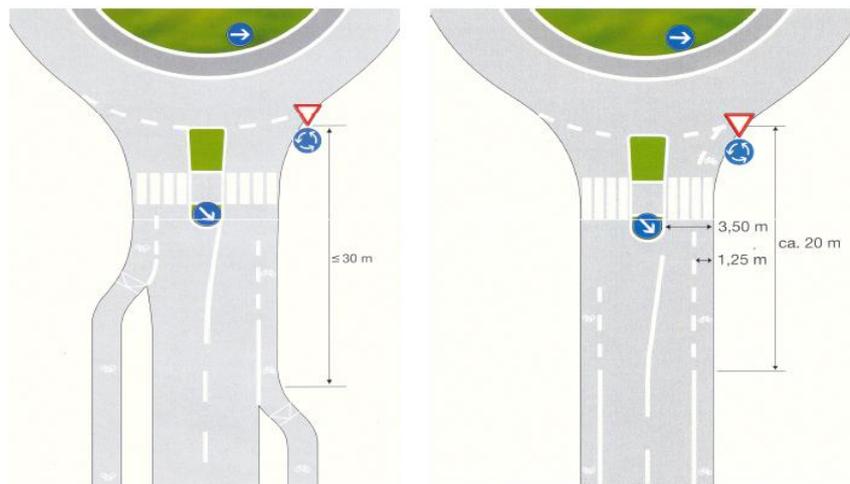


Abbildung 36: Einmündung Radfahranlage in Zufahrt zum Kreisverkehr: links Radweg, rechts Radfahrstreifen⁸⁷

Im Interesse einer sicheren Radverkehrsführung sind die Verkehrs-Bypässe für Rechtsabbieger zu vermeiden. Neben seiner kapazitätserhöhenden Auswirkung führen Bypässe zu Konfliktpunkten.

Die gemeinsame Führung von motorisierten und nichtmotorisierten Verkehr im Kreisverkehrsanlagen hat die nachfolgenden Vor- und Nachteilen:

VORTEILE	NACHTEILE
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Minimaler Flächenbedarf; ▪ Leicht verständliche Verkehrsführung; ▪ Deutlich geringer Aufwand für Radverkehrsführungsanlagen; ▪ Direktheit (keine Umwege für Radfahrende). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Subjektives Unsicherheitsgefühl bei manchen Radfahrergruppen (kleine Kinder, Senioren) und damit verbundenes äußerst rechts auf der Fahrbahn oder auf dem Gehweg fahren; ▪ Wenn die Kreisfahrbahn ein Überholen der Radfahrer von Kraftfahrzeuge erlaubt, entsteht erhöhtes Unfallrisiko (mehrere Konfliktpunkte).

Tabelle 15: Vor- und Nachteile der Radverkehrsführung im Mischverkehr (eigene Darstellung)⁸⁸

⁸⁵ MESCHIK (2008), S. 132

⁸⁶ KAPP (2007), S. 74

^{87, 88} MESCHIK (2008), S. 133, 134

In stark von motorisierten Verkehr befahrenen einspurigen Kreisel (Verkehrsbelastungen größer als 15.000 Kfz pro Tag) soll das Radverkehr auf kreisumlaufenden Radwegen geführt werden. Die Besonderheiten dieser Führungsart werden in dem nachfolgenden Abschnitt 2.3.3 erklärt.

2.3.3 Radverkehr auf Radweg außerhalb Kreisfahrbahn

Die Führung des Radverkehrs auf einem vom Kreisverkehr räumlich getrennten Radweg ist bei den folgenden Umständen einsetzbar:

- Wenn diese Führungsart in den Knotenzufahrten bereits vorhanden ist;
- Bei Verkehrsbelastungen höher als 15.000 Kfz pro Tag;
- Wenn die anderen Kreisverkehre im Stadtgebiet gleichfalls mit Radwegen betrieben werden.

Diese Führungsform ist meistens bei mehrstreifigen Kreisverkehrsplätzen oder außerorts auf gemeinsamen Geh- und Radwege zu führen.

2.3.3.1 Große (mehrstreifige) Kreisverkehrsplätze

Anwendungsbereich

Laut RVS 03.05.14 besitzen mehrstreifige Kreisverkehre einen Außendurchmesser von mehr als 40 m. In Ausnahmefällen können sie mit größerem Durchmesser gestaltet werden. Die Verkehrsstärke kann auch über 30.000 Kfz/24h sein.

Bauliche Gestaltung

Bei der separaten Führung benutzen Radfahrer kreisumlaufende Radwege und dabei überqueren sie die kreuzenden Straßen in den Ein- und Ausfahrten der Kreisel. Wegen der entscheidenden Bedeutung für die Verkehrssicherheit sind diese Bereiche aufmerksam zu planen und auszuführen, weil sich da die Verkehrsströme von Radfahrenden und Kfz-Lenker verflechten.

Bevorrechtigt geführte Radfahrer-Überfahrten sollen an Innenortsstraßen vorgesehen sein. Zur Unterstreichung der Vorrangregelung und aus Sicherheitsgründen wird eine möglichst kreisförmige Führung und Abrückung von der Kreisfahrbahn zu empfehlen. Die Radfahrerüberfahrt, gesichert mit Blockmarkierung, soll 5 m vom Rand der Kreisfahrbahn abgerückt werden. Diese Abrückung steigert die Leistungsfähigkeit

des Kreisels und verbessert die Sichtbeziehungen zwischen den Verkehrsteilnehmer.⁸⁹ Auf dieser Weise können Konfliktsituationen vermieden werden.

Gemäß einer Beobachtung von Räsänen/Summala geben den Radfahrern weniger als eine Hälfte der Kfz-Lenker Vorrang, wenn die Querungsstellen 6 m vom Kreisverkehr entfernt sind⁹⁰. Laut Haller und Lange (2000) sollen Radfahrerüberfahrten mit einer Länge kleiner als 2 m und größer als 6 m benachrangt werden.

Die Radverkehrsanlage gemeinsam mit der Radfahrerüberfahrt ist rechts neben der Fußgängerquerungsstelle näher zur Kreisfahrbahn zu gestalten.

Die Querungen sollten nach Möglichkeit über baulich angelegte Fahrbahnteiler erfolgen.

Die Zufahrt zur Radfahrerüberfahrt muss auf einer kreisförmigen Bahn ohne Verschwenkung und ohne Knick erfolgen.

Radfahrerüberfahrten sollen so ausgeführt werden, dass auf einer Voraussetzung von einer Fahrt im Gegenrichtung vermieden werden. Sie sollen bestimmt markiert werden – eine rote Einfärbung des Fahrbahnbelags dient zur Verdeutlichung des



Abbildung 36: Links: konzentrischer Radweg um Kreisverkehr mit bevorzogter Radfahrerüberfahrt
Rechts: Nicht-konzentrischer Radweg (unstetige Führung)⁹¹

⁸⁹ ALRUTZ; STELLMACHER-HEIN (2002), S.10

⁹⁰ RÄSÄNEN (2000), S.12

⁹¹ MESCHIK (2008), S.135

Wenn enge, nicht ausreichende Flächen zur Verfügung stehen, werden als Lösung Radwege knapp an der Kreisfahrbahn oder knapp vor den Querungsstellen nach außen verschwenkt. Oft wird die Bewegungslinie der Radfahrer bei nicht konzentrischer Radwegführung um die Kreisfahrbahn von den Fahrern nicht richtig verstanden, was zur Verkehrsunfällen führen könnte.⁹²

Bei Nachrang der Radfahrer kann der Radverkehr auf nicht konzentrischen Radwegen mit Richtungsänderungen geführt werden. Dann muss Zusatztafel “ENDE”, “Vorrang geben” oder “Halt” angeordnet werden. Radfahrerüberfahrten dürfen dann nicht markiert werden.⁹³ Die unstetige winklige Führung ohne Wartepflicht auf den Radfahrerüberfahrten ist aus Sicherheitsgründen zu vermeiden (Abb 37) .

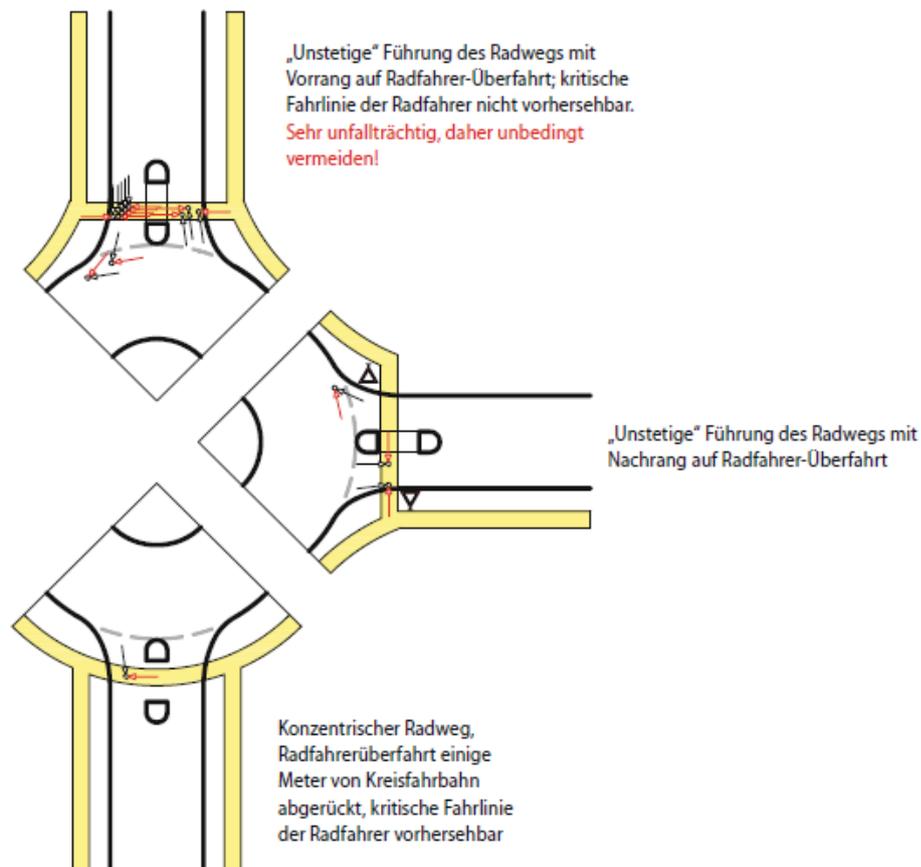


Abbildung 37: Typische Unfallsituationen bei kreisbetonte und winklige Radwegführung. Die Radfahrer sind durch rote Pfeile gekennzeichnet ; Unfalldiagramm nach Bonzio (2005)⁹⁴

Zweirichtungsverkehr

Zweirichtungsradwege sollen nur unter nachfolgenden Umständen angeordnet werden:

^{92, 93, 94} MESCHIK (2008), S.135, 137

- Bei durchgehend einseitigen Zweirichtungswegen in den Knotenpunktarmen;
- Bei nicht vollständig umlaufenden Radwegen;
- Bei größeren Außendurchmesser zur Reduzierung von Umwegen;
- Bei signalisierten Überquerungsstellen.

Sie sollen möglichst kreisbetont gestaltet werden aus den oben genannten Sicherheitsgründen. Die senkrechte Heranführung an Querungen hilft beim rechtzeitigen Erkennen der Radfahrer durch den Kfz-Lenker.

Dieselbe Planungs- und Gestaltungsgrundlagen von Überquerungen wie diese bei Einrichtungsradverkehr sind zu empfehlen.

2.3.3.2 Kreisverkehre außerorts

Anwendungsbereich und bauliche Detailgestaltung

In den meisten Fällen besitzen Kreisverkehre außerorts große Durchmesser. Dadurch werden Kfz-Fahrer mit höheren Geschwindigkeiten im Kreiseln fahren. Deshalb sind Querungen von Radwegen und gemischten Geh- und Radweg zu benachrangten.

Der Radweg ist in diesem Fall mindestens 2,00 m vor der Überquerungsstelle senkrecht zur Fahrtrichtung der Kraftfahrzeuge an den Fahrbahnrand heranzuführen.

⁹⁵ Die separate Führung von Radverkehr auf Radwege und gemeinsame Geh- und Radwege hat die nachfolgenden Vor- und Nachteile

VORTEILE	NACHTEILE
<ul style="list-style-type: none">▪ Gut geeignet für große Kreisverkehrsplätze mit hohen Verkehrsstärken und bei hohen Radverkehrsstärken;▪ Sehr gut geeignet für Kreisverkehre außerorts	<ul style="list-style-type: none">▪ Fehlende Direktheit – Umwege für Radfahrer;▪ Hohes Flächenverfügbarkeitsbedürfnis;▪ Erhöhte Unfallgefährdung der Radfahrenden bei un stetiger winkligen Radwegeführung;▪ Unzügiges Befahren von Radverkehrsanlagen bei benachrangten Radfahrerüberfahrten;▪ Besondere Gefahr für Radfahrer, die gegen die Fahrtrichtung fahren oder Einrichtungsradwege in zwei Richtungen befahren.

Tabelle 16: Vor- und Nachteile der Radverkehrsführung auf Radwege außerhalb Ringfahrbahn (eigene Darstellung) ⁹⁶

⁹⁵ FREIE UND HANSESTADT HAMBURG, BSU (2008), Abschnitt 8, Blatt 4

⁹⁶ MESCHIK (2008), S.135

2.3.4 Radverkehr auf Radfahrstreifen oder Mehrzweckstreifen auf Kreisfahrbahn

Diese Führungsform wird in den Niederlanden im folgenden Fall benutzt: Wenn aus Leistungsfähigkeitsgründen ein Kreisverkehr mit einer vollständigen Verkehrsabwicklung im Mischverkehr und einer schmalen Kreisfahrbahn nicht möglich ist. Bei dieser Führungsart haben die Radfahrer in der Kreisverkehrsanlage Vorrang vor dem motorisierten Verkehr, der in der Kreisel einfährt. Auch muss der aus dem Kreis herausfahrende Verkehr den Radfahrern, die möglicherweise neben dem Kfz-Verkehr fahren, Vorfahrt gewähren. Die Radfahrer können Kraftfahrzeuge, die die Kreisverkehrsanlage verlassen wollen, rechts überholen⁹⁷

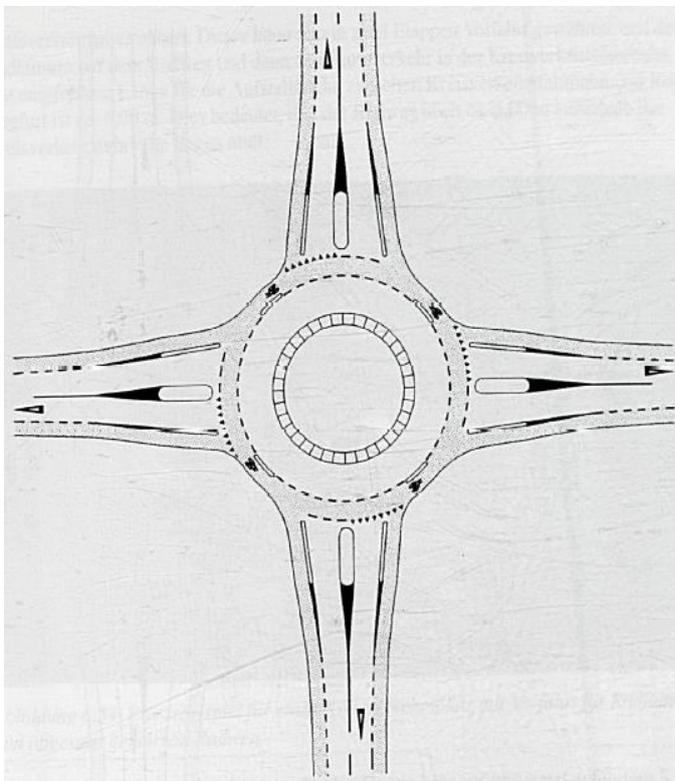


Abbildung 37: Kreisverkehrsanlage mit Radfahr- oder Mehrzweckstreifen und physikalischer Separation (gewölbtes Trennelement) im Kreis und auf den anschließenden Ästen⁹⁸

Laut RVS 03.02.13 sind auf der Kreisfahrbahn keine Radfahr- oder Mehrzweckstreifen anzuordnen. Wegen der Verpflichtung am Rand der Kreisfahrbahn zu fahren kann die Bewegungslinie der Radfahrenden von den Kfz-Lenkern nicht eindeutig abgeschätzt werden: Die Ausfahrt aus dem Kreis kann nicht von der Weiterfahrt unterschieden werden. Durch die Hinzufügung von Radfahr- oder Mehrzweckstreifen verbreitert sich die Kreisfahrbahn, was zur Erhöhung der Geschwindigkeit und Überholen von Kraftfahrzeugen in der Kreisel führt. Dies zu vermeiden wird eine physikalische Trennung

(schmale erhöhte Trennstreifen 0,50 m bis 1,00 m) zwischen den Radfahr- oder Mehrzweckstreifen und der Fahrbahn für den motorisierten Verkehr eingeführt.

In den Ein- und Ausfahrten wird auch eine physikalische Trennung vorgesehen. Damit werden die Radfahrer von den Kfz-Lenkern und besonders Lkw und Bussen nicht geschnitten.

⁹⁷ C.R.O.W. (1995), S. 185

⁹⁸ C.R.O.W. (1995), S. 186

3. Unfallanalyse

3.1 Literaturübersicht grundlegender Arbeiten zur Verkehrssicherheit von Kreisverkehren

Eine Vielzahl von Untersuchungen zur Verkehrssicherheit von Kreisverkehren ist in vielen europäischen Ländern, sowie in außereuropäischen Staaten (USA, Australien), vorhanden.

Die Gestaltungsstandards mit möglichst radialer Zuführung der Knotenpunktzufahrten auf den Kreismittelpunkt ist in den mittel- und nordeuropäischen Staaten vergleichbar mit jener in Österreich.

Aus diesem Grund und in Anbetracht der Ausstattung der Haushalte mit Fahrrädern weltweit (Abbildung 3, Seite 5) werden die Unfalluntersuchungen in Deutschland, Schweden, Belgien und Dänemark betrachtet.

3.1.1 Österreich

Krainz 2007

Diese wissenschaftliche Untersuchung des Kuratoriums für Verkehrssicherheit in Zusammenarbeit mit der Steiermärkischen Landesregierung umfasst der Unfallsituation in 132 Kreisverkehrsanlagen im Vorher-Nachher Vergleich. Betrachtet werden nur Unfälle mit Personenschäden.

“Bezüglich der Unfallsituation zeigt ein Vorher-Nachher-Vergleich, dass nach Errichtung eines Kreisverkehrs die Unfälle mit Personenschaden deutlich zurückgingen (-60,8 %), die Zahl der Verunglückten sank um 68,2 %. Eine Analyse der Unfalltypen ergab, dass vor allem Unfälle beim Abbiegen oder Umkehren durch die Errichtung der Kreisverkehrsanlagen extrem verringert werden konnten. Alleinunfälle und Unfälle im Richtungsverkehr stiegen allerdings an.”

Der Rückgang der Unfälle mit Personenschäden ist vor allen bei Kfz-Fahrer und Fußgänger zu beobachten.

Die Studie zeigt, dass die Zahl der verunglückten Radfahrer annähernd gleich hoch bleibt (Vorher 30 Verunglückte, Nachher 27).

3.1.2 Deutschland

Haller, Lange, Alrutz, Stellmacher-Hein 2000

Die Aussagen des Heftes 793 (2000) der Schriftenreihe Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik „Fußgänger- und Radverkehrsführung an Kreisverkehrsplätzen“ umfassen Erfahrungen von 46 Kreisverkehren (an 16 Kreisverkehren werden Verhaltensbeobachtungen durchgeführt). Die Studie behauptet die folgenden Ergebnisse:

- Kreisverkehrsanlagen sind grundsätzlich eine sichere Knotenpunktform für die Radfahrenden;
- Trotzdem nehmen Radfahrer bei 25% der Unfälle an Kreiseln teil;
- Radfahrer sind an fast zwei Drittel der Unfälle mit Personenschäden beteiligt;
- Bezogen auf die Führung des Radverkehrs wird behauptet, dass die Führung im Mischverkehr gleichermaßen sicher ist wie die Führung auf kreisumlaufenden Radwegen.
- Bei DTV > 15.000 Kfz/24 h sollten kreisumlaufende Radwege angelegt werden.

Haller, Stellmacher-Hein 2002

Verkehrssicherheit

Bei großen, mehrstreifig befahrbaren Kreisverkehrsplätzen wird ein höheren Abstimmungsaufwand zwischen den motorisierten und den nicht motorisierten Verkehrsteilnehmer gefordert, was zur erhöhten Gefahren für Radfahrer führt. Laut der Untersuchung von 46 Kreisverkehrsplätze von Alrutz und Stellmacher-Hein (2002) ist die Unfallwahrscheinlichkeit im mehrstreifigen Kreiseln höher im Vergleich zu dieser in kleineren Kreisverkehrsplätzen: *“Die bestehenden großen Kreisverkehrsplätze erweisen sich überwiegend als Unfallschwerpunkte für Radfahrer”*.

„Zweistreifige Richtungsfahrbahnen haben sich bei Einzelauswertungen von Unfälle in zahlreichen Fällen als problematisch erwiesen, teils weil vom linken Fahrstreifen der Zufahrt sehr schnell in den Kreis eingebogen wird, teils weil von dem inneren Kreisfahrstreifen aus direkt abgebogen wird, ohne auf Radfahrer zu achten.

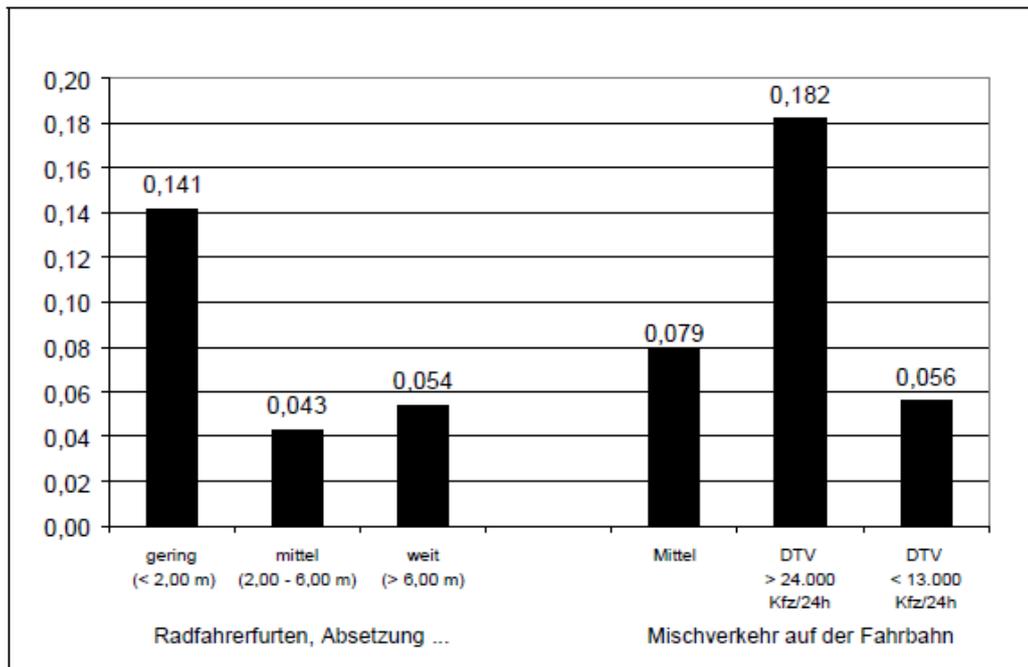


Abbildung 38: Unfalldichten nach der Führungsform; nach Haler und Lange (2000) ⁹⁹

- Die Führung auf nicht abgesetzten Radfahrerfurten (Absetzung < 2,00 m) weist im Mittel die ungünstigste Unfalldichte auf (0,141 U/KPA,a)².
- Die Führung auf mittel abgesetzten Radfahrerfurten (Absetzung 2,00 bis 6,00 m) ist mit einer Unfalldichte von 0,043 [U/KPA,a] hinsichtlich der Verkehrssicherheit für Radfahrer am besten zu bewerten.
- Auch die Führung auf weit abgesetzten Radfahrerfurten (Absetzung > 6,00 m) weist eine hohe Verkehrssicherheit für Radfahrer auf (0,054 U/KPA,a).
- Die Einführung einer Wartepflicht für Radfahrer an abgesetzten Radfahrerfurten zeigt keine Auswirkungen auf die Unfallhäufigkeit. ¹⁰⁰

^{99, 100} ALRUTZ; STELLMACHER-HEIN (2002), S.9

Bondzio, Ortlepp, Scheit, Voß, Weinert 2012

In Rahmen dieser Untersuchung wird eine Analyse des Unfallgeschehens an 100 einstreifigen Kreisverkehrsanlagen innerhalb bebauter Gebiete über einen Zeitraum von drei Jahren auf der Grundlage der polizeilichen Unfallanzeigen durchgeführt. Auf 10 Kreisverkehren wird mittels Videoanalyse das Verkehrsverhalten beobachtet.

„Die Unfallanalyse zeigt grundsätzlich, dass regelkonform gestaltete einstreifige Kreisverkehre innerhalb bebauter Gebiete im Mittel überaus sichere Verkehrsanlagen sind. Die mittleren Unfallkenngrößen

--Unfallrate: 0,60 Unfälle/106 Kfz

--Unfallkostenrate: 6,28 €/103 Kfz

liegen auf einem im Vergleich mit anderen Knotenpunktformen niedrigen Niveau.

An etwa 10 % aller Unfälle waren Radfahrer beteiligt. Bezogen auf die Unfälle mit Personenschaden lag der Anteil der Unfälle mit Radfahrerbeteiligung hingegen bei 28 %. Bei Unfällen mit Radfahrerbeteiligung hängt der Unfalltyp stark von der Art der Radverkehrsführung ab. Bei Kreisverkehren mit der Führung der Radfahrer im Mischverkehr ereigneten sich etwa 40 % aller Unfälle bei der Einfahrt in den Kreis. Weitere 19 % der Unfälle ereigneten sich unmittelbar vor der Ausfahrt von der Kreisfahrbahn. Bei bevorrechtigten umlaufenden Radwegen ereigneten sich 88 % aller Unfälle mit Radfahrerbeteiligung an den Querungsstellen“¹⁰¹

Kein Zusammenhang zwischen dem Außendurchmesser und der Verkehrssicherheit wird festgelegt. Die Unfallanalyse beweist, dass die Anzahl der Knotenpunktarme und das Unfallgeschehen in der folgenden Verbindung stehen: die 5-armige Kreisverkehrsanlagen weisen signifikant höhere Unfallkostenraten auf.

Ein besonders großer Einfluss auf die Verkehrssicherheit zeigt sich bei der Führung des Radverkehrs. An Kreisverkehren mit Mischverkehr sowie an Kreisverkehren mit umlaufenden Radwegen und Unterordnung des Radverkehrs zeigten sich deutlich geringere Unfallkennwerte als an Kreisverkehren mit umlaufenden Radwegen und bevorrechtigten Radfahrerfurten.¹⁰²

^{101, 102} BONDZIO, ORTLEPP, SCHEIT, VOß; WEINWERT (2012), S.99

3.1.3 Belgien

Daniels, Nuyts, Wets 2006

In Rahmen der Studie werden 91 umgebaute Kreisverkehrsplätze in Flandern, Belgien als Vorher-Nachher-Vergleich untersucht und konzipiert. Diese werden in dem Zeitraum von 1994 bis 2000 umgebaut und werden zufällig gewählt. 40 von den untersuchten Kreisverkehren befinden sich innerhalb bebauter Gebiete und die übrigen 51 Anlagen außerorts. Die Forschung zeigt, dass sich die Anzahl der Unfälle mit Radfahrereteiligung nach dem Umbau zu einem Kreisverkehr um 27% erhöht hatte. Bei den Radfahrerunfällen mit Getöteten und Schwerverletzten beobachtet man eine Erhöhung um 41-46%. Innenorts nimmt die Anzahl der Unfälle mit Personenschäden und Radfahrereteiligung um 48% zu und die Erhöhung der Unfälle mit Getöteten oder Schwerverletzten erreicht bis zu 80%.

In dieser Studie berücksichtigen die Autoren die Art der Radverkehrsführung nicht.

3.1.4 Dänemark

Hels, Orozova-Bekkevold 2007

Die Autoren beweisen, dass die Unfälle mit Radfahrereteiligung in enger Verbindung mit der Geometrie der Kreisverkehrsanlage und die Verkehrsbelastungen stehen. Als Basis dieser Untersuchung gelten die Unfalldaten aus der Notaufnahme des Krankenhauses in Odense in der Zeitraum von 1999 bis 2003. 88 Kreisverkehre auf den dänischen Insel Fünen (141 Unfälle) werden untersucht.

Bei der Untersuchung wurde festgestellt, dass bei höheren Radverkehrsstärken mehr Unfälle mit Radfahrereteiligung erfolgen.

Die Unfallzahlen erhöhen sich auch bei Zunahme der Geschwindigkeit der Kfz-Lenker und bei alten Kreisverkehrsanlagen.

3.1.5 Schweden

Sakshaug, Laureshyn, Svensson, Hydén 2010

In der Rahmen der Studie wurden 2 Kreisverkehrsanlagen in der schwedischen Stadt Lund beobachtet und die Unfälle an 15 Kreisverkehren wurden analysiert.

Mittels Verhaltensbeobachtungen und Videoaufnahme werden die folgenden Parameter untersucht:

- die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von den unterschiedlichen Konflikttypen
- die Einhaltung der Vorrangverhältnisse
- das Verhalten der Verkehrsteilnehmer im Konfliktfall,

Als Hauptgrund der Unfälle mit Radfahrereteiligung an Kreisverkehrsanlagen mit umlaufenden Radwegen (68%) wurde das Befahren des Radwegs entgegen der vorgeschriebenen Fahrtrichtung identifiziert.

Grund der 73% aller Unfälle mit Radfahrereteiligung an Kreisverkehren mit gemeinsamer Führung von motorisierten und nicht motorisierten Verkehr auf der Kreisfahrbahn ist die Nichteinhaltung der Vorrangregelung in den Einfahrten.

3.2 Auswertung der Amtlichen Unfallstatistik

Wenn man die Sicherheit bzw. Unsicherheit einer Verkehrsanlage beweisen will, muss man das Unfallgeschehen betrachten. Die Auswertung der Daten der amtlichen Unfallstatistik liefert einen ersten Überblick über das Sicherheitsniveau von Kreisverkehren.

Die Unfalldaten der Jahre 2008 bis 2014 sind von Kuratorium für Verkehrssicherheit zur Verfügung gestellt worden.

Im Jahr 2013 nahmen die verletzten Radfahrer einen Anteil von 13,2% aller Verletzte und 11,2 % aller Getöteten ein. Sie stehen an zweiter Stelle mit 23,4% nach den Motorradfahrern hinsichtlich des Anteils Getöteter und Schwerverletzter an allen Verunglückten in Österreich im Jahr 2013.

Abbildungen 39, 40, 41 und 42 zeigen das Unfallgeschehen mit Radfahrern in Kreuzungen im Zeitintervall vom Jahr 2008 bis 2011. Über die Jahre bleibt der prozentualer Anteil der Unfälle mit Radfahrereteiligung getrennt nach Kreuzungsarten relativ konstant, wobei an Kreisverkehren circa 6% aller Unfälle passiert sind, während der Anteil bei der signalisierten, vorfahrtgeregelten und sonstigen Knotenpunkten wie folgt 16%, zwischen 39% und 44% und zwischen 35% und 40% beträgt.

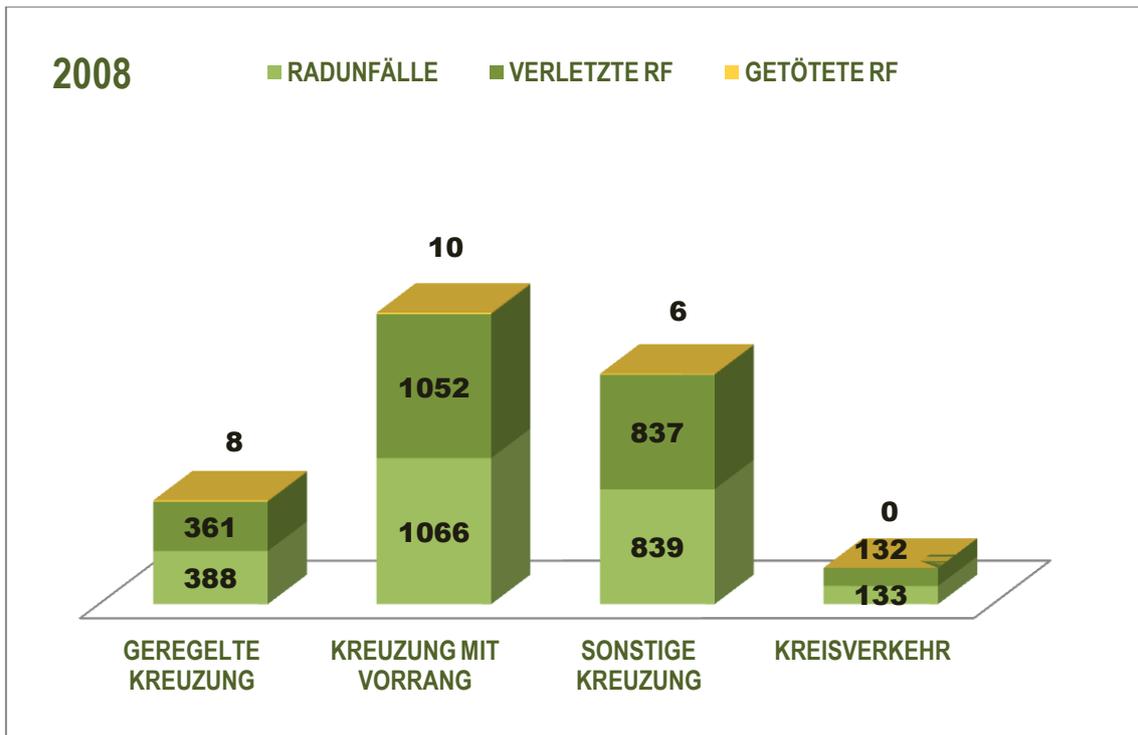


Abbildung 39: Unfallgeschehen nach Kennzeichnung der Unfallstelle, 2008 (eigene Darstellung)¹⁰³

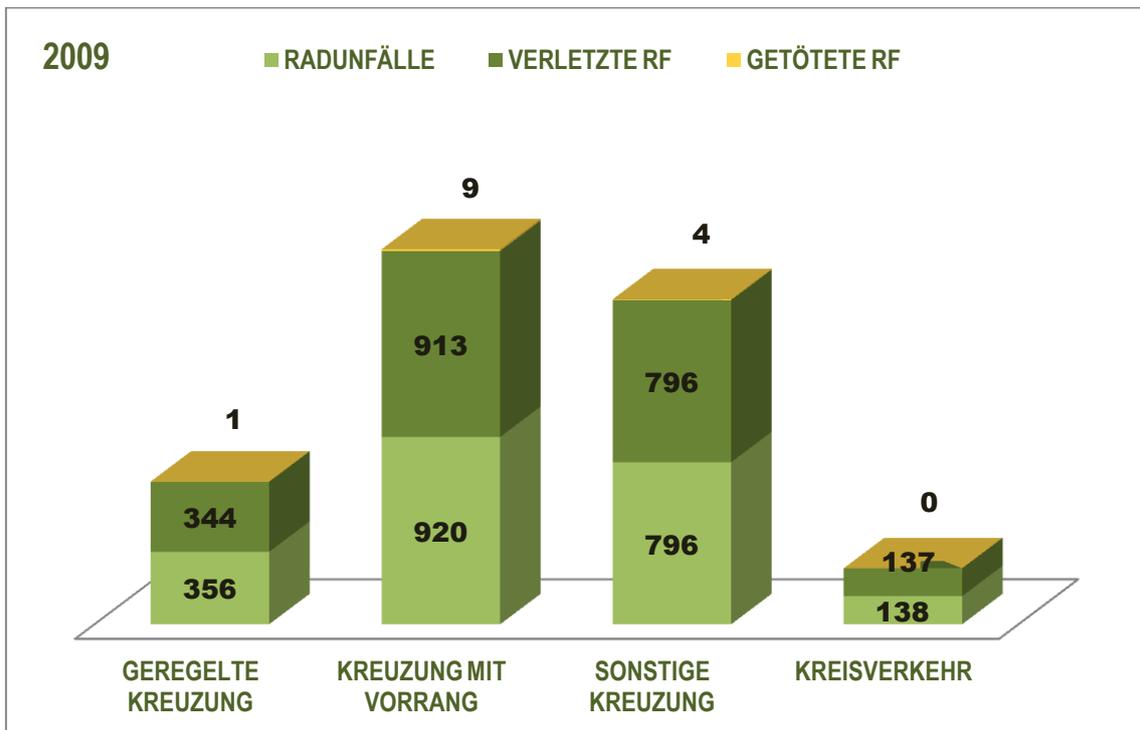


Abbildung 40: Unfallgeschehen nach Kennzeichnung der Unfallstelle, 2009 (eigene Darstellung)¹⁰⁴

^{103, 104} KfV, Unfallstatistik, Straßenverkehrsunfälle mit Personenschaden 2008, 2009

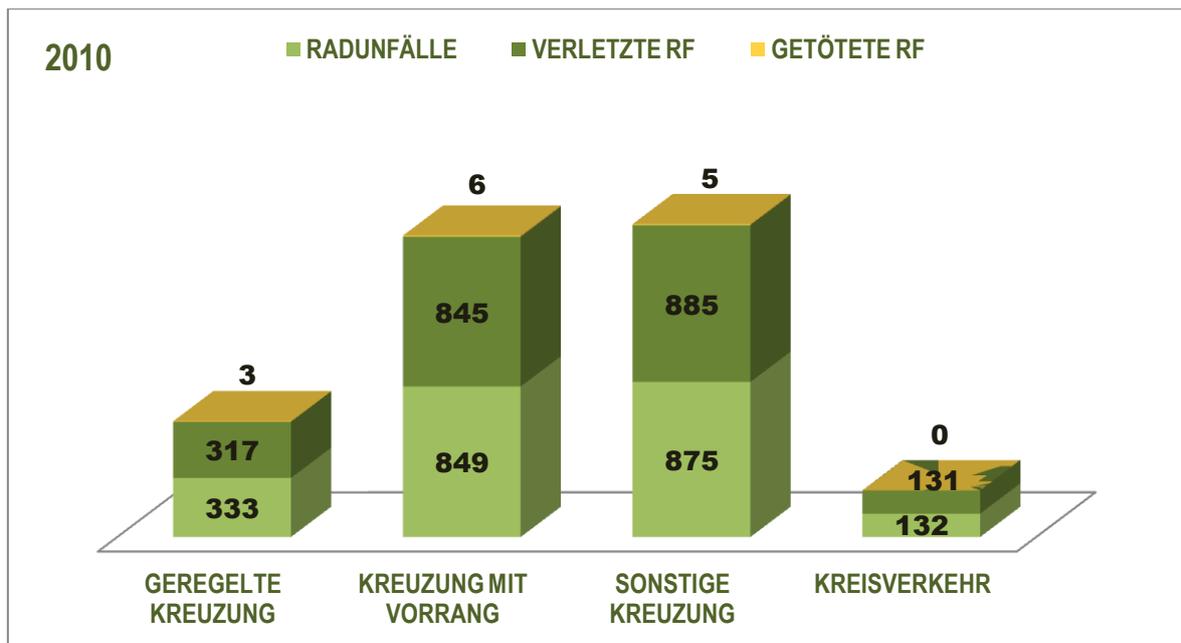


Abbildung 41: Unfallgeschehen nach Kennzeichnung der Unfallstelle, 2010 (eigene Darstellung)¹⁰⁵

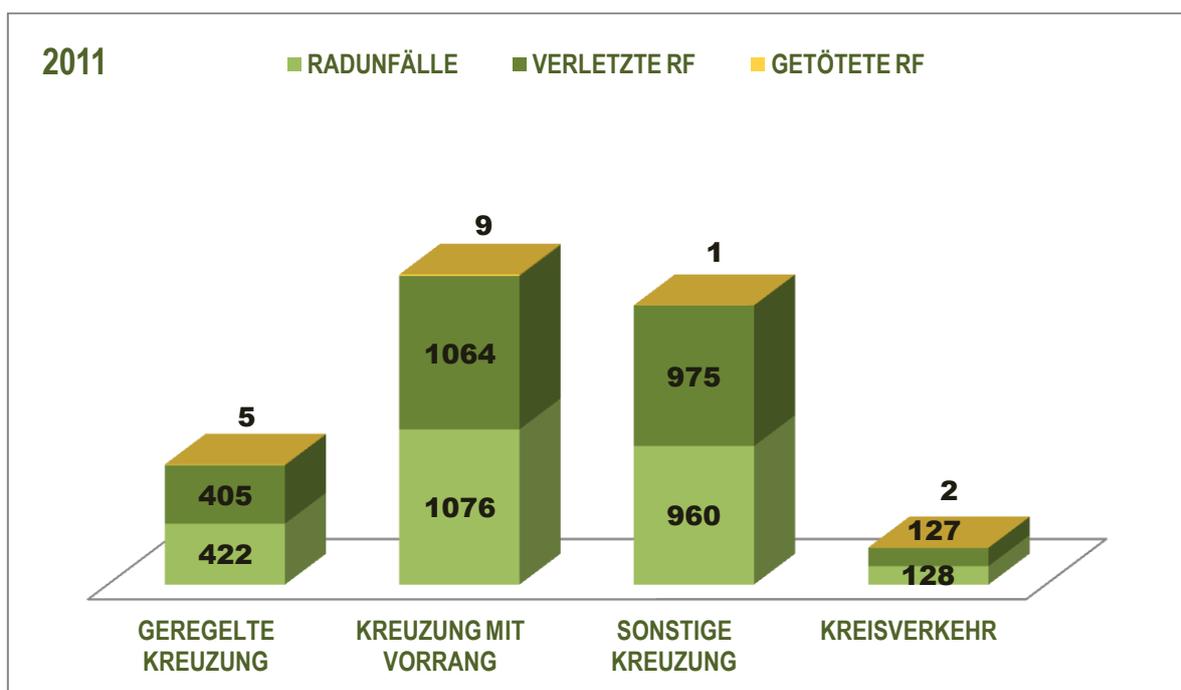


Abbildung 42: Unfallgeschehen nach Kennzeichnung der Unfallstelle, 2011 (eigene Darstellung)¹⁰⁶

Der Anteil der verletzten Radfahrenden liegt bei 6%. Bei den anderen Kreuzungsarten liegt dieser Anteil geringfügig niedriger als der Anteil aller Unfälle mit Radfahrerbeteiligung. Der Anteil aller getöteten Radfahrer infolge Unfalls im Bereich der Kreisverkehrsanlagen ist deutlich niedriger im Vergleich zu jenem in den anderen

^{105, 106} KfV, Unfallstatistik, Straßenverkehrsunfälle mit Personenschaden 2010, 2011

Kreuzungsarten und liegt bei 2,3%. Dabei muss berücksichtigt werden, dass in dieser Unfallstatistik keine Daten für die Anzahl der Knotenpunkte genannt werden.

In den folgenden Teilen dieser Diplomarbeit wird das Unfallgeschehen an Kreisverkehrsanlagen in Betracht genommen, die sich in Niederösterreich und Wien befinden. Der Grund zur Auswahl dieser Bundesländer ist der Folgende:

- Anzahl der Haushalte, die Fahrrad besitzen;
- Der größte Unfallanteil mit Radfahrerbeteiligung;
- Der größte Anteil an verletzten Radfahrer

Der prozentuale Anteil der Haushalte mit Fahrrad in Niederösterreich ist 82 %, was dieses Bundesland an zweiter Stelle nach Vorarlberg (85%) stellt. Dabei ist erkennbar, dass die größte Anzahl der Haushalte, die ein Fahrrad besitzen, in Niederösterreich ist und die zweitgrößten Anzahl der Haushalte - in Wien.

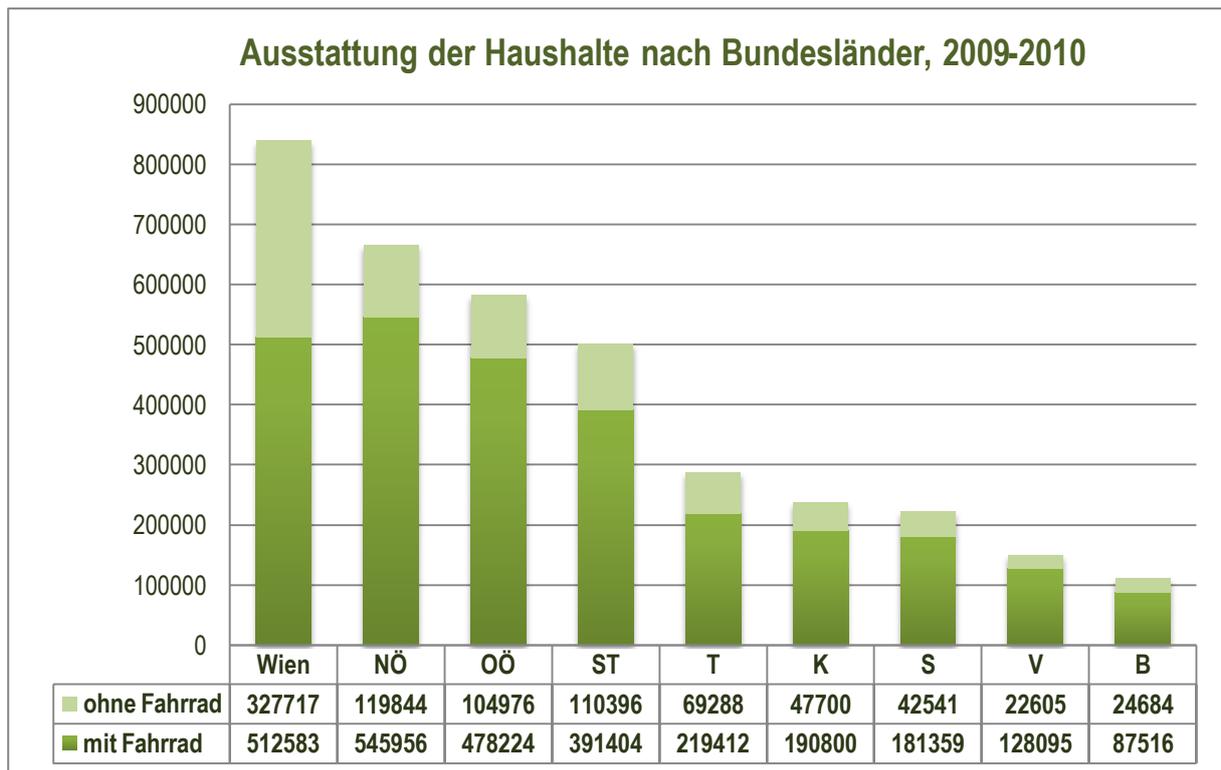


Abbildung 43: Ausstattung der Haushalte, 2009/2010 (eigene Darstellung) ¹⁰⁷

¹⁰⁷ BMVIT, Radverkehr in Zahlen (2013), S. 19

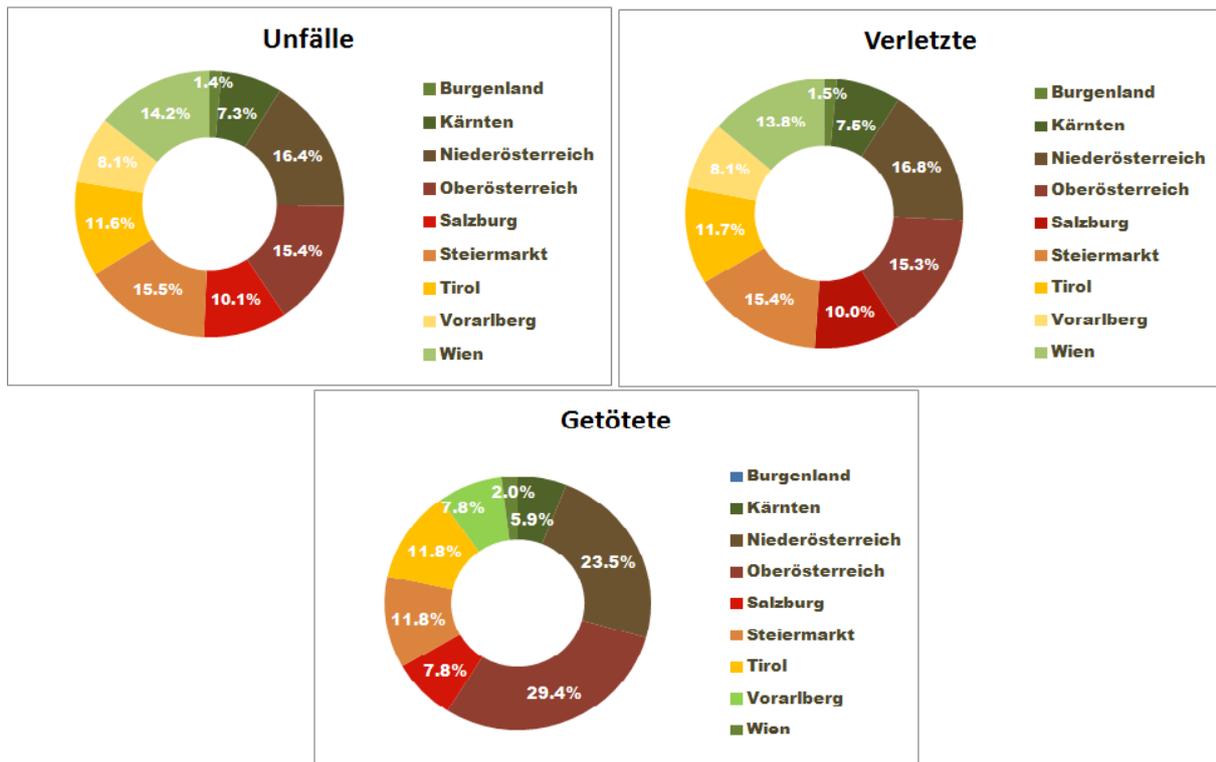


Abbildung 44: Unfälle mit Radfahrern nach Bundesländern, 2013 (eigene Darstellung)¹⁰⁸

Wie in Abbildung 44 dargestellt ist, ist der Anteil der Unfälle und Verletzten bei Radunfällen in Niederösterreich in Jahr 2013 der größte: 16,4 % aller Unfälle und 16,8 aller verletzten Radfahrer.

3.3 Unfallanalyse der ausgewählten Kreisverkehrsanlagen

Im Rahmen der Unfalluntersuchung wurden das Unfallgeschehen an insgesamt 16 Kreisverkehrsanlagen, die in der Grenzen von dem Bundesland Niederösterreich liegen untersucht. Die Unfalldateien sind vom Amt der NÖ Landesregierung; Bundesanstalt Statistik Österreich, Direktion Raumwirtschaft, Straßenverkehrssicherheit und die Abteilung Verkehrsorganisation und technische Verkehrsangelegenheiten (MA 46) übergeben. Die Kreisverkehre wurden aufgrund der folgenden Kriterien ausgewählt:

- Regelkonforme Gestaltung (gemäß RVS 03.05. 14, Oktober 2010);
- Unterschiedliche Siedlungsstrukturen (großstädtisch, dörflich);
- Unterschiedliche Verkehrsbelastungen;
- Unterschiedliche Form der Radverkehrsführung.

¹⁰⁸ KfV, Unfallstatistik, Straßenverkehrsunfälle mit Personenschaden 2013

3.3.1. Allgemeine Dateien der untersuchten Kreisverkehrsanlagen

Der größte Teil der untersuchten Kreisverkehre befindet sich in Städten von 15 000 bis 50 000 Einwohner. Abbildung 45 zeigt die Verteilung der Kreisverkehre nach der Stadtgröße.

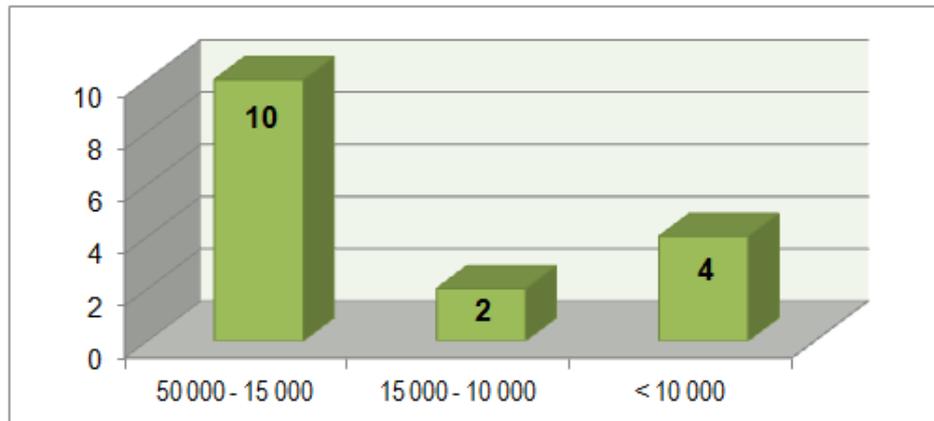


Abbildung 45: Kreisverkehre nach Stadtgröße (Einwohner)

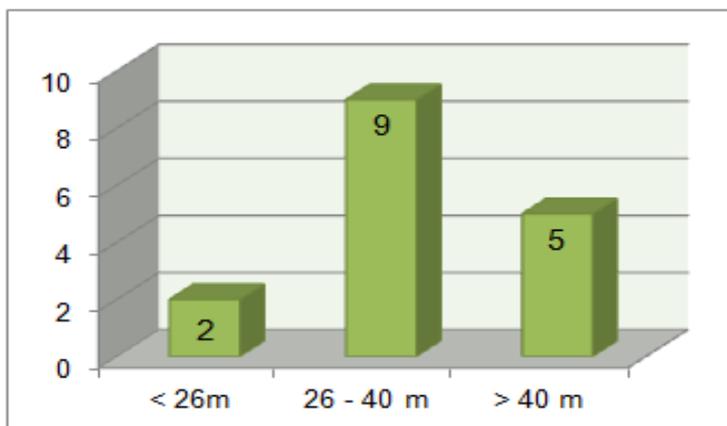


Abbildung 46: Kreisverkehre nach Außendurchmesser

56% von den untersuchten Kreisverkehren sind kleine bzw. mittlere Kreisverkehrsanlagen. In Abbildung 46 ist erkennbar, dass der kleinste Teil der Kreisverkehre Mini-Kreisel sind.

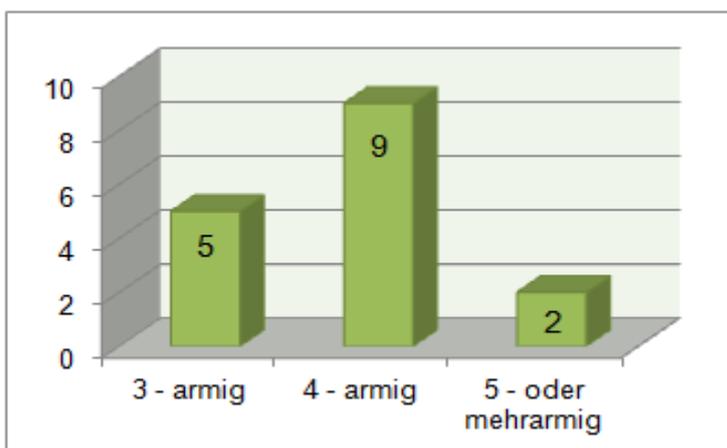
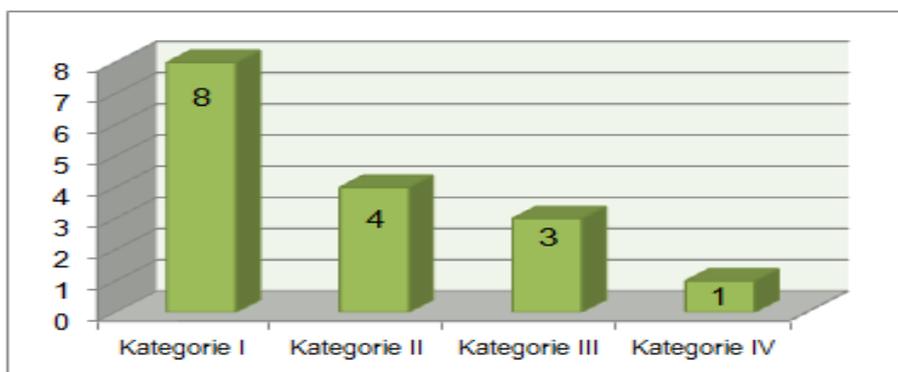


Abbildung 47: Kreisverkehre nach Anzahl der Knotenpunktarme

In Abbildung 47 sind die Kreisverkehre nach Anzahl der Knotenpunktarme dargestellt. Nur eine von den 5- oder mehrarmigen Kreisverkehrsanlagen hat 6 Arme. Alle anderen sind 5-armig.

Nach Form der Radverkehrsanlage werden die Kreisverkehre in die folgenden Kategorien unterteilt:

- Mischverkehr mit oder ohne Radverkehrsanlagen in den Knotenpunktarmen (Kategorie I);
- Kreisumlaufende Radwege (Geh- und/oder Radwege) mit markierter Radfahrerüberfahrt mit Vorrang (Kategorie II);
- Kreisumlaufende Radwege (Geh- und/oder Radwege) mit vorfahrtrechtlicher Unterordnung der Radfahrer an den Querungsstellen (Kategorie III);
- Mischverkehr + übergeordneten Radfahrerüberfahrt in einem Kreisverkehrsarm (Kategorie IV)



In Abbildung 48 ist der Anzahl der untersuchten Kreisverkehrsanlagen nach diesen Kategorien dargestellt.

Abbildung 48: Kreisverkehre nach Form der Radverkehrsführung

Die ausgewählten Kreisverkehrsanlagen sind mittel belastete Kreisverkehre. Die Verkehrsbelastungen der untersuchten Kreisverkehrsanlagen liegen von 4010 bis etwa 19200 Kfz/24h, wobei die meisten Anlagen zu dem Umfang von 14000 bis 16000 Kfz/24h gehören. Verkehrsbelastungen sind in Abbildung 49 dargestellt.

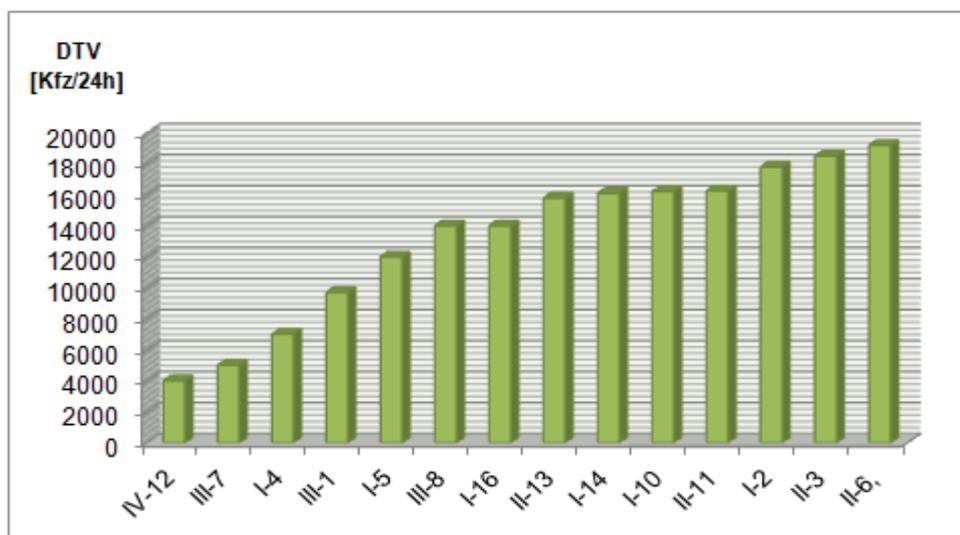


Abbildung 49: Kraftfahrzeug Verkehrsbelastungen

3.3.2. Unfallstruktur

3.3.2.1 Unfälle mit Personenschäden

An allen untersuchten Kreisverkehrsanlagen werden insgesamt 96 Unfälle gezählt.

Unfallsschwere

In der österreichischen Verkehrsstatistik gelten die folgenden Definitionen der Verletzungsschwere:

- *Leicht verletzt*: Als leichte Verletzung gilt jede Unfallverletzung, durch die eine Gesundheitsschädigung hervorgerufen wird, welche nicht länger als 24 Tagen dauert.
- *Nicht erkennbaren Grades verletzt*: Im Fall, dass der an der Unfallstelle das Unfallzählblatt ausfüllende Organ oder Arzt den Grad der Verletzung nicht als gewiss erweisen kann.
- *Schwer verletzt*: Eine länger als 24 Tage dauernde Gesundheitsschädigung oder eine "an sich schwere" Gesundheitsschädigung (*wenn die Verletzung ein wichtiges Organ betrifft, wenn sie schwere gesundheitliche Nachteile bringt, wenn der Heilungsverlauf ungewiss ist oder wenn sie weitere Folgen befürchten lässt*¹⁰⁹)

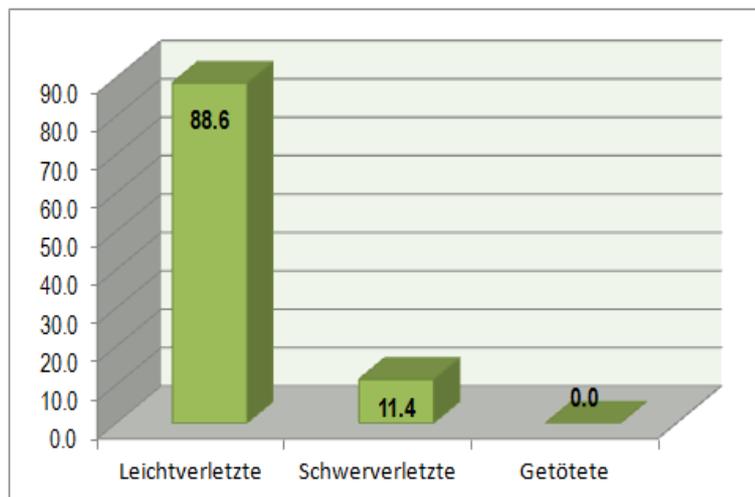


Abbildung 50: Unfälle nach Verunglückten

-Getötete: Als tödlich verunglückt gelten jene Personen, die sofort oder innerhalb von 30 Tagen infolge eines Verkehrsunfalls sterben.⁵³

Wie auf Abbildung 50 dargestellt ist, wurden 88,6% von allen Verunglückten leicht und 11,4% schwer verletzt.

¹⁰⁹ KfV, Glossar, online

Unfalltype

Die Unfalltypen beschreiben den konfliktkausalen Bewegungsablauf. Jeder Konflikttyp gruppiert das charakteristische Fahr- und Gehmanöver und die konfliktbestimmende anlage- und verkehrsbedingten Ursachen. Die Unfalltypen sind in zehn übergeordneten Unfalltypenobergruppen mit 94 detaillierten sowie 9 sonstigen Unfalltypen eingeteilt. Laut RVS 02.02.21 (1. Oktober 2014) sind diese die folgenden:

- **Unfalltypenobergruppe 0** – Unfälle mit nur einem Beteiligten (Abkommen, Auffahren auf Hindernisse u. a.);
- **Unfalltypenobergruppe 1** – Unfälle mit Richtungsverkehr (Streifen, Auffahren u. a.);
- **Unfalltypenobergruppe 2** – Unfälle im Begegnungsverkehr (Frontalkollisionen);
- **Unfalltypenobergruppe 3** – Unfälle beim Abbiegen und Umkehren – richtungsgleich (Rechtsabbieger, Linksabbieger);
- **Unfalltypenobergruppe 4** – Unfälle beim Abbiegen und Umkehren – entgegengesetzte Richtung (Linksabbiegekollisionen u.a.);
- **Unfalltypenobergruppe 5** – Rechtwinklige Kollisionen auf Kreuzungen beim Queren (geradeausfahrende Fahrzeuge);
- **Unfalltypenobergruppe 6** – Rechtwinklige Kollisionen auf Kreuzungen beim Einbiegen;
- **Unfalltypenobergruppe 7** – Unfälle mit haltenden oder parkenden Fahrzeugen;
- **Unfalltypenobergruppe 8** – Fußgängerunfälle (von rechts und links, auf Kreuzungen und in Straßenzügen);
- **Unfalltypenobergruppe 9** – Kollision mit querenden Radfahrern, Tierunfälle, Eisenbahnunfälle, Unfälle auf Parkplatz-, Tankstellen-, Haus- oder Grundstücks- Ein oder Ausfahrten.

Insgesamt wurden an allen Kreisverkehre 96 Unfälle mit Personenschaden gezählt.

Abbildung 51 zeigt die Verteilung der Unfälle nach Unfalltypen.

Die Differenzierung nach Unfalltype zeigt die folgenden Besonderheiten:

- Bei Unfalltypobergruppe 0 (Unfälle nur mit einem Beteiligten) dominiert der Unfalltyp 051 Sturz vom Fahrzeug (7,3% aller Unfälle). Die Hauptgründe für solchen Unfälle sind überhöhte Fahrgeschwindigkeit oder Bremsvorgänge.

- Bei Unfalltypobergruppe 1 (Unfälle mit Richtungsverkehr, Unfälle zwischen Verkehrsteilnehmer, die sich in gleicher Richtung bewegen ohne abzubiegen) wurden die meisten Unfälle (10,4 % aller Unfälle) dem Unfalltyp 131 (Auffahren auf stehendes Fahrzeug) und dem Unfalltyp 141 (Auffahren auf verkehrsbedingt stehendes Fahrzeug – wieder 10,4% aller Unfälle mit Personenschaden) zugeordnet. Mit 7% aller Unfälle ist der 161 (Auffahren im Kreuzungsbereich auf stehendes Fahrzeug) zugeordnet. Die hauptsächliche Unfallursache dieser Unfälle ist das Annähen des Kreuzungsbereiches mit überhöhten Fahrgeschwindigkeiten bei hohen Verkehrsstärken.
- Innerhalb der Unfalltypobergruppe 5 (rechtwinklige Kollisionen auf Kreuzungen bei Queren) überwiegt mit 8,3 % aller Unfälle der Unfalltyp 511 – Kollision auf der Kreuzung. Die ausführliche Analyse dieses Unfalltyps zeigt, dass diese Unfälle nach den Einfahrten, auf der Kreisfahrbahn oder in den Ausfahrten vor den Querungsstellen geschehen – dort, wo sich die Verkehrsströme schneiden ohne abzubiegen. Die Ursache dieser Unfälle ist Auffahren auf Wartepflichtige und nichtangepasste Fahrgeschwindigkeit.
- Bei Unfalltypobergruppe 9 (Sonstige Unfälle mit zwei oder mehr Beteiligten) dominiert mit 8% aller Unfälle der Unfalltyp 951 (Kollision mit querenden Radfahrern). Hierbei handelt es sich um Unfälle zwischen Fahrzeugen und Radfahrern an Querungsstellen. Mit 5% aller Unfälle ist die Unfalluntergruppe 991 (Sonstige Unfälle mit querenden Radfahrern) zugeordnet.

In Abbildung 56 ist die genaue Verteilung dieser Unfälle dargestellt.

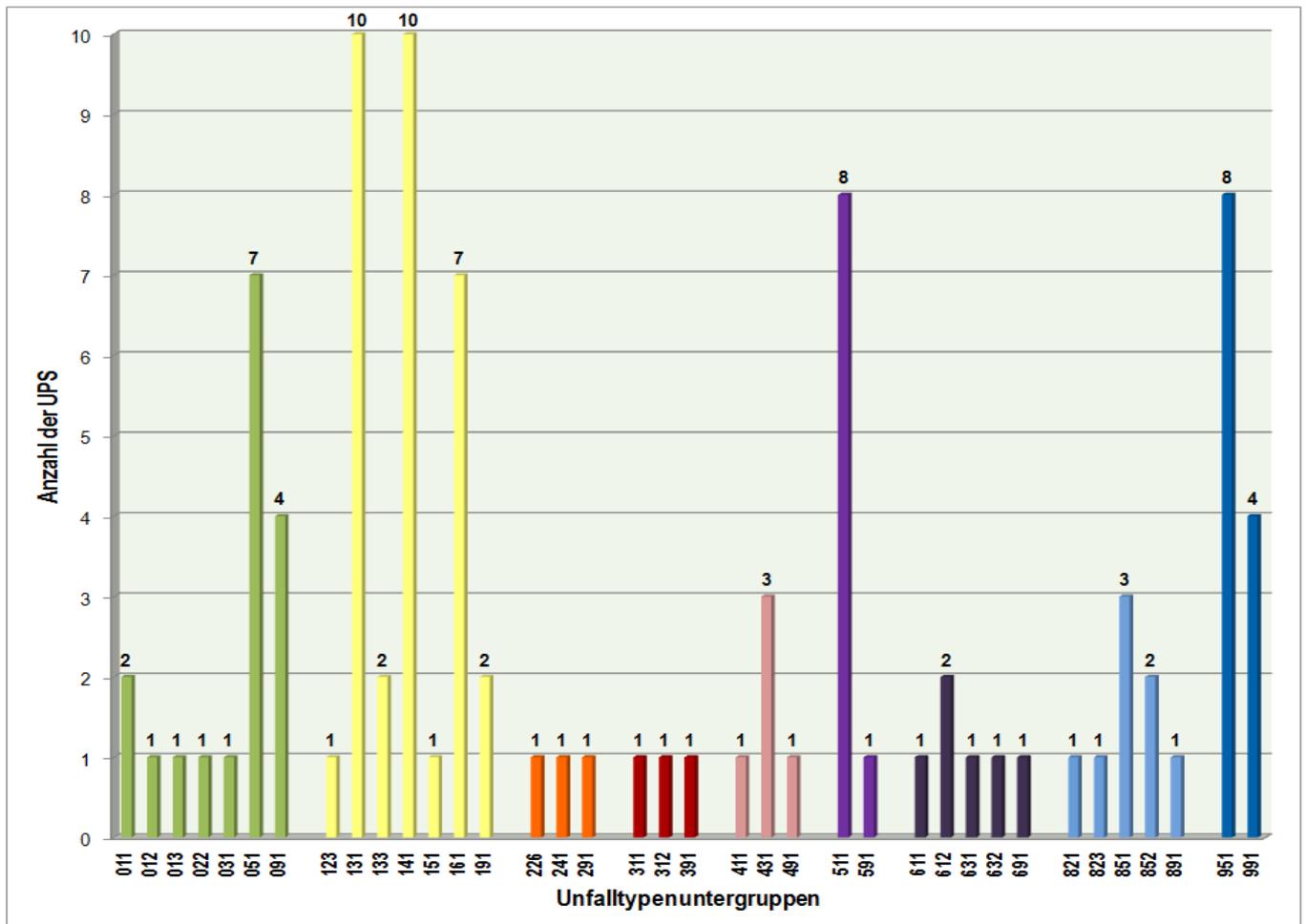


Abbildung 51: Unfälle mit Personenschaden nach Unfalltypenkatalog

Unfallbeteiligte

Insgesamt waren 179 Personen an den Unfällen beteiligt. In dieser Anzahl sind die Mitfahrer nicht berücksichtigt – nur die beteiligten Fahrzeuglenker, Fußgänger oder Radfahrende. Mit 16,2% aller Unfallbeteiligten sind die Radfahrer die zweitgrößte Gruppe. Die ausführliche Unfallbeteiligung ist in Abbildung 52 dargestellt.

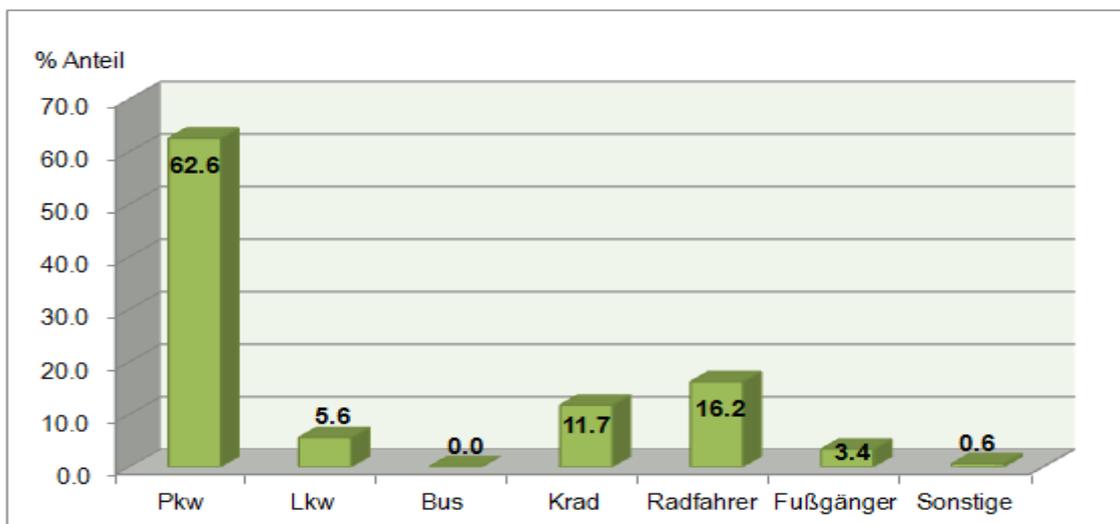


Abbildung 52: Unfallbeteiligung

Straßenzustand

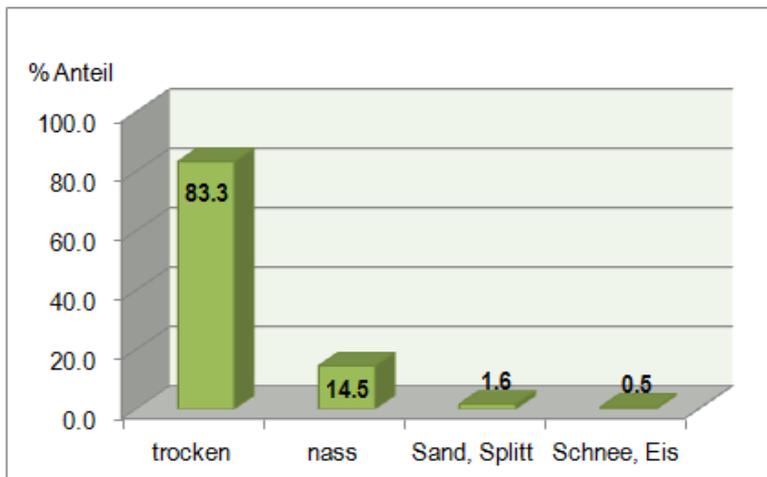


Abbildung 53: Unfälle nach Straßenzustand

83,3% aller Unfälle ereignen sich bei trockener Fahrbahn und 14,5% bei nasser Fahrbahn. Die Unfälle bei Sand, Splitt und Eis und Schnee ereignen sich in unter 2% aller Unfälle.

Lichtverhältnisse

Etwa 1,6% der Unfälle ereignet sich bei Dämmerung, 6% bei Dunkelheit, 14,7 bei künstlichen Beleuchtung und fast 78% bei Tageslicht.

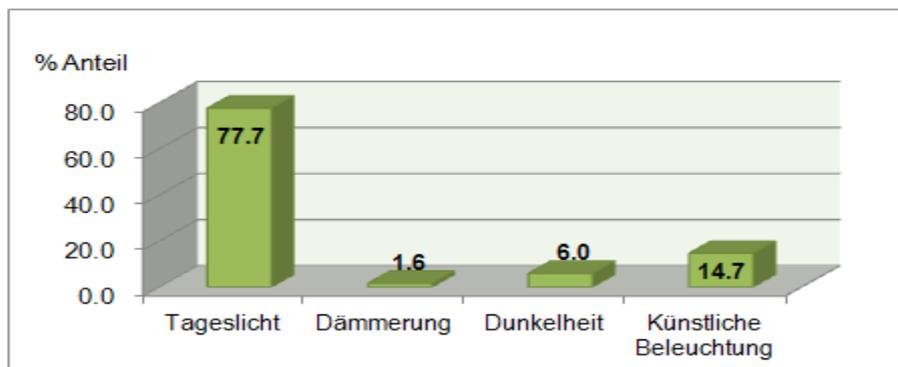


Abbildung 54: Unfälle nach Lichtverhältnissen

3.3.2.2 Unfälle mit Radfahrereteiligung

Insgesamt wurden an den 16 Kreisverkehren im Untersuchungszeitraum 29 Unfälle (30,2% aller Unfälle mit Personenschaden) mit Radfahrereteiligung polizeilich registriert.

Unfalltypen

Abbildung 55 zeigt die Verteilung der Unfälle auf die Unfalltypen. Dabei wird deutlich, dass der Unfalltyp 9 mit insgesamt 21,2 aller Unfälle mit Radfahrereteiligung und die Unfalltypen 0 mit 15,4 und Unfalltyp 5 mit 7,7% die häufigsten Unfalltypen sind.

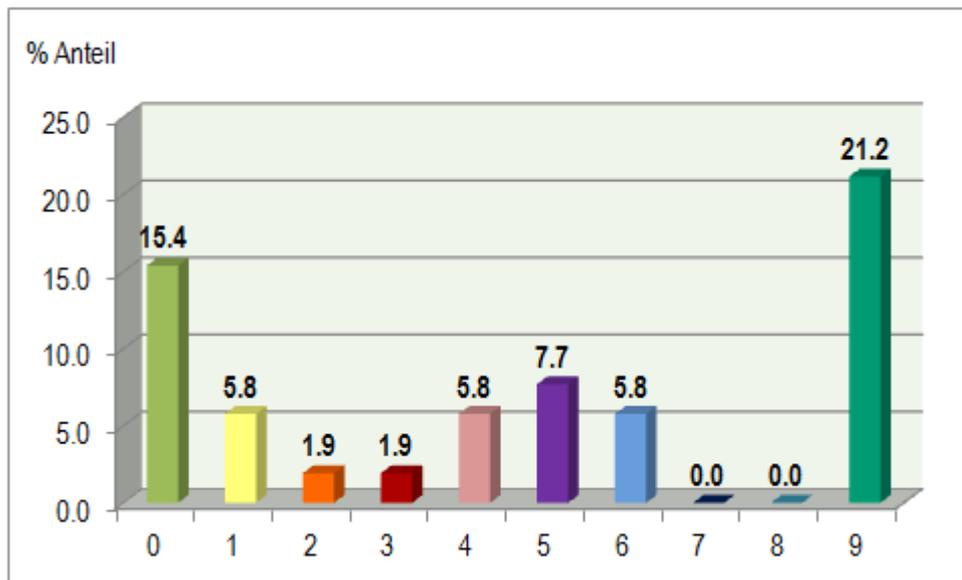


Abbildung 55: Unfälle mit Radfahrerebeteiligung nach Unfalltypengruppen

In Abbildung 56 sind die Unfalltypenuntergruppen dargestellt.

- Innerhalb der Unfalltyp 9 (Sonstige Unfälle mit zwei oder mehreren Beteiligten) ist der häufigste Unfalltyp wieder 951 (Kollision mit querenden Radfahrern) mit etwa 24% aller Unfälle mit Radfahrerebeteiligung. Bei ausführlicher Untersuchung der GPS Koordinaten wird behauptet, dass sich 18% aller Unfälle im Bereich der Querungsstellen ereignen. Der restliche Anteil von 6% beschreibt Unfälle mit Radfahrerebeteiligung, die vor oder nach der Kreisverkehrsarmen die Fahrbahn queren. Die Situierung der Unfälle, die zu den Unfalltyp 991 gehören zeigt, dass sich diese Unfälle im Bereich der Querungsstellen ereignen.
- Bezogen auf der Unfalltyp 0 dominiert mit 15% der Unfalltyp 051 Sturz von Fahrzeug. Die ausführliche Analyse dieses Unfalltyps zeigt, dass diese Unfälle auf der Kreisfahrbahn oder auf Radwegen, Mehrzweck- oder Fahrradstreifen passiert sind, die zu den untersuchten Kreisverkehrsanlagen führen.
- Innerhalb der rechtwinkligen Kollisionen auf Kreuzungen beim Queren ereignet sich nur der Unfalltyp 511 mit 9 % der Unfälle mit Radfahrerebeteiligung– die Radfahrer wurden auf der Kreisfahrbahn nach der Einfahrten oder vor Ausfahrten von den in Kreis fahrenden Kraftfahrzeugen geschnitten.

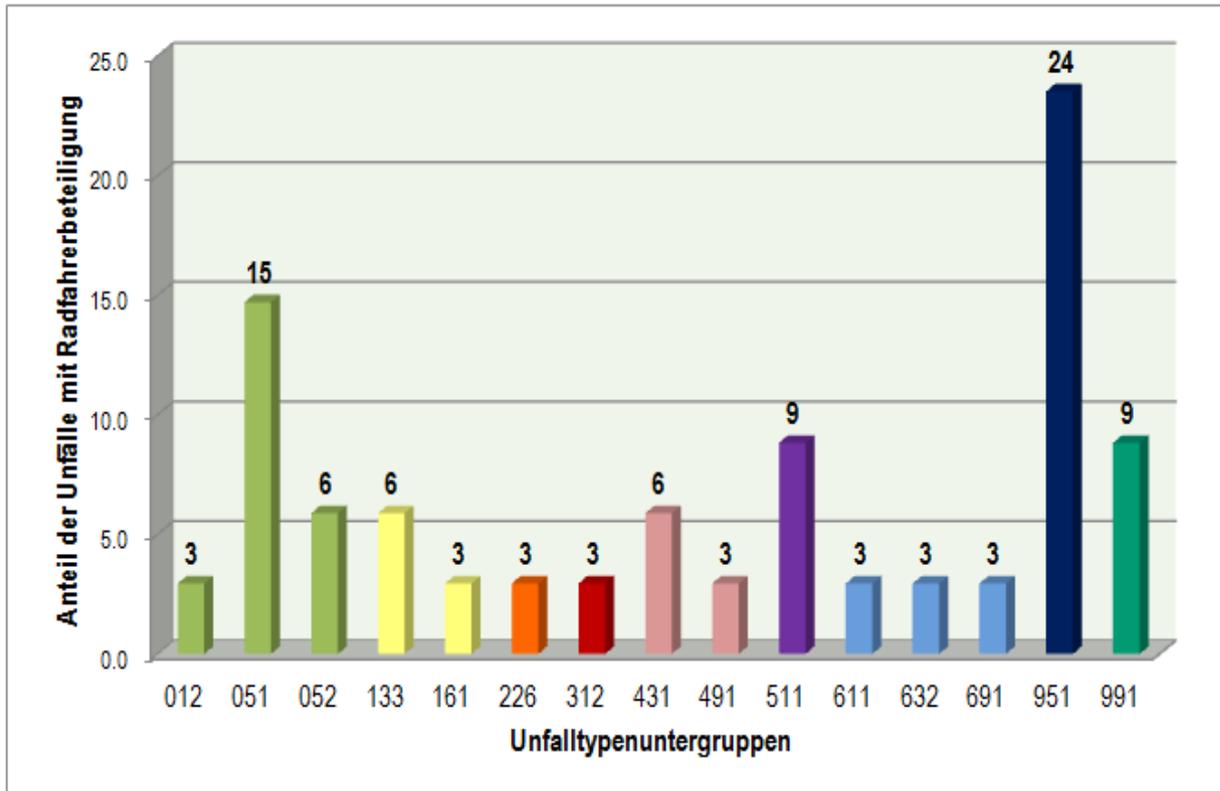


Abbildung 56: Unfälle mit Radfahrerebeteiligung nach Unfalltypenkatalog

Straßenzustand

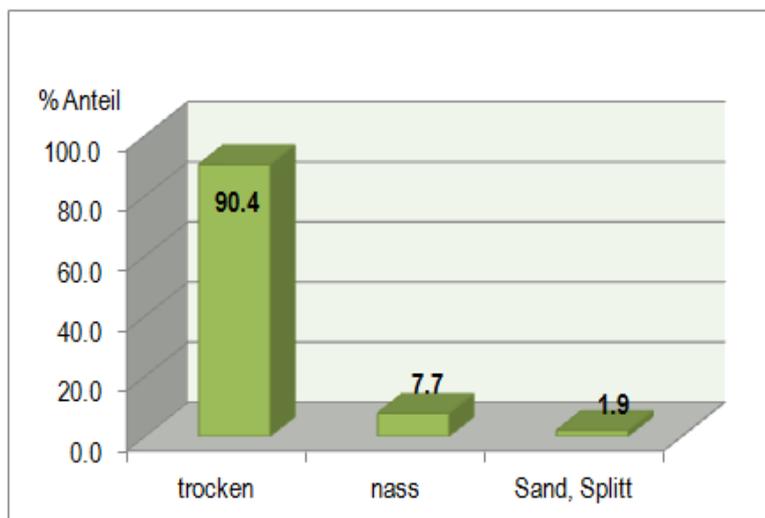


Abbildung 57: Unfälle mit Radfahrerbeteiligung nach Straßenzustand

Mehr als 90% der Unfälle ereignen sich bei trockenem Straßenbelag, 7,7% bei nasser Fahrbahn und nur 1,9% bei Sand bzw. Splitt. Bei der Untersuchung der letzten Gruppe der Unfälle (Sand und Splitt) wurde festgestellt, dass diese Unfälle auf dem begrünten Fahrbahnteiler situiert sind.

Lichtverhältnisse

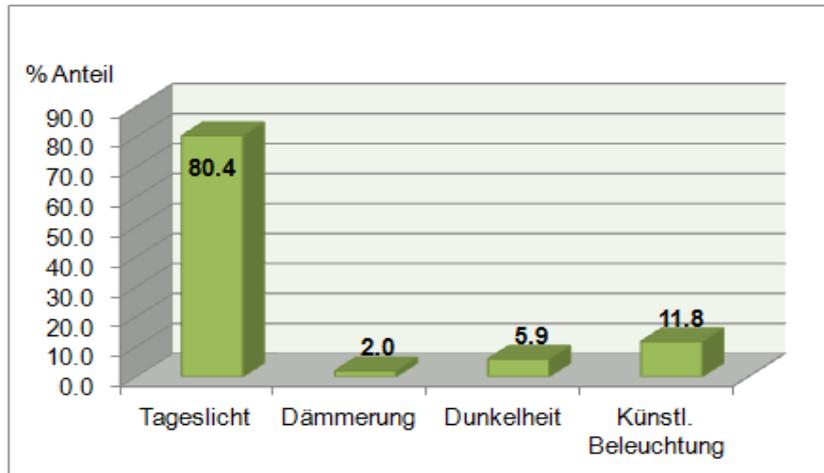


Abbildung 58: Unfälle mit Radfahrereteiligung nach Lichtverhältnissen

Etwa 2% der Unfälle ereignen sich bei Dämmerung, 5,9% bei Dunkelheit, 11,8% bei künstlichen Beleuchtung und mehr als 80% bei Tageslicht.

3.3.3 Bewertung der Verkehrssicherheit

3.3.3.1 Unfallkenngrößen

Die Beurteilung der Verkehrssicherheit erfolgt auf der Grundlage der folgenden Parameter der örtlichen Unfallforschung (RVS 02.02.21, Ausgabe 1. Oktober 2014):

Unfälle mit Personenschaden je Jahr, Unfallhäufigkeit, Unfalldichte

Die Unfallhäufigkeit (UPS/J) ist die auf ein Jahr bezogene Anzahl der Unfälle mit Personenschäden auf Kreuzungen oder Abschnitten (Unfalldichte)

$$UD = \frac{UPS}{J} [Unf./J]$$

mit:

UPS – Anzahl der Unfälle mit Personenschaden innerhalb des J Jahre umfassenden Untersuchungszeitraums [-]

J – Länge des Untersuchungszeitraumes in Jahren

Unfallrate von Kreuzungen, Unfallrelativzahl

Die Unfallrate (Ur) ergibt sich aus der Zahl der Unfälle je Jahr, bezogen auf 1 Million Kraftfahrzeuge.



$$Ur = \frac{UPS/J * 10^6}{365 * JDTV} [Unf./10^6 Kfz]$$

mit:

USP/J - Personenschadenunfälle je Jahr [-]

JDTV - Jährliche durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke [Kfz/24h]

Unfallrate Radverkehr (nach Bonzio 2012)¹¹⁰

Der Einfluss der Radverkehrsbelastungen an einer Kreisverkehrsanlage auf das Unfallgeschehen mit Radfahrereteiligung wird mit Hilfe der folgenden Formel überprüft:

$$Ur_{RAD} = \frac{UPS_{RAD}/J * 10^5}{JDTV_{RAD} * 365} [Unf./10^5 Rad]$$

mit:

USP_{RAD}/J - Personenschadenunfälle mit Radfahrereteiligung je Jahr [-]

JDTV_{RAD} - Jährliche durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke Radverkehr [Rad/24h]

Die Unfallrate Radverkehr wird auf 10⁵ Radfahrer bezogen. (auf dieser Weise sind die Werte in vergleichbarer Größenordnung mit diesen der klassischen Unfallrate)

Unfallrate kombiniert Multiplikation (nach Bonzio 2012)¹¹¹

Zusätzlich wird die Unfallrate der kombinierten Verkehrsbelastungen berücksichtigt. Diese errechnen sich durch eine Multiplikation der Verkehrsbelastungen. Um die Werte in vergleichbarer Größenordnung zu halten, wird die Unfallrate auf 10⁹ Verkehrsteilnehmer bezogen:

$$Ur_{KM} = \frac{UPS/J * 10^9}{JDTV_{Kfz} * JDTV_{RAD} * 365} [Unf./10^9 Kfz x Rad]$$

Unfallrate kombiniert Addition (nach Bonzio 2012)¹¹²

Die kombinierte Unfallrate wird durch eine Addition der Kfz- und Radverkehrsbelastungen nach der folgenden Gleichung berechnet:

$$Ur_{KA} = \frac{UPS/J * 10^6}{(JDTV_{Kfz} + JDTV_{RAD}) * 365} [Unf./10^6 (Kfz + Rad)]$$

^{110, 111, 112} BONZIO (2012), S.45, 46

Unfallkostendichte (nach Bonzio 2012)¹¹³

Die Unfallkostendichte beschreibt die durchschnittlichen jährlichen volkswirtschaftlichen Kosten, die im Untersuchungszeitraum am Knotenpunkt entstehen.

$$UKD = \frac{UK}{J} \text{ [€/J]}$$

mit:

UK – Unfallkosten der UPS innerhalb des J Jahre umfassenden Untersuchungszeitraum [€]

J - Länge des Untersuchungszeitraumes in Jahren

Volkswirtschaftliche Unfallkosten

Die volkswirtschaftlichen Unfallkosten (K) für ein Einzelereignis setzen sich aus der Summe der Unfallkostenwerte für jede verunglückte Person und dem Unfallkostenwert eines Sachschadens (pro Einzelereignis nur ein Sachschaden) zusammen.

Unfallkostenwerte (nach Herry et al.; Werte ohne Berücksichtigung des menschlichen Leides):

1 Verkehrstoter	€	1.401.085,-
1 Schwerverletzter	€	80.166,-
1 Verletzter nicht erkennbaren Grades	€	80.166,-
1 Leichtverletzter	€	3.716,-
1 Sachschaden	€	5.245,-

Unfallkostenrate

Die Unfallkostenraten (K_r) sind die auf die Verkehrsstärke bezogenen Unfallkosten (Kosten je 1 Million Kfz-km und Jahr)

$$K_r = \frac{K/J * 10^6}{365 * JDTV} \text{ [€ je } 10^6 \text{ Kfz und Jahr]}$$

mit:

K - Unfallkosten aller Verkehrsunfälle der Unfallstelle [€]

Da es für die untersuchten Kreisverkehrsanlagen keine Dateien für die Kosten der Einzelereignisse gibt, werden die Unfallkostenraten mit den volkswirtschaftlichen Unfallkostenwerten nach Herry berechnet.

¹¹³ BONZIO (2012), S.47

Unfallkostenrate Radverkehr (nach Bonzio 2012)¹¹⁴

Mit Hilfe der folgenden Gleichung wird der Einfluss der Radverkehrsstärken auf die Unfallkosten berücksichtigt:

$$Kr_{RAD} = \frac{K/J * 10^5}{365 * JDTV_{RAD}} \text{ [€/10}^5 \text{ Rad]}$$

Unfallkostenrate kombiniert Multiplikation (nach Bonzio 2012)¹¹⁵

Die Unfallkostenrate der kombinierten multiplizierten Verkehrsbelastungen werden mit folgenden Gleichung berechnet:

$$Kr_{KM} = \frac{K/J * 10^9}{365 * (JDTV_{Kfz} * JDTV_{RAD})} \text{ [€/10}^9 \text{ x (Kfz x Rad)]}$$

Unfallkostenrate kombiniert Addition (nach Bonzio 2012)¹¹⁶

Die Unfallkostenrate der kombinierten addierten Verkehrsbelastungen werden mit folgenden Gleichung berechnet:

$$Kr_{KM} = \frac{K/J * 10^6}{365 * (JDTV_{Kfz} + JDTV_{RAD})} \text{ [€/10}^6 \text{ x (Kfz + Rad)]}$$

Mittlere Unfallrate und Unfallkostenrate von Kreuzungen

Laut Schnabel, Lohse 2011 sind die mittleren Unfallkosten- und Unfallraten für kleine Kreisverkehrsplätze und signalisierte Kreuzungen die folgenden:

Knotenpunktform	DTV [Kfz/24h]	Unfallrate Ur [Unf./10 ⁶ Kfz]	Unfallkostenrate Kr [€/10 ⁶ Kfz]
Kreisplatz Außendurchmesser < 40m = 40m	10000	0,22	3940
	10400	0,38	8960
Kreuzung mit LSA Außenorts, einbahnig Außenorts, zweibahnig	15300	0,79	31800
	26800	0,48	20710
Kreuzung mit LSA Am Ortsrand, einbahnig Am Ortsrand, zweibahnig	16600	0,55	15570
	28200	0,77	22580

^{114, 115, 116} BONZIO (2012), S.47

3.3.3.2 Berechnungen

Die folgenden Unfallkenngrößen werden für 14 der untersuchten Kreisverkehrsanlagen berechnet. Bei den restlichen 2 Kreisverkehren fehlen Dateien für die Verkehrsstärke.

Unfallrate

Mittlere Unfallrate [Unf./10 ⁶ Kfz]	0,37
Standardabweichung	0,21
Variationskoeffizient	0,56
Konfidenzintervall (Konfidenzniveau 0,95)	$0,31 \leq \mu \leq 0,43$

Die mittlere Unfallrate aller Knotenpunkte liegt bei 0,37 Unf./ 10⁶ x Kfz.

Tabelle 17: Unfallrate U_r – Statistische Kennwerte

Abbildung 59 zeigt die Unfallrate der einzelnen Kreisverkehrsanlagen. Tabelle 17 zeigt die statistischen Kennwerte.

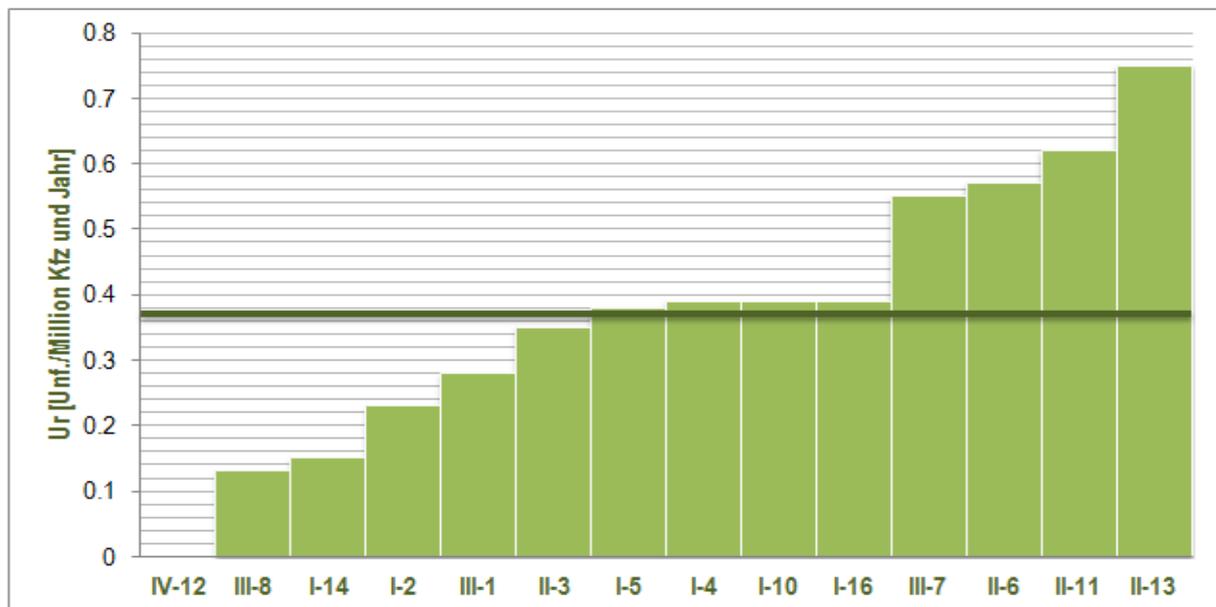


Abbildung 59: Unfallrate der untersuchten Kreisverkehrsanlagen [Unf./10⁶ x Kfz]

Für die Berechnung der folgenden Unfallkenngrößen ist die Verwendung der Radverkehrsbelastungen notwendig. Deswegen werden diese Unfallkenngrößen nur für die 6 beobachteten Kreisverkehrsanlagen (Kapitel 4) berechnet.

- $U_{r_{Rad}}$ bzw. U_r kombinierte Verkehrsbelastungen – $U_{r_{KM}}$ und $U_{r_{KA}}$
- Kr_{Rad} bzw. Kr kombinierte Verkehrsbelastungen – Kr_{KM} und Kr_{KA}

Unfallrate Radverkehr U_{RAD}

Mittlere Unfallrate [Unf./ 10^5 Rad]	0,49
Standardabweichung	0,55
Variationskoeffizient	1,14
Konfidenzintervall (Konfidenzniveau 0,95)	$0,04 \leq \mu \leq 0,93$

Tabelle 18: Unfallrate U_{RAD} – Statistische Kennwerte

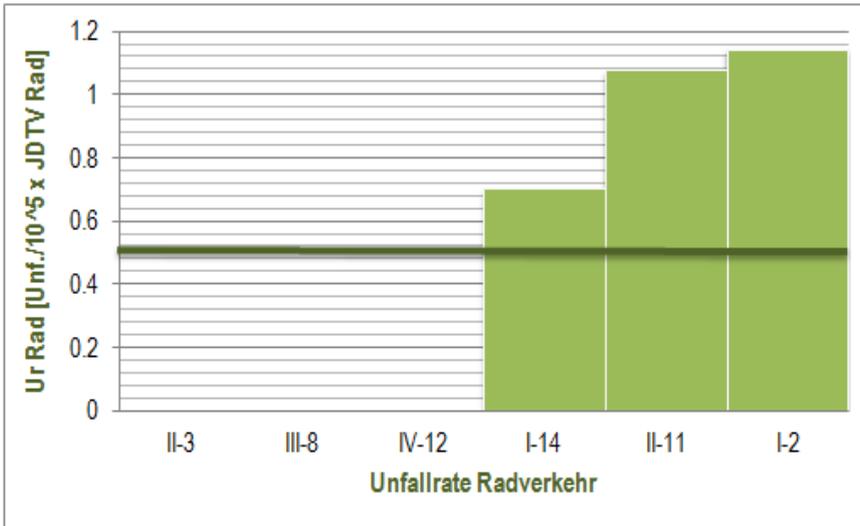


Abbildung 60: Unfallrate RAD der 6 beobachtete Kreisverkehrsanlagen [Unf./ $10^5 \times$ Rad]

Die mittlere Unfallrate aller Knotenpunkte liegt bei 0,49 Unf./ $10^5 \times$ Rad.

Abbildung 60 zeigt grafisch die Unfallrate der einzelnen Kreisverkehre und in Tabelle 18 sind die statistischen Kennwerte dargestellt. Die Struktur der Grafik zeigt, dass die Einzelwerte stark um den Mittelwert streuen (Variationskoeffizient 1,14).

Unfallrate kombiniert Multiplikation $U_{r KM}$

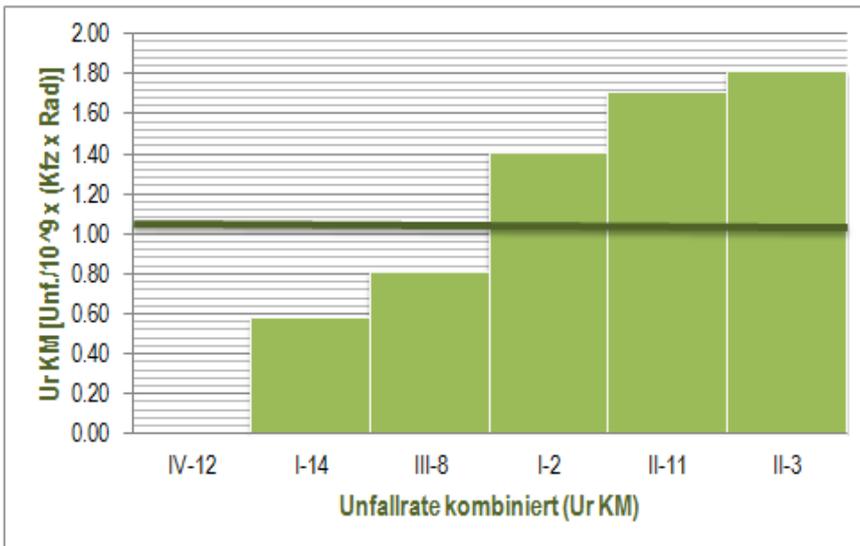


Abbildung 61: Unfallrate kombiniert Multiplikation [Unf./ $10^9 \times$ Kfz x Rad]

Mittlere Unfallrate [Unf./ $10^9 \times$ Kfz x Rad]	1,06
Standardabweichung	0,71
Variationskoeffizient	0,67
Konfidenzintervall (Konfidenzniveau 0,95)	$0,49 \leq \mu \leq 1,63$

Tabelle 19: Unfallrate kombiniert $U_{r KM}$ – Statistische Kennwerte

Die mittlere kombinierte Unfallrate, berechnet durch Multiplikation der Belastungen an den beobachteten Kreisverkehre ist 1,06 [Unf./ $10^9 \times$ Kfz x Rad]. Tabelle 19 zeigt die statistischen Kennwerte.

Unfallrate kombiniert Addition U_{rKA}

Mittlere Unfallrate [Unf./ 10^6 x (Kfz+Rad)]	0,24
Standardabweichung	0,21
Variationskoeffizient	0,87
Konfidenzintervall (Konfidenzniveau 0,95)	$0,07 \leq \mu \leq 0,41$

Tabelle 20: Unfallrate U_{RAD} – Statistische Kennwerte

Die mittlere Unfallrate bei Addition der Kfz- und Radverkehrsbelastungen liegt bei $0,24 \text{ Unf./} 10^6 \text{ x (Kfz + Rad)}$.

Abbildung 62 zeigt die Unfallrate und in Tabelle 20 sind die statistischen Kennwerte dargestellt.

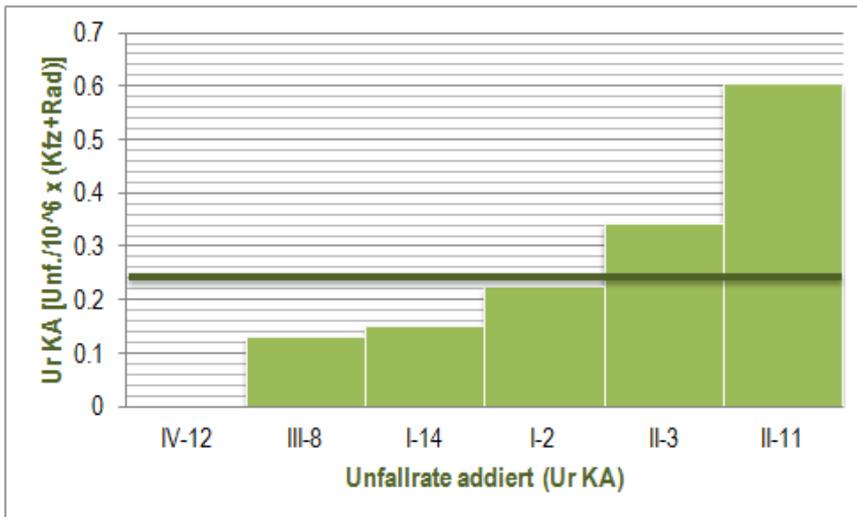


Abbildung 62: Unfallrate kombiniert Addition [Unf./ 10^6 x (Kfz+Rad)]

Bewertung

Die Berechnungen beweisen, dass die Verwendung der folgenden Unfallkenngrößen bei der Beurteilung der Verkehrssicherheit sinnvoll ist:

- Unfallrate U_r
- Unfallrate kombiniert Multiplikation U_{rKM}
- Unfallrate kombiniert Addition U_{rKA}

Die Verwendung von Unfallrate Radverkehr U_{RAD} ist aufgrund der großen Streuung der Einzelwerte nicht sinnvoll.

Unfallkostenrate

Die mittlere Unfallrate aller Knotenpunkte liegt bei 3821 € je 1 Million Kfz und Jahr.

Tabelle 21 stellt die statistischen Kennwerte dar. Abbildung 63 zeigt die Unfallrate der einzelnen Kreisverkehrsanlagen.

Mittlere Unfallkostenrate [€/ 10^6 Kfz]	3821
Standardabweichung	4004
Variationskoeffizient	1,05
Konfidenzintervall (Konfidenzniveau 0,95)	$1723 \leq \mu \leq 5919$

Tabelle 21: Unfallkostenrate K_r – Statistische Kennwerte

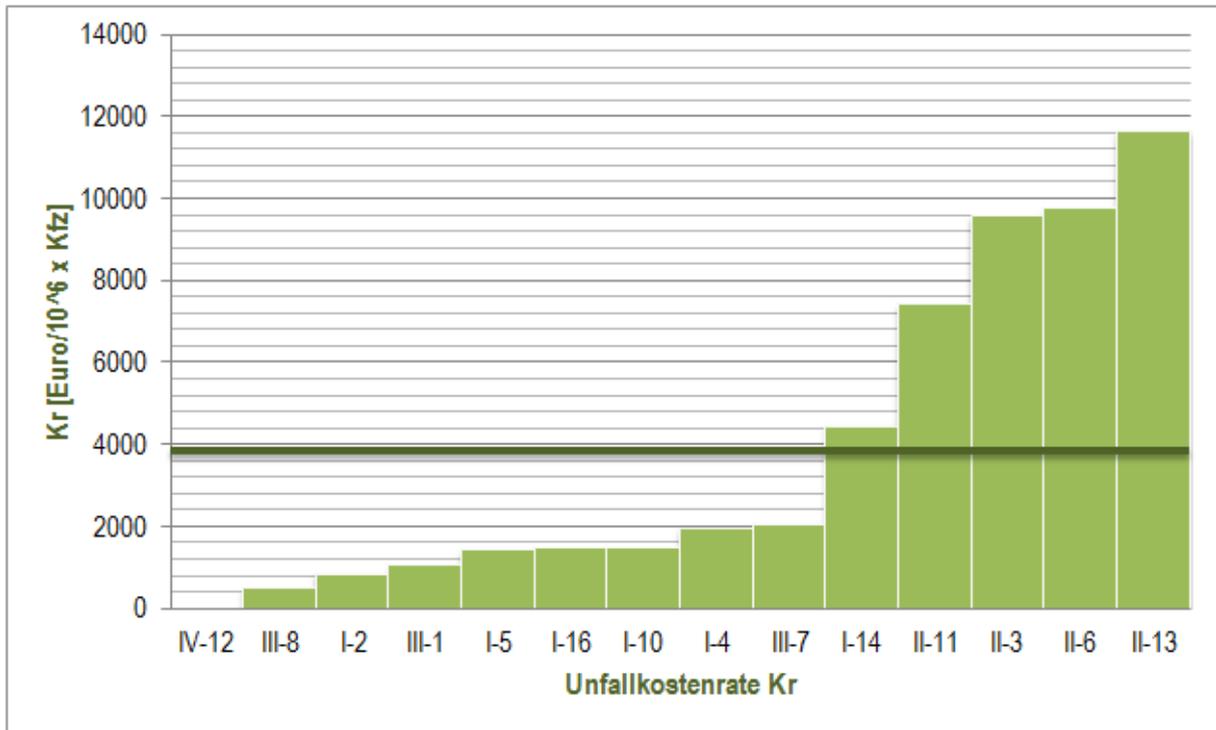


Abbildung 63: Unfallkostenrate der untersuchten Kreisverkehrsanlagen [€/10⁶xKfz]

Unfallkostenrate Radverkehr Kr_{RAD}

Mittlere Unfallrate [€/10 ⁶ Kfz]	9705
Standardabweichung	13583
Variationskoeffizient	1,4
Konfidenzintervall (Konfidenzniveau 0,95)	$1163 \leq \mu \leq 20574$

Tabelle 22: Unfallarte U_{RAD} – Statistische Kennwerte

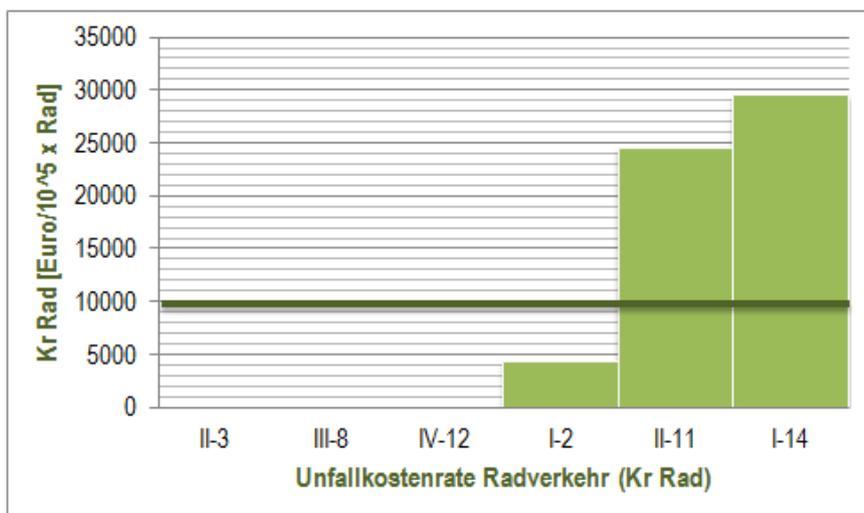


Abbildung 64: Unfallkostenrate RAD der 6 beobachteten Kreisverkehrsanlagen [€/10⁵ x Rad]

Die mittlere Unfallkostenrate liegt bei 9705 €/10⁵ x Rad.

Abbildung 64 zeigt die Unfallkostenrate der einzelnen Kreisverkehrsanlagen und in Tabelle 22 sind die statistischen Kennwerte dargestellt. Die Struktur der Grafik zeigt, dass die Einzelwerte stark um den Mittelwert streuen (Variationskoeffizient 1,4).

Unfallkostenrate kombiniert Multiplikation $K_r KM$

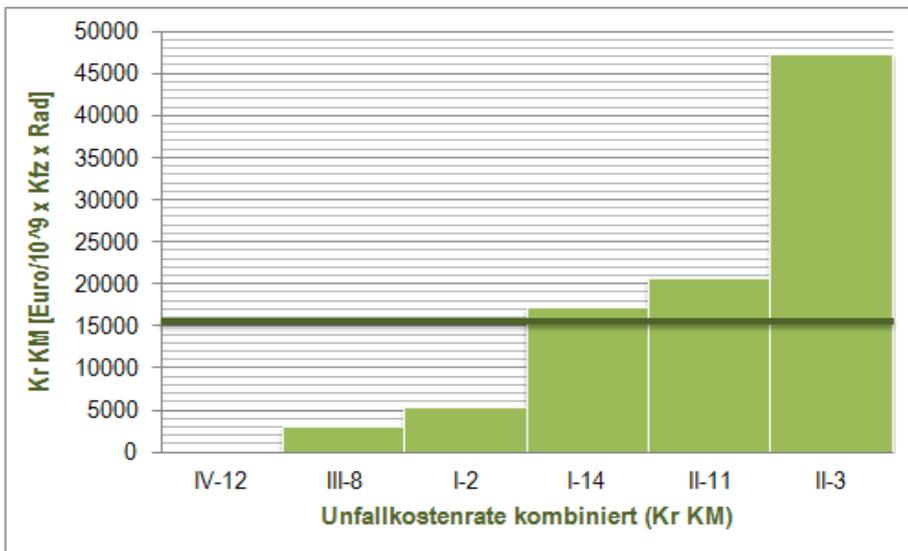


Abbildung 65: Unfallkostenrate kombiniert Multiplikation $K_r KM$

Mittlere Unfallkostenrate [€/10 ⁹ xKfzxRad]	15541
Standardabweichung	17559
Variationskoeffizient	1,13
Konfidenzintervall (Konfidenzniveau 0,95)	1491 ≤ μ ≤ 29592

[€/10⁹xKfzxRad]

Tabelle 23: Unfallkostenrate kombiniert $K_r KM$ – Statistische Kennwerte

Unfallrate kombiniert Addition $U_r KA$

Mittlere Unfallrate [Unf./10 ⁶ x (Kfz+Rad)]	3669
Standardabweichung	3897
Variationskoeffizient	1,06
Konfidenzintervall (Konfidenzniveau 0,95)	550 ≤ μ ≤ 6787

Tabelle 24: Unfallrate $K_r KA$ – Statistische Kennwerte

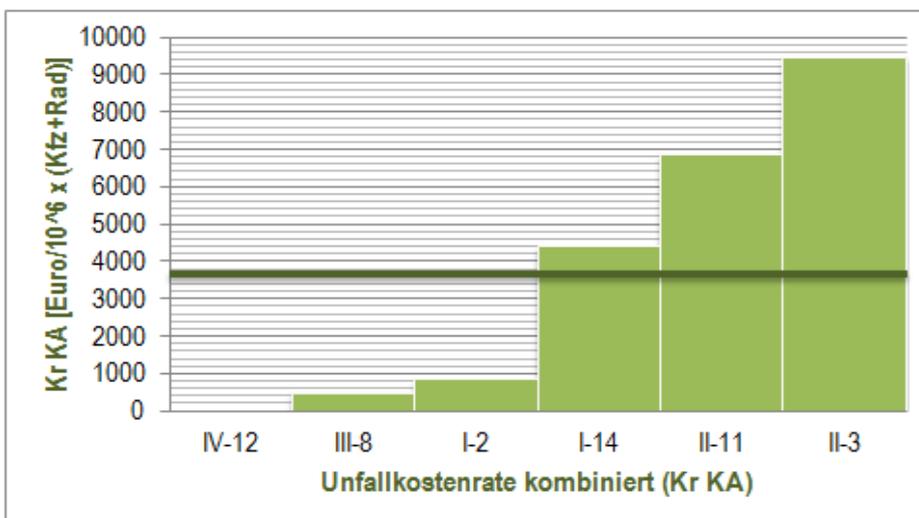


Abbildung 66: Unfallkostenrate kombiniert Addition [€/10⁶x(Kfz+Rad)]

Die mittlere kombinierte Unfallkostenrate, berechnet durch Multiplikation der Belastungen ist 15541 [€/10⁹ x Kfz x Rad]. Abbildung 65 zeigt die Unfallkostenraten und Tabelle 23 zeigt die statistischen Kennwerte. Eine starke Streuung der Mittelwerte ist zu sehen.

Die mittlere Unfallkostenrate bei Addition der Kfz- und Radverkehrsbelastungen liegt bei 3669 €/10⁶ x (Kfz + Rad). Abbildung 62 zeigt die Unfallrate der einzelnen Knotenpunkte und in Tabelle 24 sind die statistischen Kennwerte dargestellt.

Der Variationskoeffizient von 1,04 beweist eine deutige Streuung der Einzelwerte um den Mittelwert.

Bewertung

Die Berechnungen beweisen, dass die Verwendung der folgenden Unfallkenngrößen bei der Beurteilung der Verkehrssicherheit sinnvoll ist:

- Unfallkostenrate Kr
- Unfallkostenrate kombiniert Addition Kr_{KA}

Die Verwendung von Unfallrate Radverkehr Kr_{RAD} und Unfallrate kombiniert Multiplikation Kr_{KM} ist aufgrund der größeren Streuungen der Einzelwerte um die Mittelwerte nicht sinnvoll.

3.3.4 Verkehrsbelastungen und Unfallgeschehen

Kfz-Belastungen

Der Zusammenhang zwischen den Kfz-Belastungen und den Unfallkenngrößen wurde mittels Regressionsrechnungen analysiert.

In Abbildungen 67, 68, 69 und 90 sind die Zusammenhänge zwischen den Kfz-Belastungen und Unfallrate, Unfallkostenrate, Unfalldichte und Unfallkostendichte grafisch dargestellt.

Tabelle 25 zeigt die Bestimmtheitsmaße.

Ein schwacher linearer Zusammenhang zwischen den Kfz-Belastungen und den folgenden Unfallkenngrößen ist nachweisbar:

- Unfallkostendichte UKD
- Unfalldichte UD
- Unfallkostenrate Kr

Unabhängige Variable	Abhängige Variable	Bestimmtheitsmaß
JDTV [Kfz/24h]	Unfallrate Ur	0,06
	Unfallkostenrate Kr	0,35
	Unfalldichte UD	0,41
	Unfallkostendichte UKD	0,43

Tabelle 25: Bestimmtheitsmaße Kfz-Belastungen

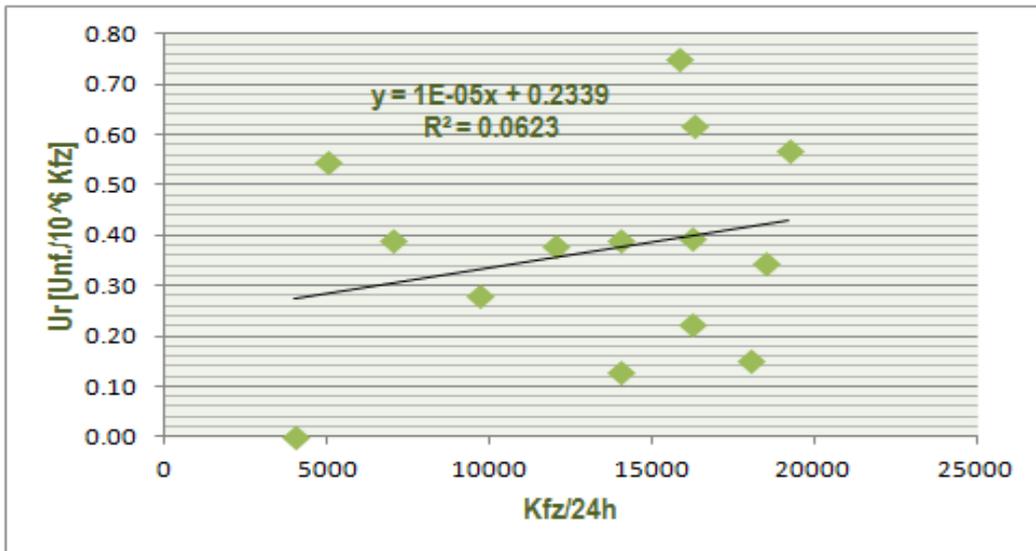


Abbildung 67: Verkehrsbelastungen und Unfallrate

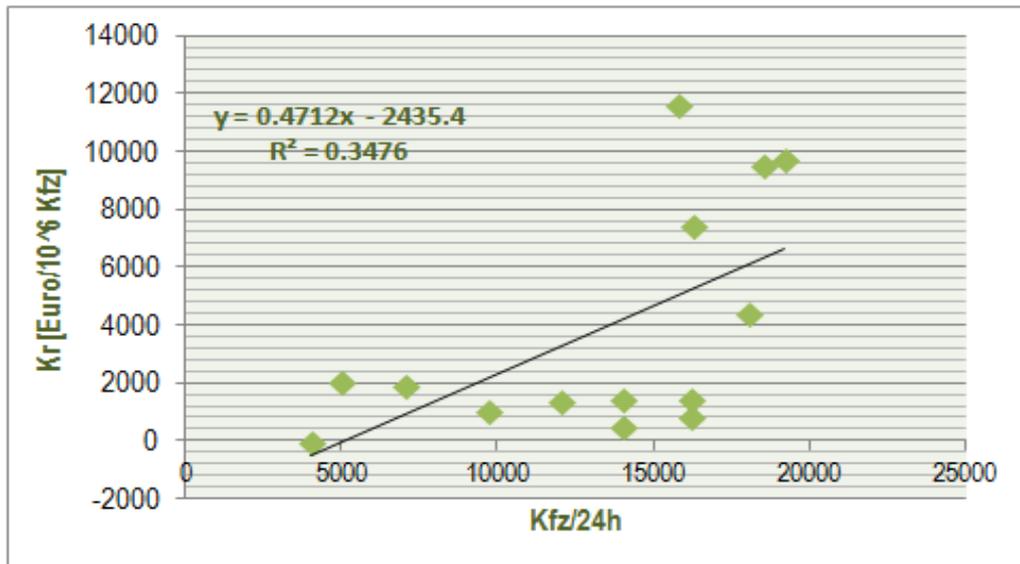


Abbildung 68: Verkehrsbelastungen und Unfallkostenrate

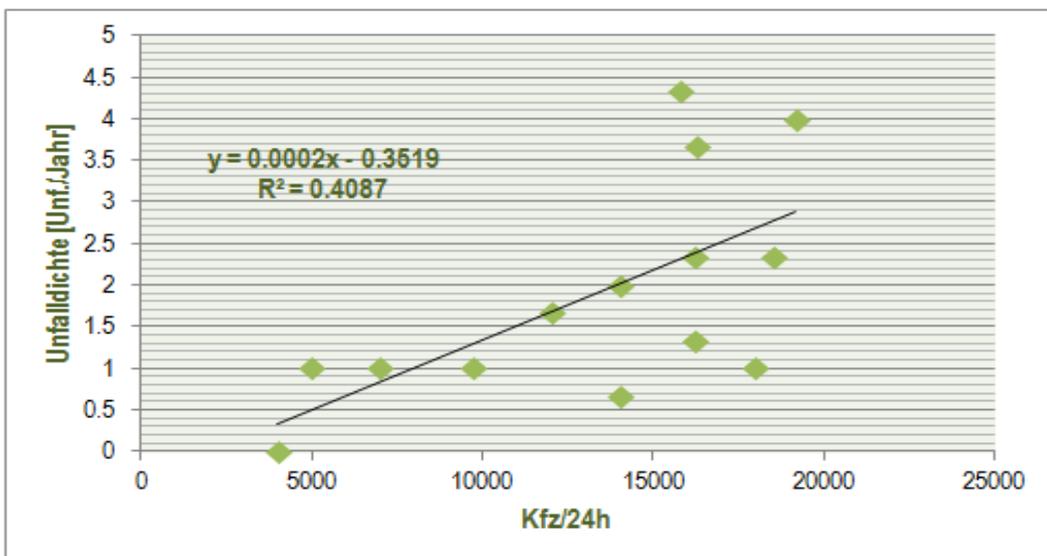


Abbildung 69: Verkehrsbelastungen und Unfalldichte

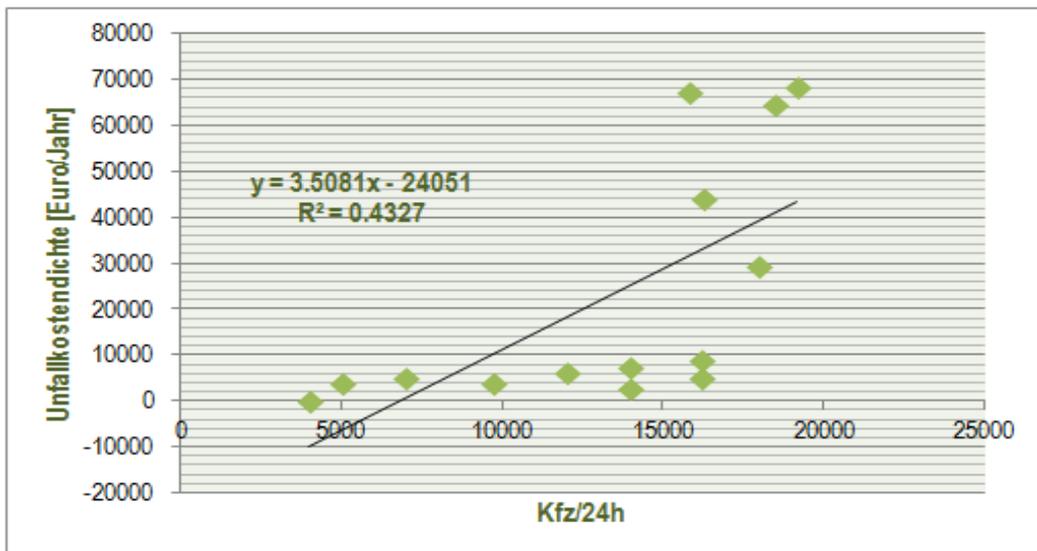


Abbildung 70: Verkehrsbelastungen und Unfallkostendichte

Radverkehrsbelastungen

Tabelle 26 zeigt die errechneten Bestimmtheitsmaße. Keine linearen Zusammenhänge zwischen den Radverkehrsbelastungen und den Unfallkenngrößen sind nachweisbar.

Unabhängige Variable	Abhängige Variable	Bestimmtheitsmaß
JDTV [Rad/24h]	Unfallrate Ur	0,028
	Unfallkostenrate Kr	0,009
	Unfalldichte UD	0,005
	Unfallkostendichte UKD	0,022

Tabelle 26: Bestimmtheitsmaße Kfz-Belastungen

Auf den folgenden Abbildungen sind die Zusammenhänge zwischen den Radverkehrsbelastungen und den Unfallkenngrößen grafisch dargestellt

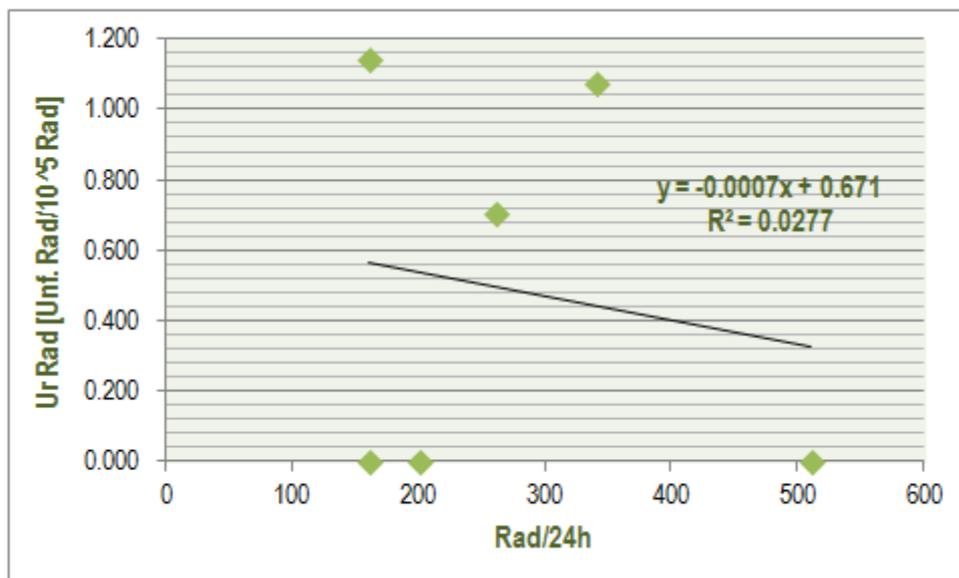


Abbildung 71: Radverkehrsbelastungen und Unfallrate

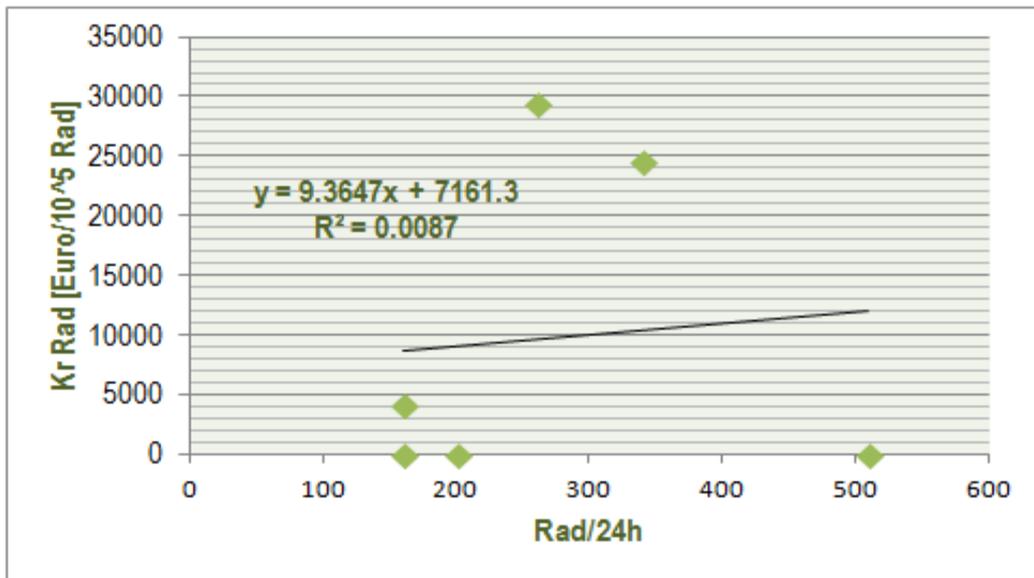


Abbildung 72: Radverkehrsbelastungen und Unfallkostenrate

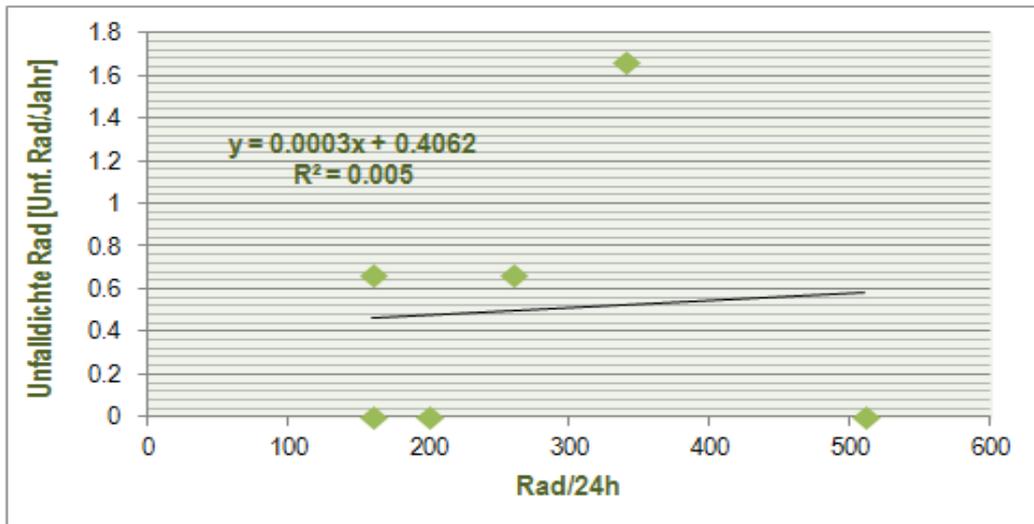


Abbildung 73: Radverkehrsbelastungen und Unfalldichte

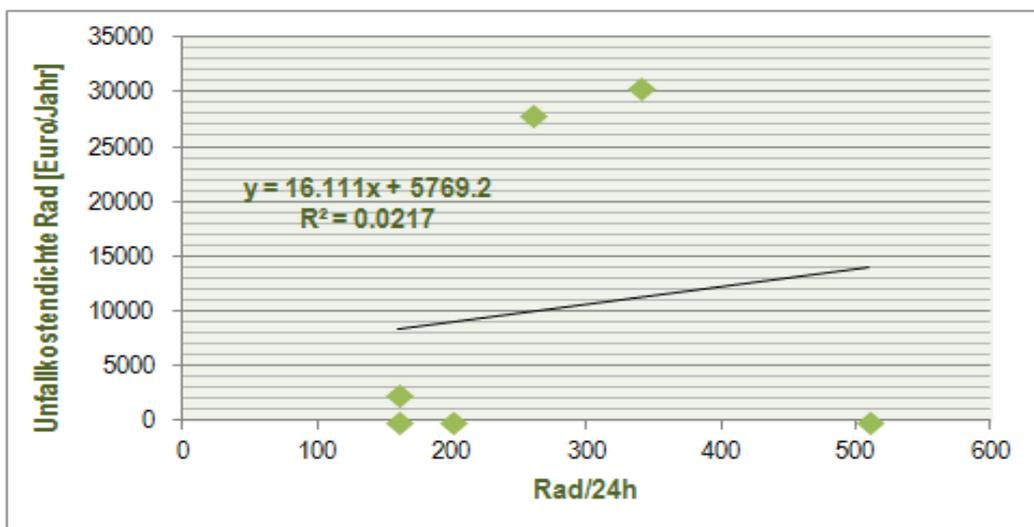


Abbildung 74: Radverkehrsbelastungen und Unfallkostendichte

Kombinierte Verkehrsbelastungen

Da es keine bzw. schwache lineare Korrelation zwischen den Kfz-Belastungen und Unfallrate und Unfallkostenrate (Bestimmtheitsmaße 0,06 und 0,34) gibt, werden die weiteren Untersuchungen nur für Unfalldichte und Unfallkostendichte durchgeführt (Bestimmtheitsmaße 0,41 und 0,43).

Tabelle 26 zeigt die errechneten Bestimmtheitsmaße.

Unabhängige Variable	Abhängige Variable	Bestimmtheitsmaß
JDTV [Kfz x Rad/24h]	Unfalldichte UD (alle Unfälle)	0,62
	Unfallkostendichte UKD (alle Unfälle)	0,51
	Unfalldichte UD (Radverkehrsunfälle)	0,60
	Unfallkostendichte UKD (Radverkehrsunfälle)	0,81
JDTV [Kfz + Rad/24h]	Unfalldichte UD (alle Unfälle)	0,52
	Unfallkostendichte UKD (alle Unfälle)	0,41
	Unfalldichte UD (Radverkehrsunfälle)	0,17
	Unfallkostendichte UKD (Radverkehrsunfälle)	0,16

Tabelle 26: Bestimmtheitsmaße kombinierten Belastungen

Die Berechnungen haben das folgende bewiesen:

- Alle Unfälle: der stärkste lineare Zusammenhang erweist sich zwischen Unfalldichte und den miteinander multiplizierten Kfz- und Radverkehrsbelastungen.
- Unfälle mit Radfahrerbeteiligung: der stärkste linearer Zusammenhang erweist sich zwischen Unfallkostendichte und den mittels Multiplikation kombinierten Kfz- und Radverkehrsbelastungen.

Die folgenden Abbildungen 75, 76, 77 und 78 zeigen der Verlauf der Regressionsgeraden

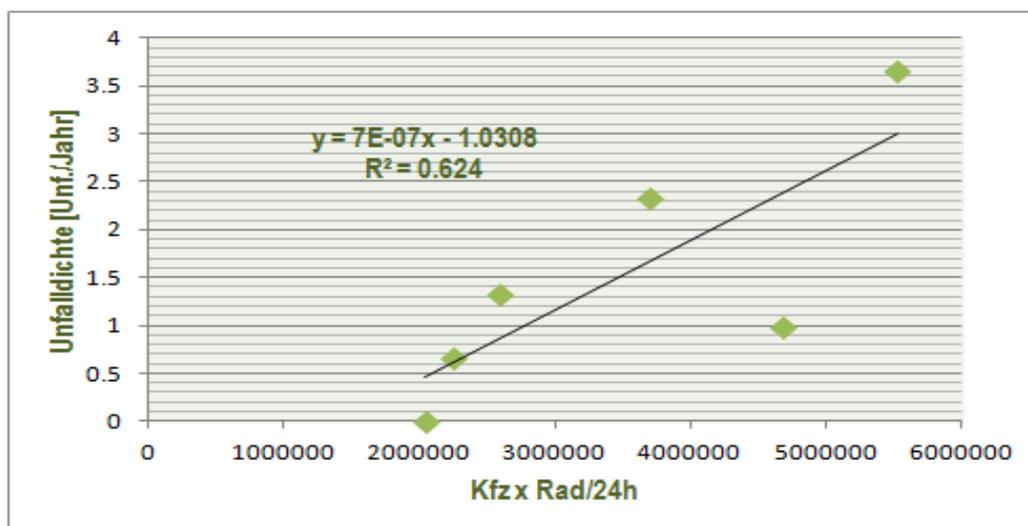


Abbildung 75: Kombinierte Verkehrsbelastungen (Kfz x Rad / 24h) und Unfalldichte

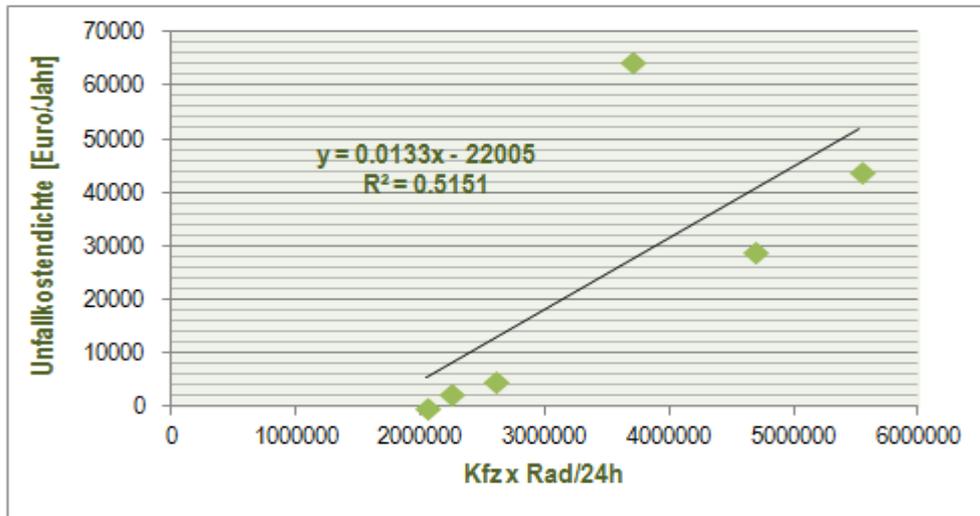


Abbildung 76: Kombiniertene Verkehrsbelastungen (Kfz x Rad / 24h) und Unfallkostendichte

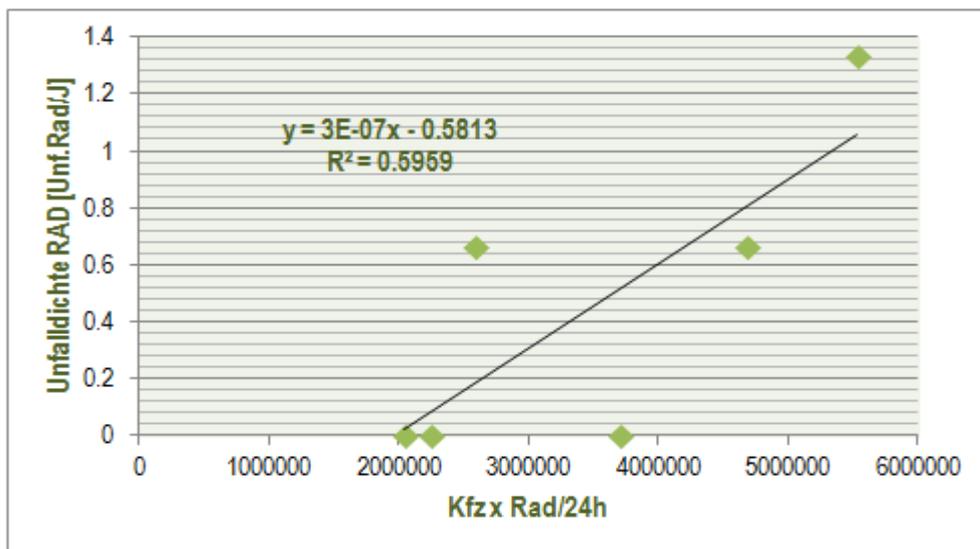


Abbildung 77: Kombiniertene Verkehrsbelastungen (Kfz x Rad / 24h) und Unfallidichte Radverkehrsunfälle

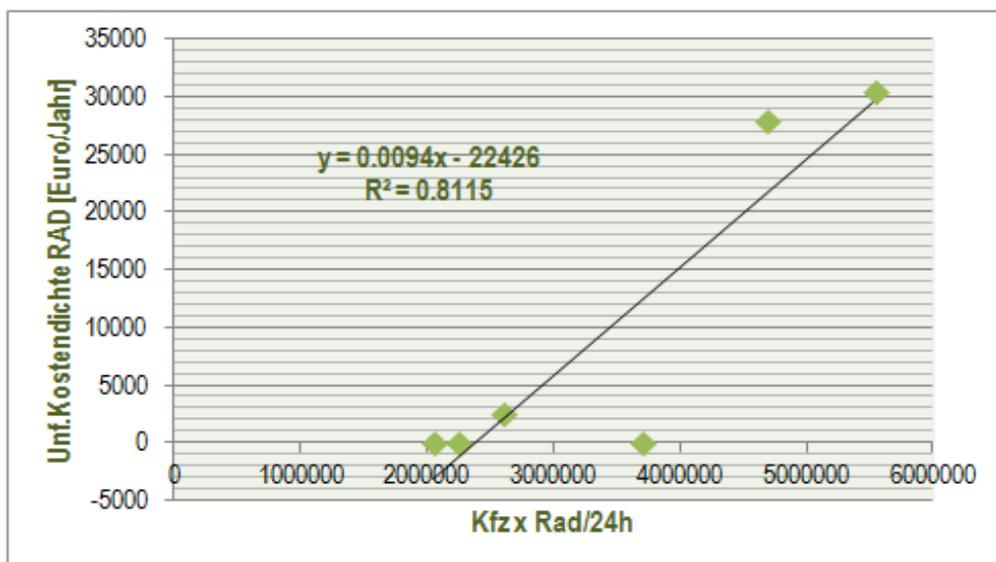


Abbildung 78: Kombiniertene Verkehrsbelastungen (Kfz x Rad / 24h) und Unfallkostendichte Radverkehrsunfälle

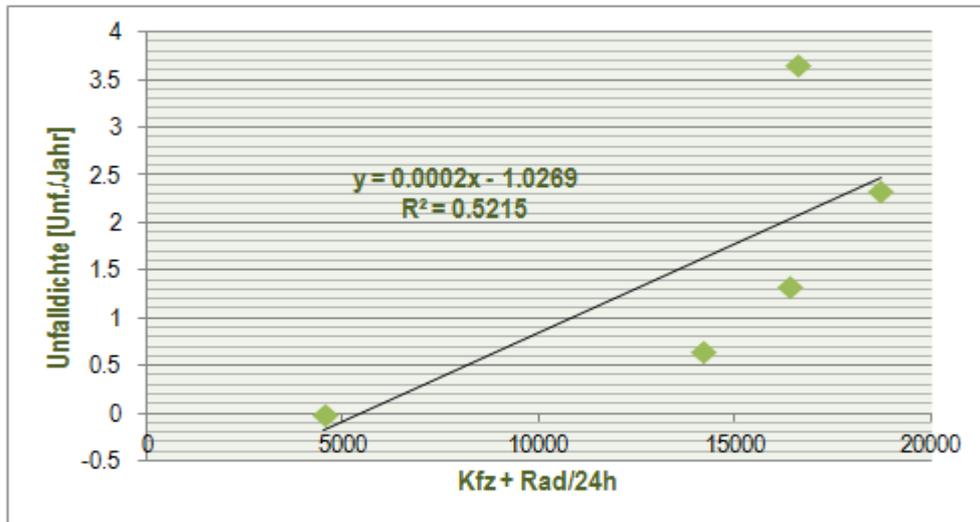


Abbildung 79: Kombinierte Verkehrsbelastungen (Kfz + Rad / 24h) und Unfalldichte

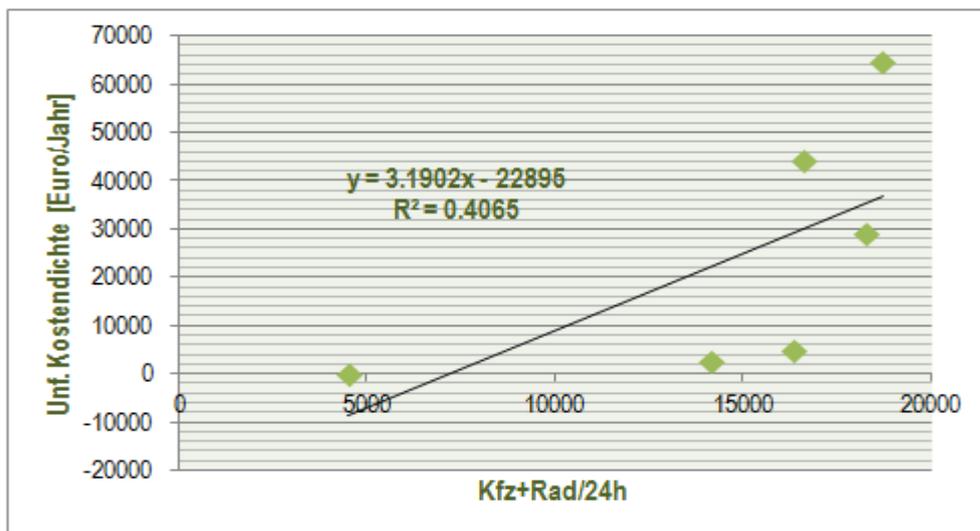


Abbildung 80: Kombinierte Verkehrsbelastungen (Kfz + Rad / 24h) und Unfallkostendichte

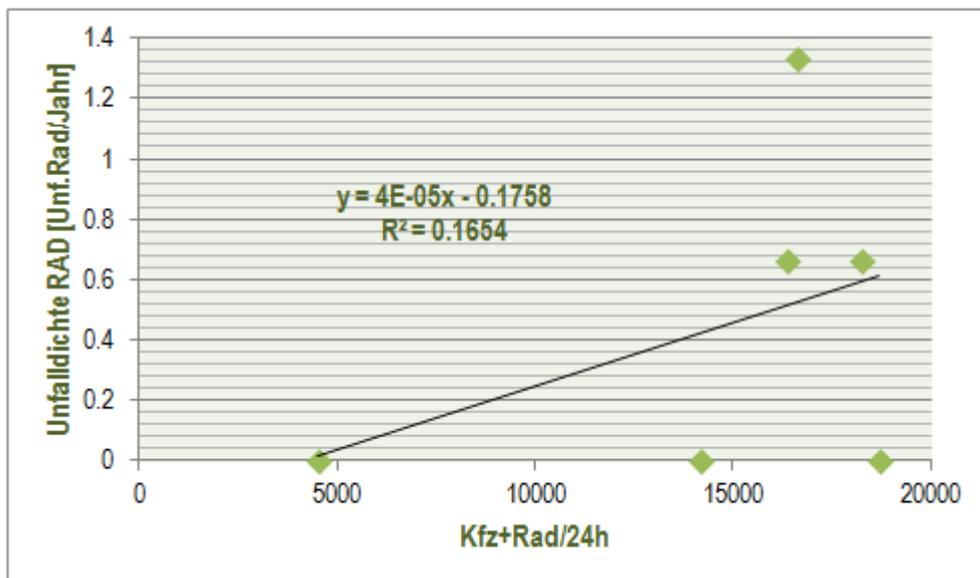


Abbildung 81: Kombinierte Verkehrsbelastungen (Kfz + Rad / 24h) und Unfalldichte Radverkehrsunfälle

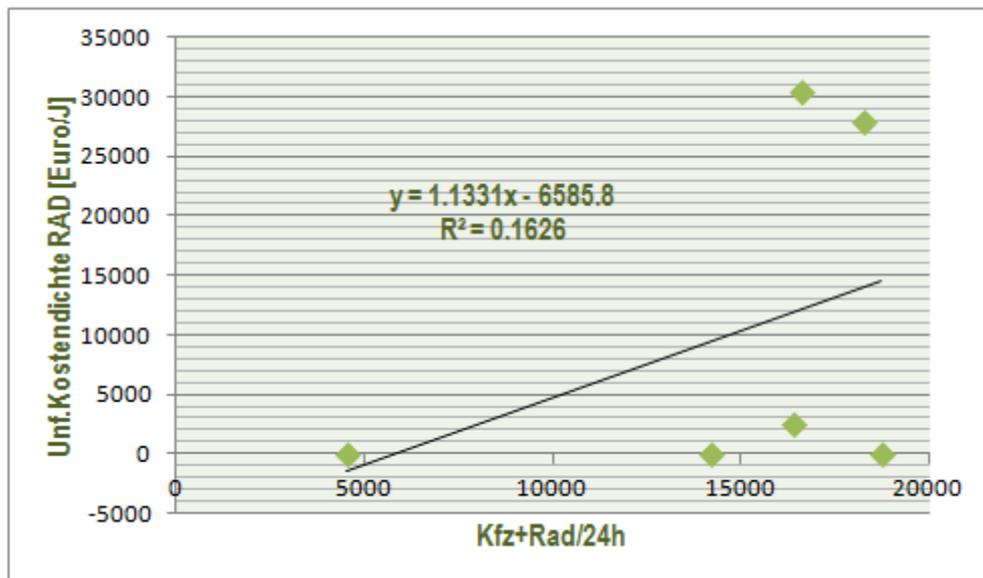


Abbildung 82: Kombinierte Verkehrsbelastungen (Kfz + Rad / 24h) und Unfallkostendichte Radverkehrsunfälle

Bewertung

Mit der Hilfe von der Regressionsanalyse kommt die Untersuchung zu den folgenden Ergebnissen:

- Kein linearer Zusammenhang zwischen den Kfz-Belastungen und den Unfallraten und Unfallkostenraten ist zu beweisen.
- Es besteht ein schwacher linearer Zusammenhang zwischen den Kfz-Belastungen und der Unfalldichte (Bestimmtheitsmaß 0,41) und Unfallkostendichte (Bestimmtheitsmaß 0,44)
- Kein linearer Zusammenhang zwischen den Radverkehrsbelastungen und Unfallkenngrößen Radverkehr ist nachweisbar.
- Bezogen auf alle Verkehrsbelastungen ist das folgende Ergebnis zu beobachten: es besteht starker linearer Zusammenhang zwischen den kombinierten Verkehrsbelastungen und der Unfalldichte aller Unfälle (Bestimmtheitsmaß 0,55) bzw. zwischen den kombinierten Verkehrsbelastungen und den Unfalldichte Radverkehr (Bestimmtheitsmaß 0,60)
- Starker linearer Zusammenhang zwischen allen Verkehrsbelastungen und der Unfallkostendichte der Unfälle mit Radfahrerbeteiligung (Bestimmtheitsmaß 0,8115) und ein schwächerer zwischen allen Verkehrsbelastungen und der Unfallkostendichte der Unfälle. (Bestimmtheitsmaß 0,52).

3.3.5 Knotenpunktgeometrie und Unfallgeschehen

Außendurchmesser

Die Kreisverkehre werden in 3 Gruppen nach dem Außendurchmesser eingeteilt.

- unter 26m
- 26 m bis 40 m
- über 40 m

Abbildung 83 stellt die mittleren Unfallraten dar und Tabelle 27 zeigt die statistischen Kennwerte. Die Unfallrate bei Außendurchmesser < 26m sind erheblich niedriger im Vergleich zu diesen bei den anderen Gruppen.

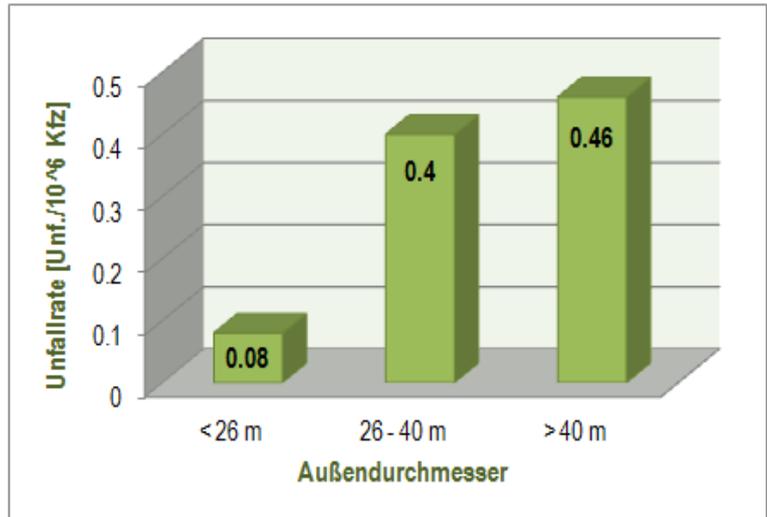


Abbildung 83: Unfallrate nach Außendurchmessersgruppen

	<26m	26-40m	>40m
Anzahl der Kreisverkehre	2	8	4
Mittlere Unfallrate [Unf./10 ⁶ Kfz je Jahr]	0,08	0,40	0,46
Standardabweichung	0,11	0,13	0,26
Variationskoeffizient	1,41	0,31	0,20
Konfidenzintervall (Konfidenzniveau 0,95)	-0,07≤μ≤0,22	0,31≤μ≤0,49	0,20≤μ≤0,72

Tabelle 27: Unfallrate nach Außendurchmesser – statistische Kennwerte

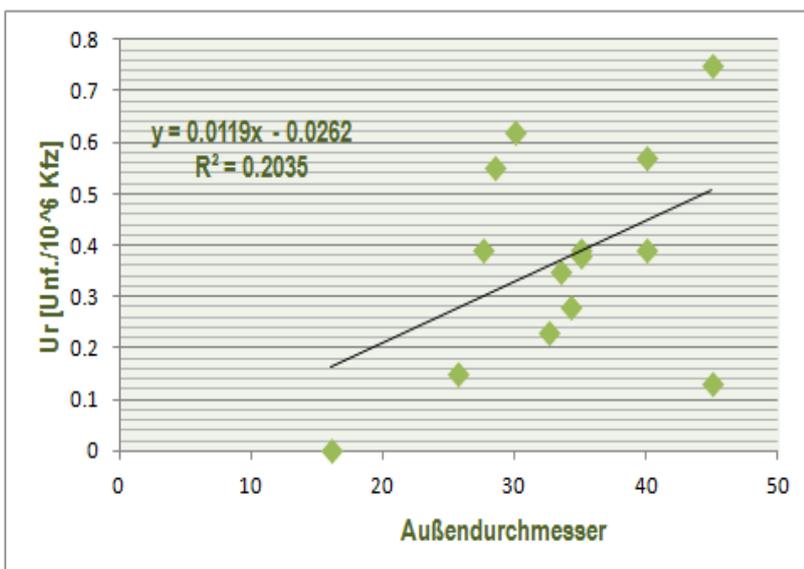
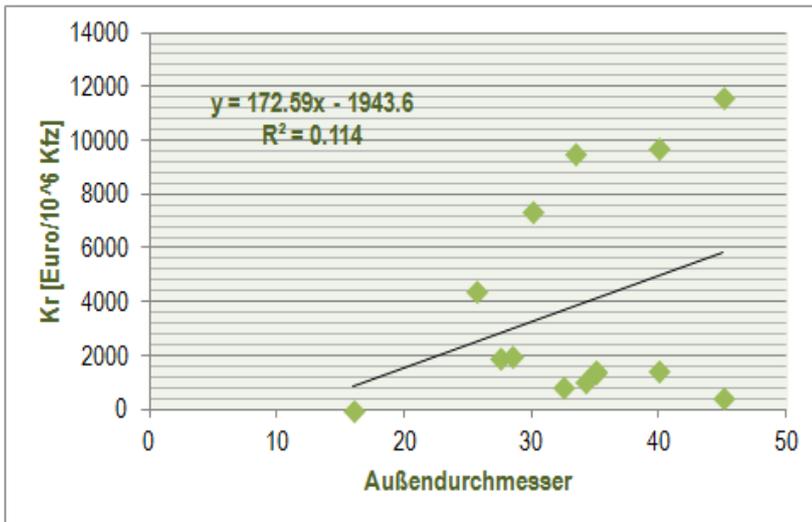


Abbildung 84: Unfallrate und Außendurchmesser

Abbildung 84 zeigt den Verlauf der Regressionsgerade zwischen dem Außendurchmesser und der Unfallrate. Die Berechnungen zeigen, dass kein Zusammenhang zwischen diesen Parametern nachweisbar ist (Bestimmtheitsmaße 0,20).



In Abbildung 85 ist der Verlauf der Regressionsgerade zwischen dem Außendurchmesser und der Unfallratekostenrate dargestellt. Die Berechnungen zeigen, dass kein Zusammenhang zwischen diesen Parametern nachweisbar ist (Bestimmtheitsmaße 0,114).

Abbildung 85: Unfallkostenrate und Aussendurchmesser

Abbildung 70 stett die mittleren Unfallkostenraten dar und Tabelle 18 zeigt die statistische Kennwerte. Keine signifikanten Unterschiede sind erkennbar.

	<26m	26-40m	>40m
Anzahl der Kreisverkehre	2	8	4
Mittlere Unfallkostenrate [E/10 ⁶ Kfz je Jahr]	2222	3215	5832
Standardabweichung	3142	3333	5674
Variationskoeffizient	1,41	1,04	0,97
Konfidenzintervall (Konfidenzniveau 0,95)	$-2133 \leq \mu \leq 6577$	$906 \leq \mu \leq 5525$	$271 \leq \mu \leq 11393$

Tabelle 28: Unfallkostenrate nach Außendurchmesser – statistische Kennwerte

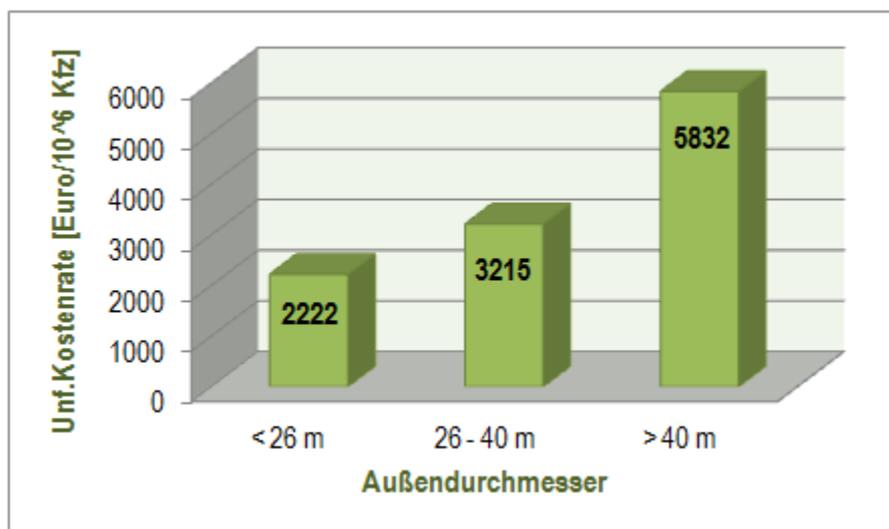


Abbildung 86: Unfallkostenrate nach Aussendurchmessersgruppen

Anzahl der Knotenpunktarme

In Abbildung 71 sind die mittleren Unfallraten in Abhängigkeit von der Anzahl der Knotenpunktarme dargestellt. Bei dieser grafischen Darstellung sind die Unfallraten bei 4-armigen Kreisverkehrsanlagen höher als jene bei 5- und 3-armigen Knotenpunkte. Die Berechnung der Konfidenzintervalle (Tabelle 19) zeigt, dass sich die Konfidenzintervalle überschneiden und die Abweichungen nicht signifikant sind.

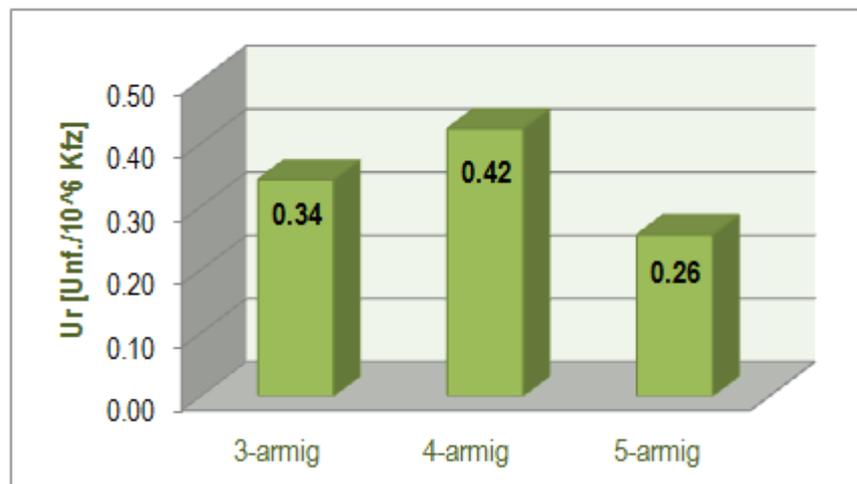


Abbildung 87: Unfallrate nach Anzahl der Knotenpunktarme

	3-armig	4-armig	5-armig
Anzahl der Kreisverkehre	5	7	2
Mittlere Unfallrate [Unf./10 ⁶ Kfz je Jahr]	0,34	0,42	0,26
Standardabweichung	0,26	0,18	0,18
Variationskoeffizient	0,77	0,42	0,69
Konfidenzintervall (Konfidenzniveau 0,95)	$0,14 \leq \mu \leq 0,55$	$0,32 \leq \mu \leq 0,52$	$-0,09 \leq \mu \leq 0,60$

Tabelle 29: Unfallrate nach Anzahl der Knotenpunktarme – statistische Kennwerte

In Abbildung 72 sind die mittleren Unfallkostenraten in Abhängigkeit von der Anzahl der Knotenpunktarme dargestellt. In dieser grafischer Darstellung sind signifikanten Unterschiede zu erkennen. Die in Tabelle 20 berechneten Konfidenzintervalle beweisen, dass wegen ihres Überschneidens die Abweichungen nicht signifikant sind.

	3-armig	4-armig	5-armig
Anzahl der Kreisverkehre	5	7	2
Mittlere Unfallrate [Unf./10 ⁶ Kfz je Jahr]	3072	5177	950
Standardabweichung	2913	4863	657
Variationskoeffizient	0,95	0,94	0,69
Konfidenzintervall (Konfidenzniveau 0,95)	$518 \leq \mu \leq 5625$	$1524 \leq \mu \leq 8779$	$39 \leq \mu \leq 1860$

Tabelle 30: Unfallkostenrate nach Anzahl der Knotenpunktarme – statistische Kennwerte

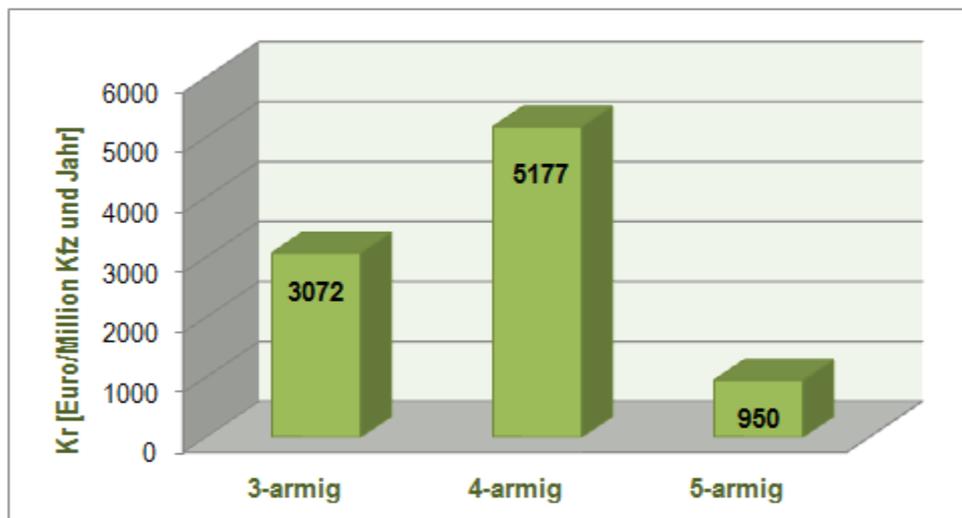


Abbildung 88: Unfallkostenrate nach Anzahl der Knotenpunktarme

Bewertung

Die Untersuchung ist zu den folgenden Ergebnissen gekommen:

- Es ist kein Zusammenhang zwischen dem Außendurchmesser der Kreisverkehrsanlage und den Unfallkenngrößen nachweisbar.
- Es besteht kein Zusammenhang zwischen der Anzahl der Knotenpunktarme und den Unfallkenngrößen.

3.3.6 Radverkehrsführung und Unfallgeschehen

In Rahmen der Untersuchung werden die Kreisverkehrsanlagen wie in Punkt 3.3.1 in vier Kategorien unterteilt.

Unfallrate

Die Berechnung der Unfallrate ist auf die Kfz-Belastungen bezogen.

Da Kategorie IV nur von einer Kreisverkehrsanlage (IV-13 in Tulln an der Donau) repräsentiert wird, wo es keine Unfälle mit Personenschaden innerhalb des beobachteten Zeitraums gibt, wird diese Kategorie hier nicht beachtet.

	Kategorie I	Kategorie II	Kategorie III
Anzahl der Kreisverkehre	6	4	3
Mittlere Unfallrate [Unf./10 ⁶ Kfz]	0,32	0,57	0,32
Standardabweichung	0,11	0,17	0,21
Variationskoeffizient	0,33	0,29	0,67
Konfidenzintervall (Konfidenzniveau 0,95)	0,24 ≤ μ ≤ 0,40	0,41 ≤ μ ≤ 0,74	0,08 ≤ μ ≤ 0,56

Tabelle 31: Unfallrate nach Radverkehrsführungsform – statistische Kennwerte

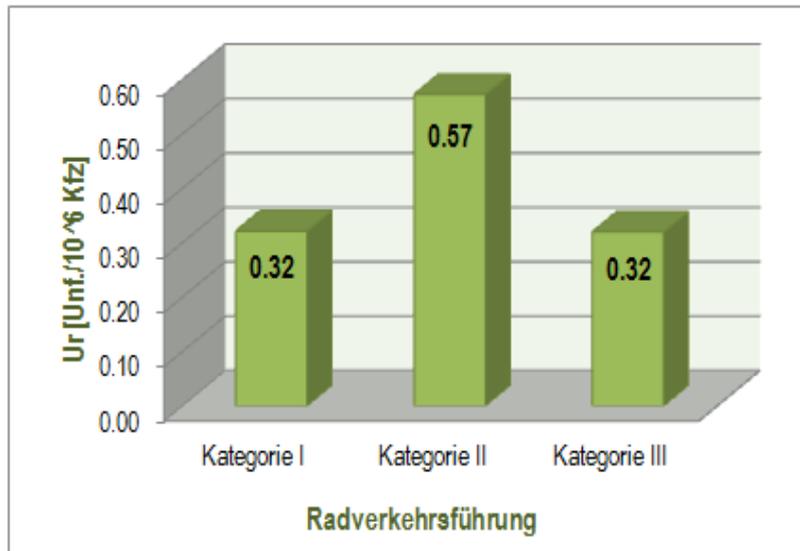


Abbildung 89: Mittlere Unfallrate nach Radverkehrsführungsform

In Tabelle 31 sind die statistischen Kennwerte dargestellt.

Die Berechnungen der mittleren Unfallrate zeigen, dass Kategorie I und III mit 0,32 Unf./ 10⁶ Kfz die niedrigsten Werte aufweisen. Die höchsten Werte sind der Kategorie II mit 0,57 Unf./ 10⁶ Kfz zugeordnet.

Aus den miteinander nicht überschneidende Konfidenzintervallen lässt sich der folgenden Schluss ziehen: die Abweichung zwischen den Unfallraten der Kategorien I und II sind auf einem Konfidenzniveau von 0,95 statistisch signifikant.

Das Konfidenzintervall der Kategorie III überschneidet sich mit den anderen Konfidenzintervallen, d.h. die Abweichungen sind statistisch nicht signifikant.

In Abbildung 86 sind die mittleren Unfallraten grafisch dargestellt.

Unfallrate kombiniert Multiplikation

Die Berechnung der Unfallrate ist auf die Kfz- und Radverkehrsbelastungen bezogen. Deswegen werden die Ur_{KM} nur für die beobachteten 6 Kreisverkehrsanlagen durchgeführt

Da Kategorie IV nur von einer Kreisverkehrsanlagen (IV-13 in Tulln an der Donau) repräsentiert wird, wo es keine Unfälle mit Personenschaden innerhalb des beobachteten Zeitraums gibt, wird diese Kategorie hier nicht beachtet.

	Kategorie I	Kategorie II	Kategorie III
Anzahl der Kreisverkehre	2	2	1
Mittlere Unfallrate [Unf./10 ⁹ Kfz x Rad]	1,00	1,77	0,82
Standardabweichung	0,58	0,06	-
Variationskoeffizient	0,58	0,04	-
Konfidenzintervall (Konfidenzniveau 0,95)	$0,34 \leq \mu \leq 1,66$	$1,69 \leq \mu \leq 1,86$	-

Tabelle 32: Unfallrate KM nach Radverkehrsführungsform – statistische Kennwerte

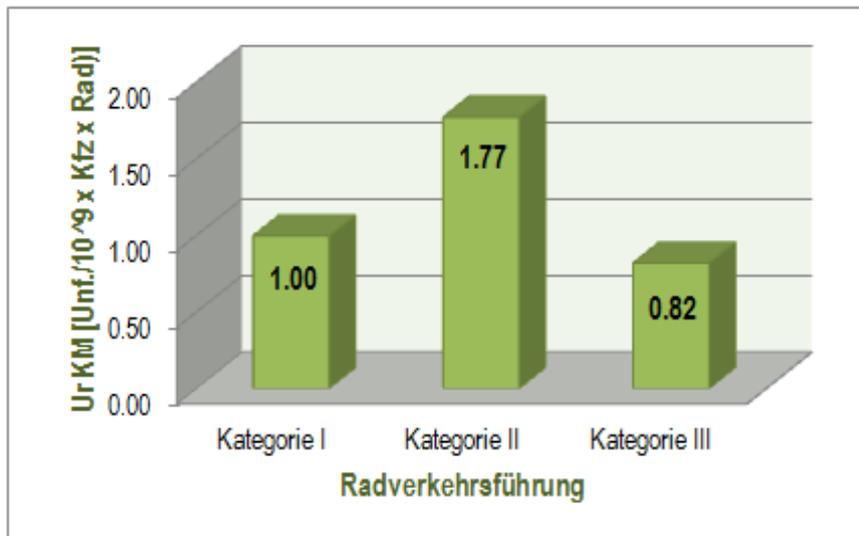


Abbildung 90: Mittlere Unfallrate KM nach Radverkehrsführungsform

In Tabelle 32 sind die statistischen Kennwerte dargestellt. Die Berechnungen der mittleren Unfallrate zeigen, dass Kategorie II mit 1,77 Unf./ 10⁶ Kfz den höchsten Wert beträgt, verfolgt von Kategorie I. Die niedrigsten Werte sind der Kategorie II mit

1,77 Unf./ 10⁶ Kfz x Rad zugeordnet.

Die Betrachtung der Konfidenzintervalle zeigt, dass die Abweichung zwischen den Unfallraten der Kategorien I und II auf einem Konfidenzniveau von 0,95 statistisch signifikant sind (die Konfidenzintervalle schneiden sich miteinander nicht)

Kategorie III ist als statistisch nicht signifikant bewertet, weil die Kategorie nur von einem Kreisverkehr repräsentiert wird.

In Abbildung 90 sind die mittleren Unfallraten grafisch dargestellt.

Unfallrate kombiniert Addition

	Kategorie I	Kategorie II	Kategorie III
Anzahl der Kreisverkehre	2	2	1
Mittlere Unfallrate [Unf./10 ⁹ Kfz + Rad]	1,00	1,77	0,82
Standardabweichung	0,58	0,06	-
Variationskoeffizient	0,58	0,04	-
Konfidenzintervall (Konfidenzniveau 0,95)	0,34 ≤ μ ≤ 1,66	1,69 ≤ μ ≤ 1,86	-

Tabelle 33: Unfallrate KM nach Radverkehrsführungsform– statistische Kennwerte

In Tabelle 33 sind die statistischen Kennwerte dargestellt.

Die Berechnungen der mittleren Unfallrate zeigen, dass Kategorie I mit 1,00 Unf./ 10⁶ Kfz den niedrigsten Wert beträgt, verfolgt von Kategorie III. Die höchsten Werte sind der Kategorie II mit 1,77 Unf./ 10⁶ Kfz x Rad zugeordnet.

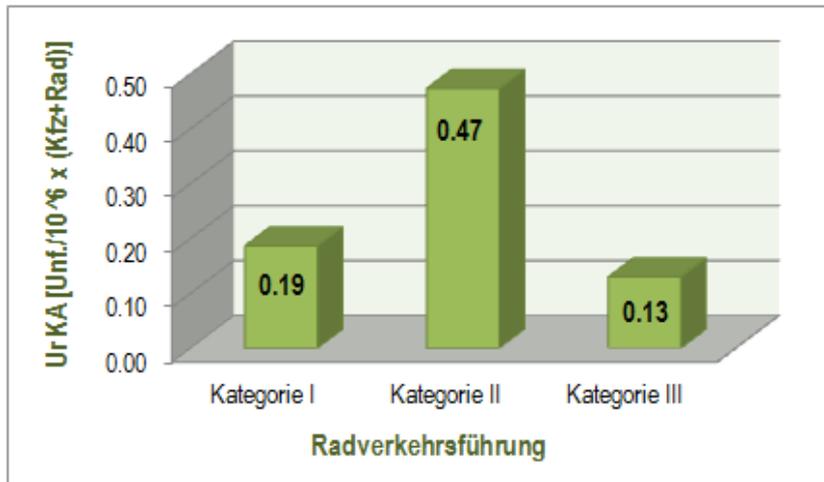


Abbildung 91: Mittlere Unfallrate KA nach Radverkehrsführungsform

Kategorie III ist wieder als statistisch nicht signifikant angenommen, weil die Kategorie nur von einem Kreisverkehr repräsentiert wird.

In Abbildung 86 sind die mittleren Unfallraten grafisch dargestellt.

Die nicht miteinander überschneidenden Konfidenzintervalle beweisen, dass der Unterschied zwischen den Unfallraten der Kategorien I und II auf einem Konfidenzniveau von 0,95 statistisch signifikant ist.

Unfallkostenraten

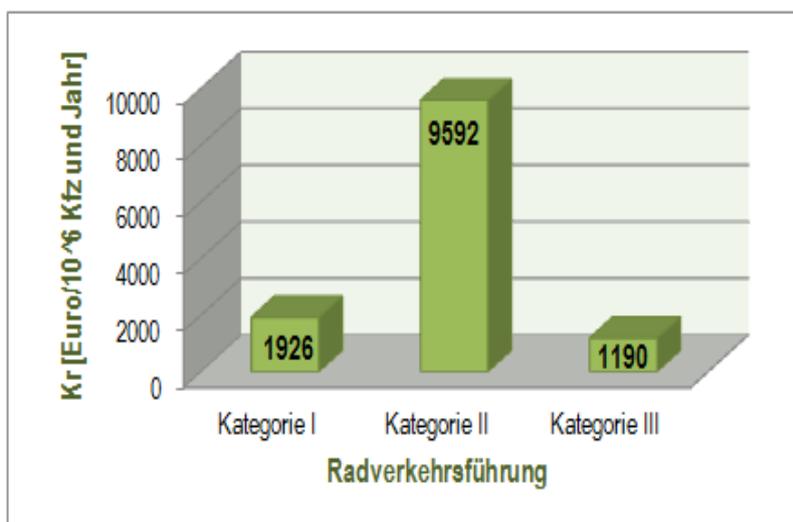


Abbildung 92: Mittlere Unfallkostenrate nach Radverkehrsführungsform

Bei Betrachtung der Konfidenzintervalle wird festgestellt, dass nur die Abweichungen zwischen Kategorie I und II auf einem Konfidenzniveau von 0,95 statistisch signifikant sind.

In Abbildung 89 sind die mittleren Unfallkostenraten nach Radverkehrsführungsform grafisch dargestellt. Tabelle 20 zeigt die statistischen Kennwerte.

Einige Unterschiede haben sich in der Berechnungen der Unfallkostenraten gezeigt: Die niedrigste Unfallkostenrate zeigen wieder Kategorie I und III auf. Die Unfallkostenrate der Kategorie II ist erheblich größer – ca.16350 € pro Million Kfz und Jahr.

	Kategorie I	Kategorie II	Kategorie III
Anzahl der Kreisverkehre	6	4	3
Mittlere Unfallkostenrate [€/10 ⁶ Kfz je Jahr]	1926	9592	1190
Standardabweichung	1282	1720	785
Variationskoeffizient	0,67	0,18	0,66
Konfidenzintervall (Konfidenzniveau 0,95)	1088 ≤ μ ≤ 2764	7906 ≤ μ ≤ 11278	165 ≤ μ ≤ 2216

Tabelle 34: Unfallkostenrate KA nach Radverkehrführungsform– statistische Kennwerte

Unfallkostenraten KA

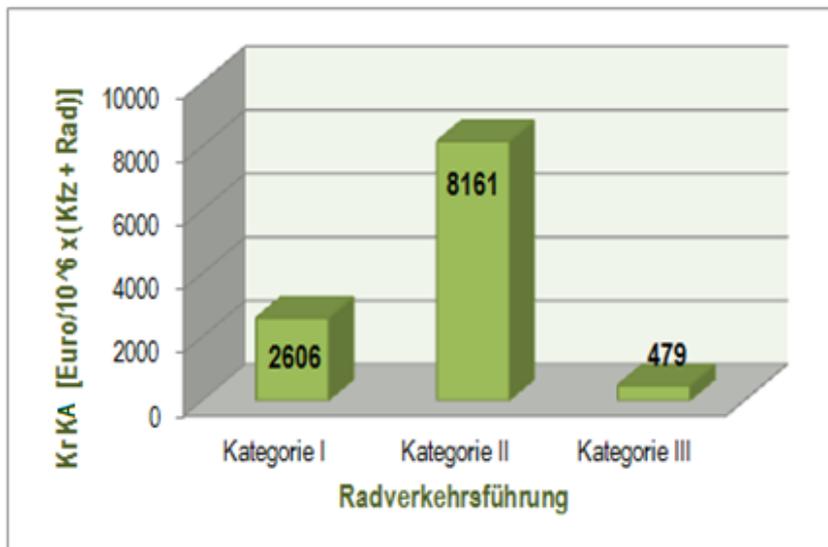


Abbildung 93: Mittlere Unfallkostenrate nach Radverkehrführungsform

Die höchste Unfallkostenrate weist wieder Kategorie II auf. Die Überschneidung der Konfidenzintervalle beweist, dass der Unterschied zwischen den Unfallraten der Kategorien I und II auf einem Konfidenzniveau von 0,95 statistisch nicht signifikant ist.

Kategorie III ist wieder als statistisch nicht signifikant angenommen, weil die Kategorie nur von einem Kreisverkehr repräsentiert wird.

Abbildung 90 zeigt die mittleren Unfallkostenraten nach Radverkehrführungsform. Tabelle 34 zeigt die statistischen Kennwerte.

	Kategorie I	Kategorie II	Kategorie III
Anzahl der Kreisverkehre	2	2	1
Mittlere Unfallkostenrate [€/10 ⁶ Kfz je Jahr]	2511	8161	479
Standardabweichung	1282	1841	-
Variationskoeffizient	0,96	0,23	-
Konfidenzintervall (Konfidenzniveau 0,95)	-874 ≤ μ ≤ 6085	5609 ≤ μ ≤ 10713	-

Tabelle 34: Unfallkostenrate nach Radverkehrführungsform– statistische Kennwerte

Unfalltypen

Die Unfälle mit Radfahrerbeteiligung werden genau situiert und getrennt nach Radverkehrführungsformen.

Mischverkehr mit oder ohne Radverkehrsanlagen in den Knotenpunktarmen (Kategorie I)

In den untersuchten Kreisverkehrsanlagen, die zu Kategorie I gehören, haben in dem Untersuchungszeitraum 20 Unfälle stattgefunden.

Beschreibung Unfallgruppen	Unfalltyp	Position im Kreuzungsbereich	Anteil
Kollision beim Abbiegen	312, 611, 431, 691, 431, 632	Auf der Kreisfahrbahn	40%
Kollision mit querenden Radfahrer	951, 991	In den Armen, auf Fußgängerschutzwegen (Ein- und Ausfahrten)	20%
Rechtwinklige Kollisionen	511, 591	Auf der Kreisfahrbahn	15%
Abkommen	226, 012, 091	Auf der Kreisfahrbahn, in den Armen	15%
Auffahren	161	In der Einfahrt	5%
Sturz von Fahrzeug	051	In der Einfahrt, in den Armen	5%

Tabelle 35: Unfalltypen - Kategorie I

Die häufigst ereignenden Unfälle sind Kollisionen beim Abbiegen. Die Ursachen sind die folgenden: der Vorrang der bevorrechtigten Radfahrer wurde auf der Kreisfahrbahn durch einfahrende Kfz-Lenker missachtet oder die Radfahrer, die von der Kreisfahrbahn ausfahren wurden von den überholenden Kraftfahrzeugen geschnitten. Die andere große Gruppe von Unfällen ereignet sich an den Fußgängerquerungsstellen oder in den Armen der Kreisverkehr, wo die Radfahrer queren.

Kreisumlaufende Radwege (Geh- und/oder Radwege) mit markierten Radfahrerüberfahrt mit Vorrang (Kategorie II)

Dateien für 10 Unfälle sind vorhanden.

Beschreibung Unfallgruppen	Unfalltyp	Position im Kreuzungsbereich	Anteil
Kollision mit querenden Radfahrern	951, 991, 051	Auf Radfahrerüberfahrten	60%
Auffahren	133	In den Armen, auf der Kreisfahrbahn	20%
Abkommen	011	In den Armen	10%
Abbiegen	491	Auf der Kreisfahrbahn	10%

Tabelle 35: Unfalltypen - Kategorie II

60% aller Unfälle dieser Kategorie haben an den Querungsstellen beim Queren stattgefunden. Die restlichen haben sich auf der Kreisfahrbahn oder in den Armen ereignet.

Kreisumlaufende Radwege (Geh- und/oder Radwege) mit vorfahrtrechtlicher Unterordnung der Radfahrer an den Querungsstellen (Kategorie III)

In den Kreisverkehren, die zu dieser Kategorie gehören haben sich lediglich 3 Unfälle ereignet - 2 von denen beim Queren und der restliche Unfall war eine rechtwinklige Kollision auf der Kreisfahrbahn.

Mischverkehr + übergeordneten Radfahrerüberfahrt in einem Kreisverkehrsarm (Kategorie IV)

Diese Kategorie wird nur von einer Kreisverkehrsanlage repräsentiert und keine Unfälle mit Radfahrerbeteiligung in den Untersuchungszeitraum sind polizeilich registriert.

Bewertung

Die Berechnungen zeigen, dass insgesamt die beiden Kategorien I und III die niedrigsten Unfallraten aufweisen. Bei der Betrachtung der Konfidenzintervalle zeigt sich, dass nur die Unterschiede zwischen den Kategorien I und II auf einem Konfidenzniveau von 0,95 statistisch signifikant sind.

Bei den Berechnungen der Unfallkostenrate weisen wieder Kategorie I und III die niedrigsten Werten auf. Signifikante Unterschiede auf einem Konfidenzniveau von 0,95 sind nur zwischen den Kfz-Belastungen und allen Unfällen mit Personenschaden nachweisbar.

4. Radverkehrsführung an Kreisverkehren - Akzeptanz

4.1 Fragestellung – Methode und Stichprobe

Mit Hilfe einer Fragestellung wurden die Akzeptanz und die Einschätzung der Auswirkungen der Kreisverkehrsanlagen auf die Verkehrssicherheit der Radfahrenden erhoben.

Methode

Die Umfrage wurde in Form von Interviews im September 2015 in Tulln an der Donau, Wiener Neustadt, Bad Vöslau und Gänserndorf im Bereich der beobachteten Kreisverkehrsanlagen geführt. Zusätzlich wurde die Befragung auch in Wien ergänzt.

Stichprobe

112 Personen wurden befragt (89 von denen im Bereich der beobachteten Knotenpunkte). Die meisten von den Befragten Personen wurden wegen ihres Fahrradbesitzes gewählt (sie waren mit dem Fahrrad unterwegs).

Soziodemografische Daten

Die Stichprobe teilt sich nach Alter, Geschlecht und höchster Schulbildung wie auf den folgenden Abbildungen (Abb. 91, 92, und 93) dargestellt:

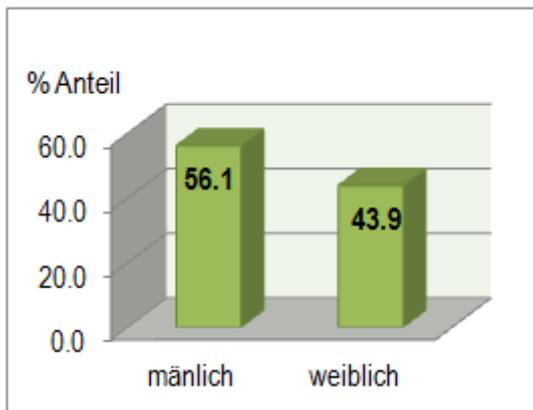


Abbildung 94: Befragte Personen nach Geschlecht

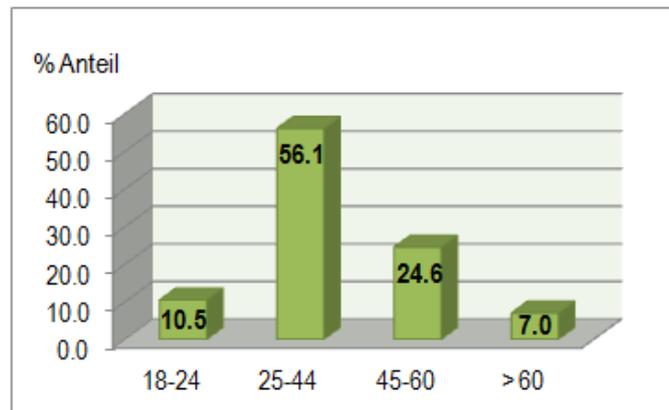


Abbildung 95: Befragte Personen nach Alter

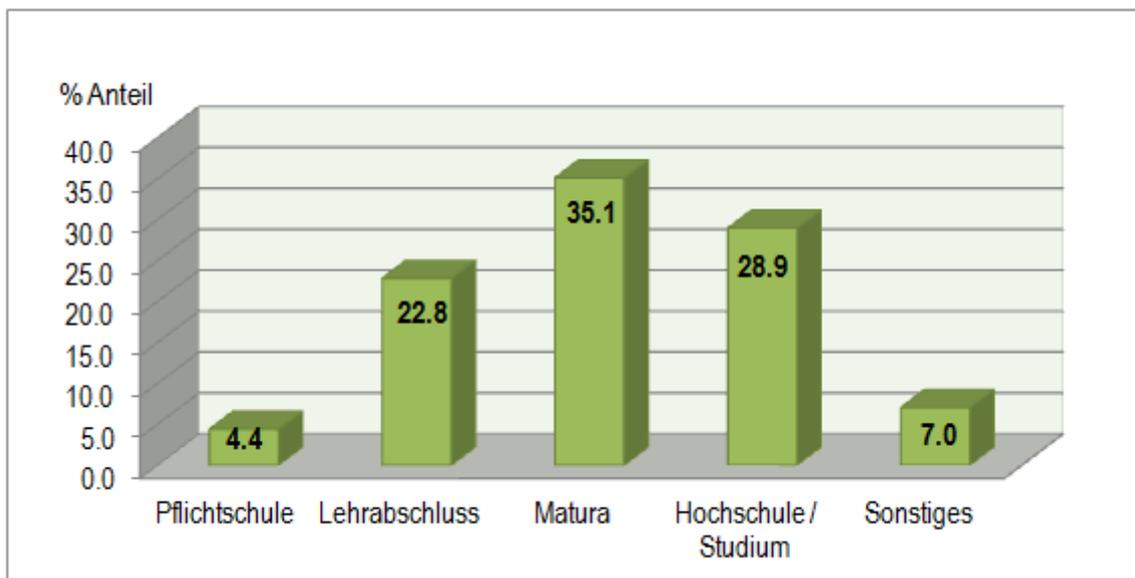


Abbildung 96: Befragte Personen nach höchster Schulbildung

4.2 Radfahren im Verkehrssystem, Charakteristik der Radfahrenden

Die Befragten werden in 3 Gruppen nach ihrem aktuellen Radfahrverhalten, Radfahrfähigkeit (physisch), Benutzungszwecken und persönlicher Wunsch nach Fahrradnutzung wie folgt unterteilt:

- Utilitaristische Radfahrer - sie benutzen das Fahrrad täglich bzw. an einem bis 3 Tagen pro Woche für den Weg zur Arbeit, zum Einkaufen und in der Freizeit zu jeder Jahreszeit und finden die Fahrradnutzung als wichtig bzw. sehr wichtig – 64,9% der Befragten;
- Freizeitradfahrende – sie benutzen das Fahrrad ein bis 3 Tagen pro Monat in der Freizeit nur bei schönem warmen Wetter und finden persönlich die Fahrradnutzung als weniger wichtig – 17,9 % der Befragten;
- Nicht Radfahrende (Non Cyclist) – sie fahren Rad nie bzw. fast nie und finden persönlich die Fahrradnutzung als unwichtig – 17,3%

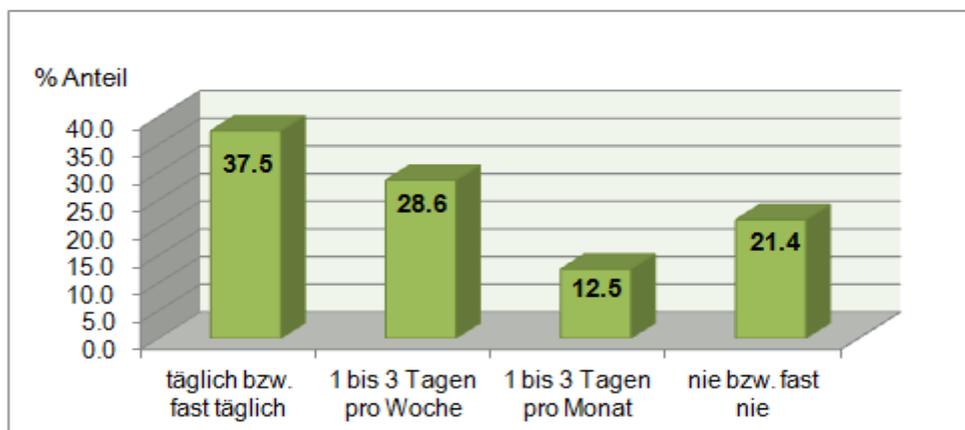


Abbildung 97: Befragte Personen nach Häufigkeit der Fahrradbenutzung

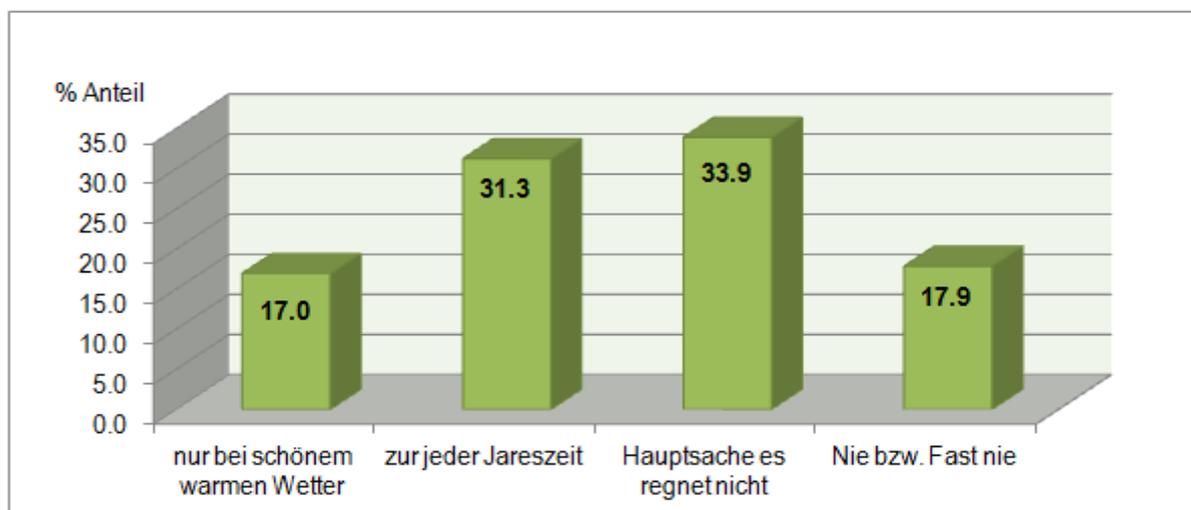


Abbildung 98: Befragte Personen nach wetterbedingter Fahrradbenutzung

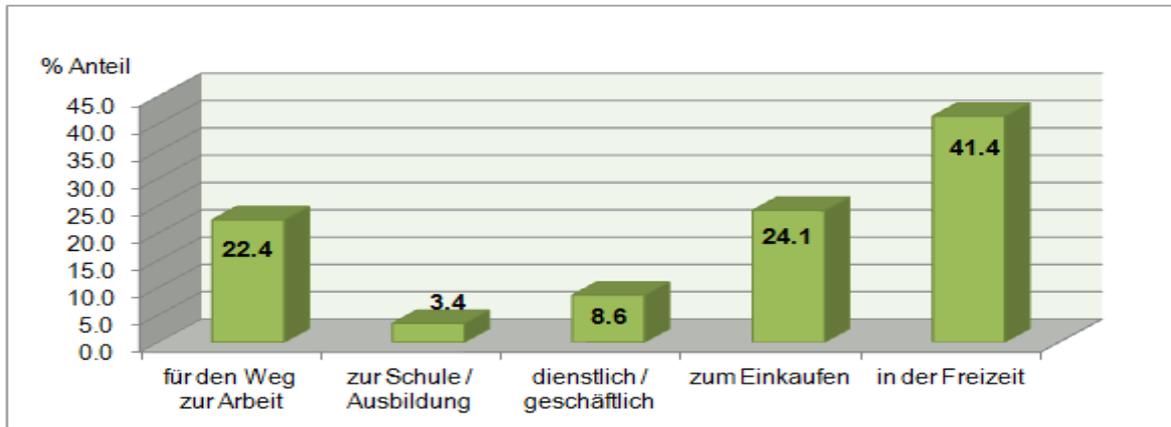


Abbildung 99: Befragte Personen nach Fahrradbenutzungszwecken

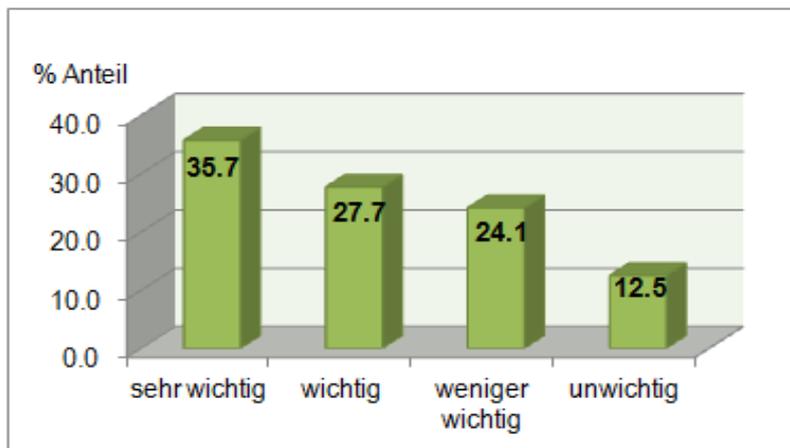


Abbildung 100: Befragte Personen nach persönlicher Einschätzung der Wichtigkeit der Fahrradnutzung

Das folgende Ergebnis hat sich bei der Auswahl der Zwecke der Fahrradnutzung gezeigt: die Radfahrer, die das Fahrrad täglich bzw. fast täglich benutzen, haben mindestens zwei von den Zwecken gewählt.

4.3 Bewertung

Sicherheit – Kreisverkehr vs. Ampelgeregelte Kreuzung

Subjektive Sicherheitsgefühl in Kreisverkehrsanlagen (Autofahrende)

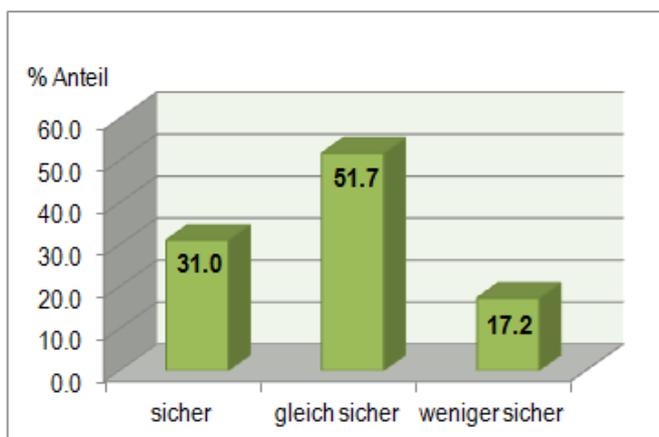


Abbildung 101: Kreisverkehr vs. Ampelgeregelte Kreuzung, Sicherheitsgefühl als Autofahrende

Hier wurde das subjektive Sicherheitsgefühl der Autofahrenden durch den Vergleich zwischen ampelgeregelten Kreuzungen und Kreisverkehren geprüft. Fast 52% der Befragten fühlen sich in den beiden Knotenpunktformen gleich sicher. Nur 17,2% fühlen sich durch Kreisverkehre weniger sicher.

Subjektive Sicherheitsgefühl in Kreisverkehrsanlagen (Radfahrende)

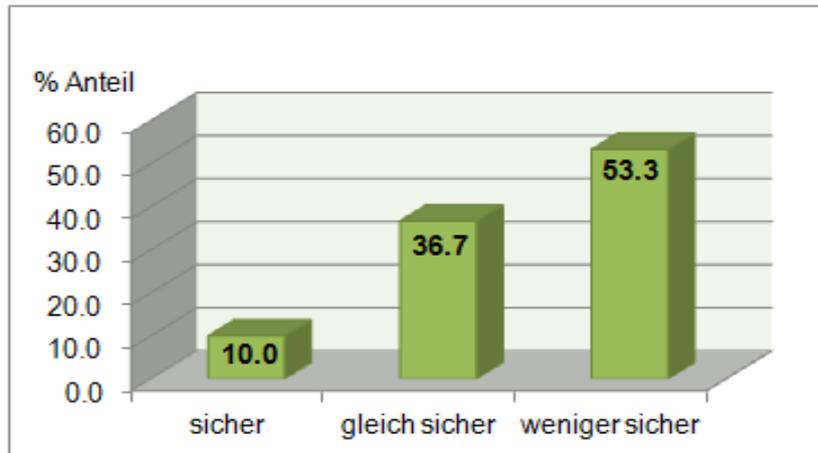


Abbildung 102: Kreisverkehr vs. Ampelgeregelter Kreuzung, Sicherheitsgefühl als Radfahrende

Als Radfahrende fühlen sich mehr als die Hälfte der Befragten (53,3%) durch die Kreisverkehrsanlagen weniger sicher.

Einschätzung der Vor- und Nachteile für die Radfahrende

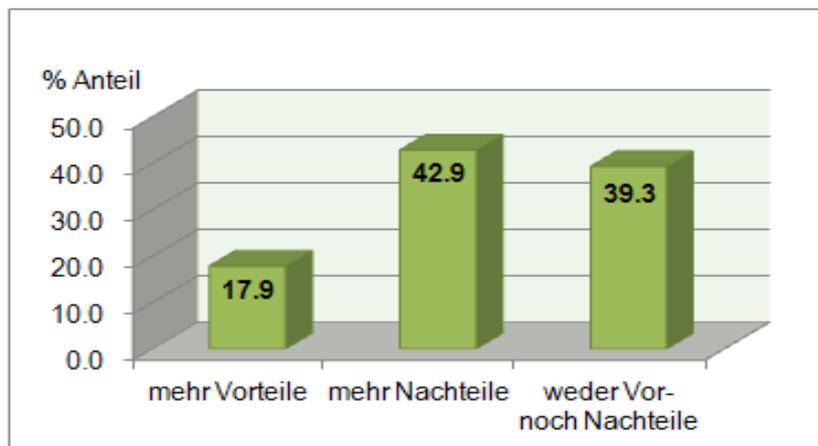


Abbildung 103: Kreisverkehr vs. Ampelgeregelter Kreuzung, Vor- und Nachteile Radfahrende

42,9 % der Befragten sind der Meinung, dass durch Kreisverkehre mehr Nachteile für Radfahrer entstehen.

Einschätzung der Unfallhäufigkeit

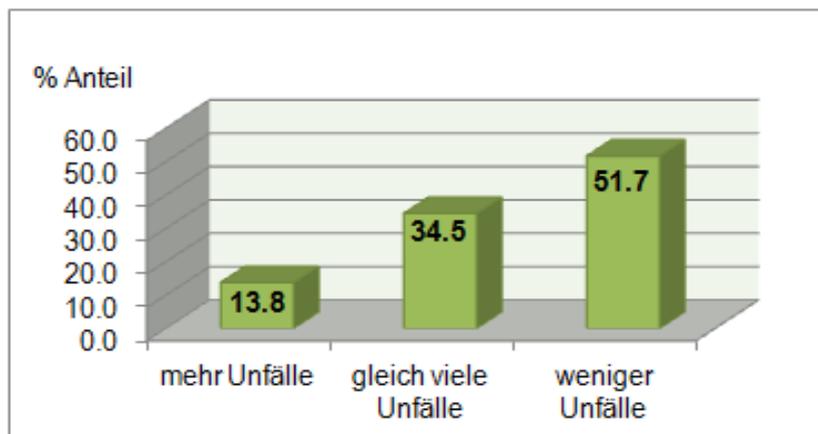


Abbildung 104: Kreisverkehr vs. Ampelgeregelter Kreuzung, Unfallhäufigkeit

Fast 52 % der Befragten sind der Meinung, dass durch Kreisverkehre die Anzahl der Unfälle sinkt.

Einschätzung der Sichtbeziehungen

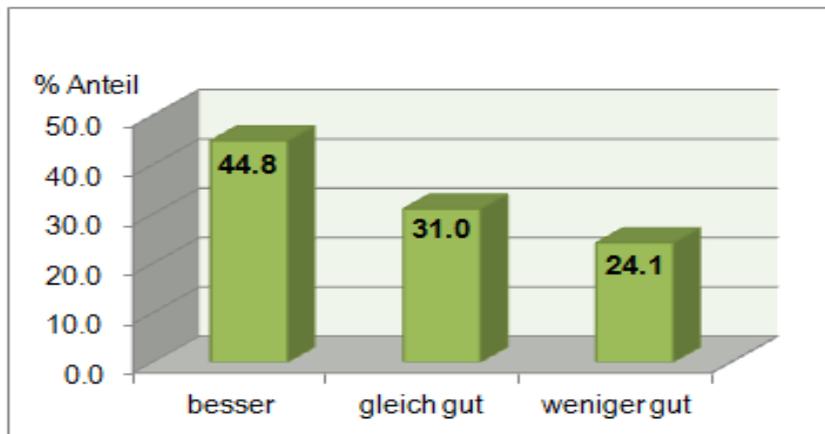


Abbildung 105: Kreisverkehr vs. Ampelgeregelter Kreuzung, Sichtbeziehungen

In Vergleich zu den ampelgeregeltten Kreuzungen finden 44,8% der Befragten die Sichtbeziehungen an den Kreisverkehren besser.

Einschätzung der Konfliktpunkte

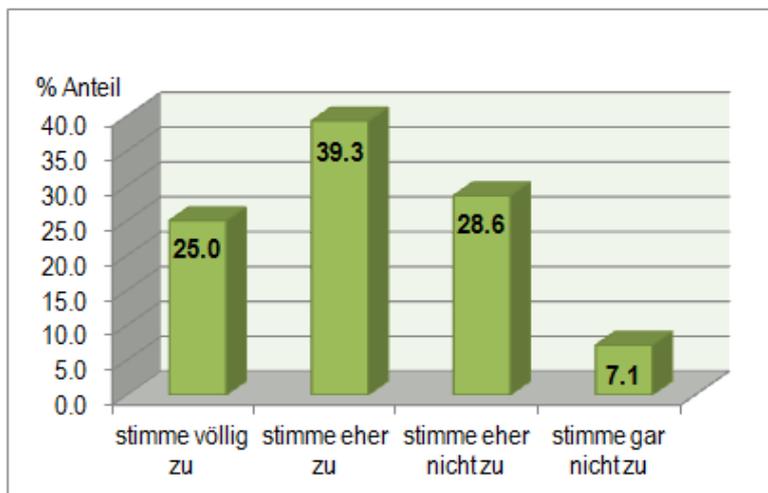


Abbildung 106: Kreisverkehr vs. Ampelgeregelter Kreuzung, Sicherheit

Auf die Aussage, dass es im Kreisverkehrsbereich zu mehr Konflikten zwischen motorisierten und nicht motorisierten Verkehr kommt als bei ampelgeregeltten Kreuzungen, haben ein Viertel der Befragten mit völliger Zustimmung geantwortet.

Einschätzung der Sicherheit von Radfahrern in Kreisverkehrsanlagen: Mischverkehr vs. Radwege außerhalb der Kreisfahrbahn

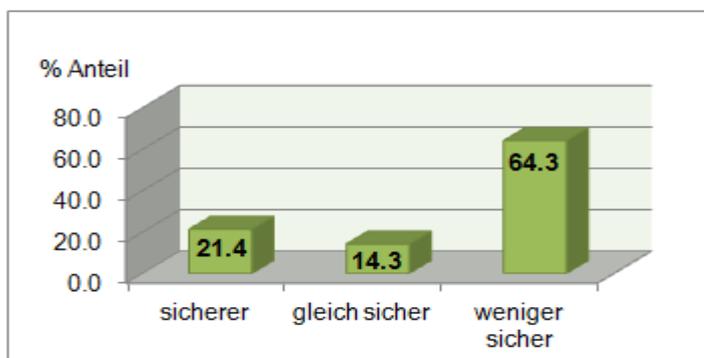


Abbildung 107: Mischverkehr vs. Kreisumlaufende Radwege, Sicherheit

64,3% aller Befragten fühlen sich beim Radfahren auf der Kreisfahrbahn gemeinsam mit dem motorisierten Verkehr weniger sicher als auf kreisumlaufenden Radwegen.

Einschätzung der Gefahrstellen in Kreisverkehrsanlagen (Position):

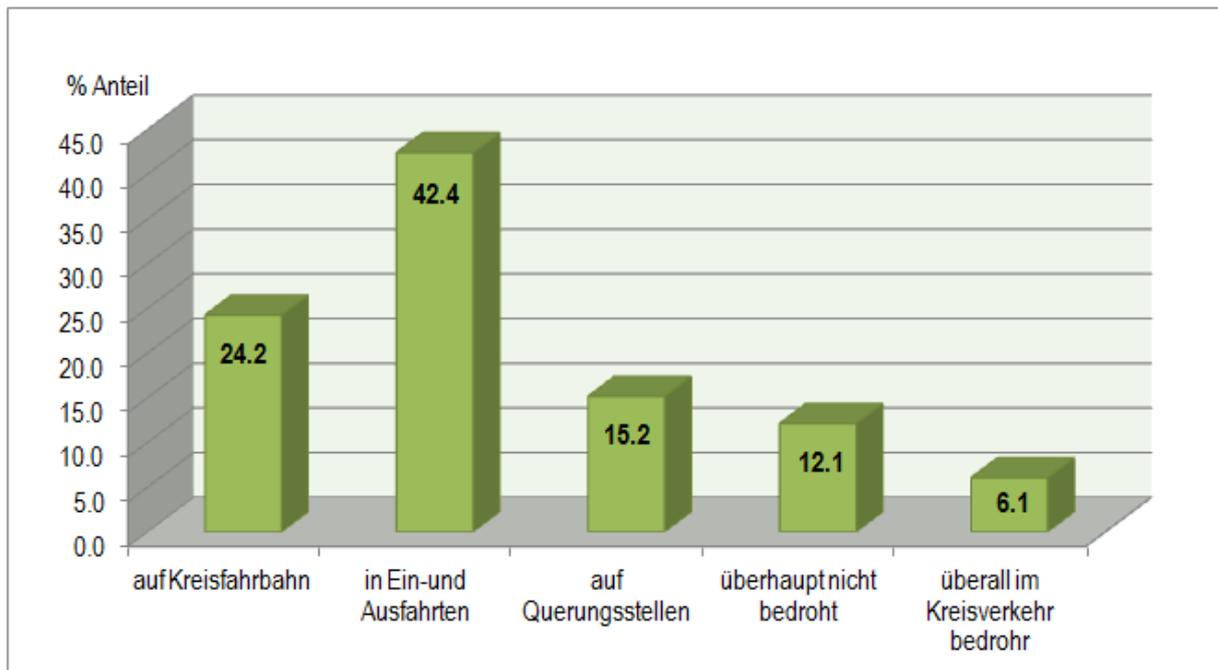
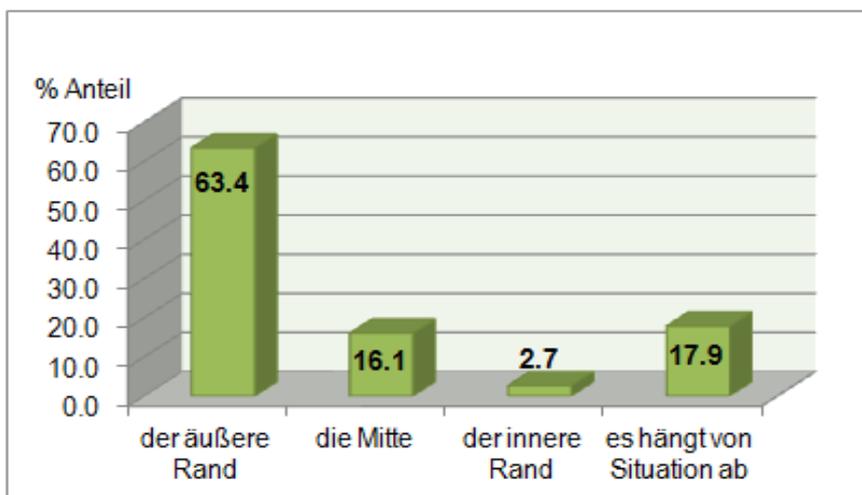


Abbildung 108: Beschreibung der Gefahrstellen in Kreisverkehren

Auf die Frage, wo sich die Radfahrenden im Kreisverkehr am meistens bedroht fühlen, meinen 42,2% der Befragten, dass Sie in Ein- und Ausfahrten sehr bedroht sind. Mit 24,2% sind die Radfahrer, die sich auf der Kreisfahrbahn bedroht fühlen, die zweite größte Gruppe.

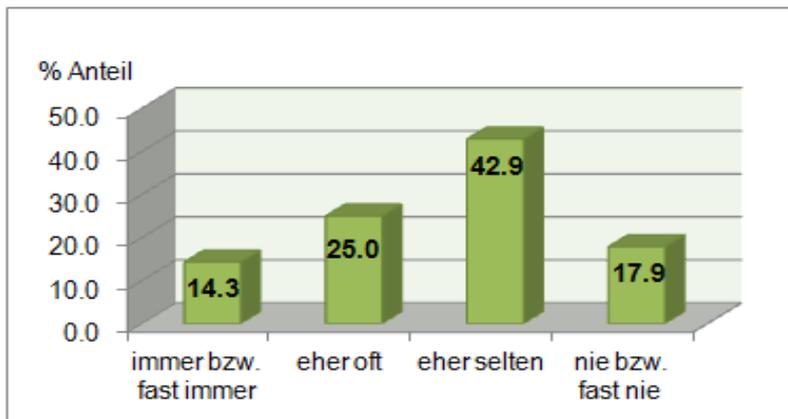
Benutzung der Kreisfahrbahn beim Radfahren im Mischverkehr:



63,4% aller Befragten benutzen beim Radfahren im Mischverkehr den äußeren Rand der Kreisfahrbahn.

Abbildung 109: Benutzung der Kreisfahrbahn beim Radfahren im Mischverkehr

Radfahren auf der Kreisfahrbahn: Überholung der Radfahrer von Kfz-Lenker:



Auf die Frage, wie oft werden Radfahrer auf der Kreisfahrbahn von Fahrzeugen überholt, meinen nur 14,3% der Befragten, dass die Radfahrer immer bzw. fast immer überholt werden.

Abbildung 110: Mischverkehr vs. Kreisumlaufende Radwege, Sicherheit

Einschätzung der Sicherheit von Radfahrern beim Queren:

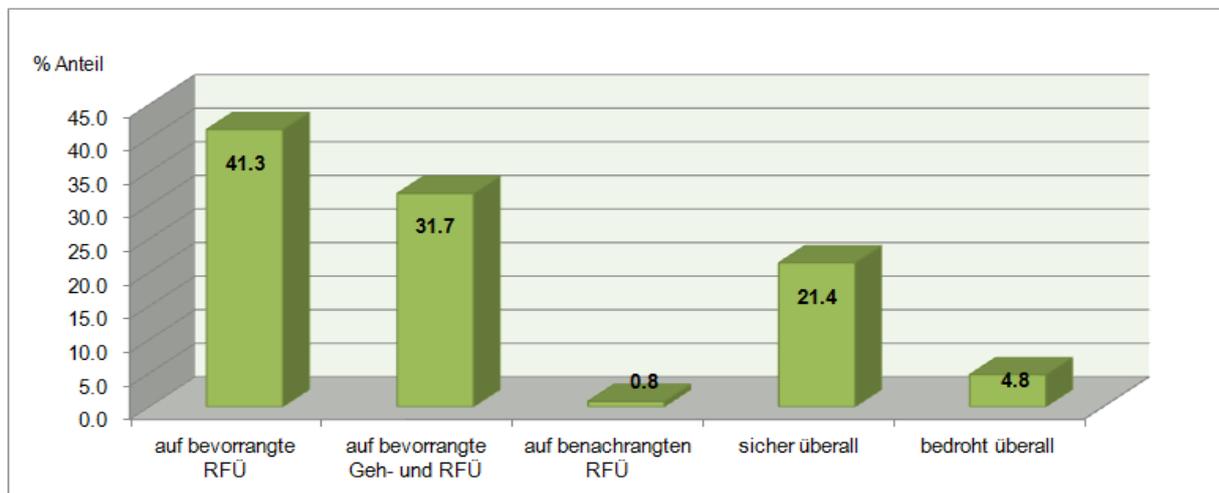
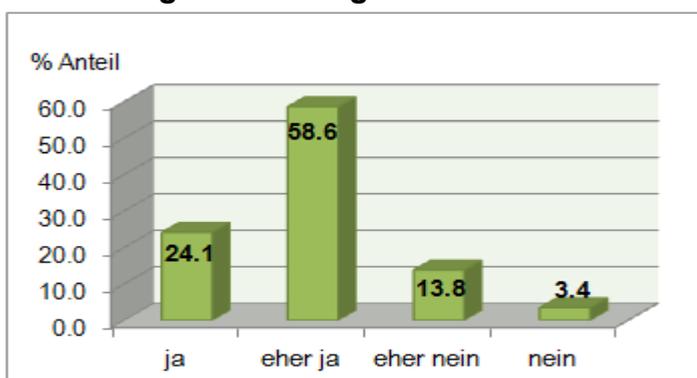


Abbildung 111: Sicherheit beim Queren von Kreisverkehrsarme (Radfahrer)

Der größte Anteil der Befragten (41,3%) fühlen sich am meistens sicher beim Queren auf bevorrangten Radfahrerüberfahrten.

Fahrverhalten

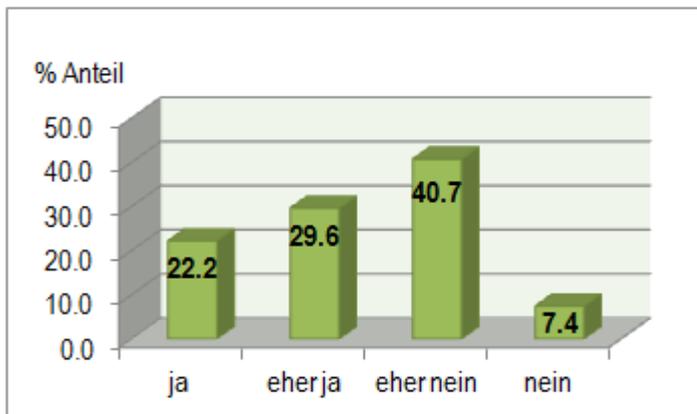
Einhaltung der Vorrangverhältnisse an Querungsstellen.



Nur 3,4 der Befragten meinen, dass die Vorrangverhältnisse an Querungsstellen von den Kfz-Lenkern missachtet werden.

Abbildung 112: Einhaltung der Vorrangverhältnisse an Querungsstellen.

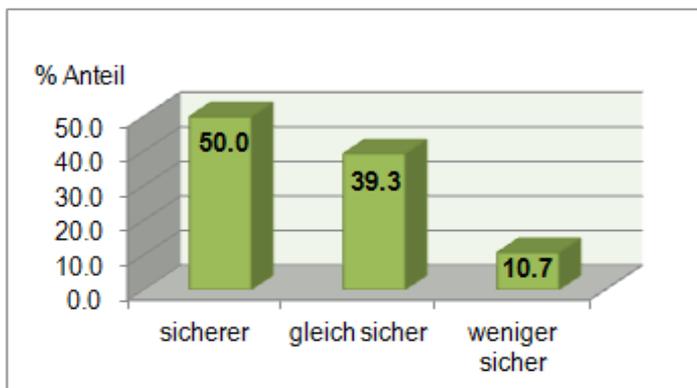
Befahrung der Einrichtungsradswege in beider Richtungen



Fast 41% der Befragten sind der Meinung, dass die meisten Radfahrer die Einrichtungsradswege nur in der vorgeschriebenen Richtung befahren.

Abbildung 113: Einhaltung der Vorrangverhältnisse an Querungsstellen.

Sicherheit – bevorrangte vs. benachrangte Radfahrerüberfahrten



Die Hälfte der Befragten schätzt das Queren auf bevorrangten Radfahrerüberfahrten als sicherer im Vergleich zum Queren auf benachrangten Querungsstellen für Radfahrer ein.

Abbildung 114: Einschätzung der Sicherheit - bevorrangte vs. benachrangte Radfahrerüberfahrten

5. Feldbeobachtungen und Beurteilung der Erhebungsergebnisse

5.1 Methodik

Das Verkehrsgeschehen an sechs Kreisverkehrsanlagen wurde an einem mittleren Wochentag (Dienstag, Mittwoch, Donnerstag) außerhalb der Schulferien in einer "normalen" Woche ohne Feiertage im Zeitraum von 7:00 bis 19:00 Uhr beobachtet. Mittels Videokameras wurde das Verkehrsaufkommen in der Morgenspitzenstunde (von 7:30 bis 8:30 Uhr) und in der Abendspitzenstunde (von 17:30 bis 18:30 Uhr) erfasst. Die Verkehrswerte sind in Personenkraftwagen – Einheiten (PKW - E) laut RVS 03.05.11 umgerechnet.

Fahrzeug	Pkw-E
1. Fahrrad	0,5
1. Einspuriges Kfz	1,0
1. Pkw	1,0
1. Lkw, Bus oder Traktor	1,5
1. Lkw mit Anhänger, Sattelschlepper, Gelenkbus oder Traktor mit Anhänger	2,0
1. Fahrzeug* (Näherungswert für überschlägige Berechnungen, bei denen die Verkehrszusammensetzung nicht genau bekannt ist)	1,1

Tabelle 36: Umrechnung in Pkw – Einheiten ¹¹⁷(eigene Darstellung)

Die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke wurde mit Hilfe der folgenden Formel berechnet:

$$JDTV = \text{Verkehrsstärke}_{\text{Spitzenstunde}} \times 10 \text{ [Kfz/24h]}$$

bzw.

$$JDTV_{\text{RAD}} = \text{Verkehrsstärke}_{\text{RAD, Spitzenstunde}} \times 10 \text{ [Rad/24h]}$$

Um eine vollständige Erfassung zu gewährleisten, wurden die einzelnen Kreisverkehre mit mehreren Videokameras zeitgleich erfasst.

Die Auswertungen konzentrieren sich auf das Verhalten der Radfahrer. Die folgenden Besonderheiten werden beobachtet:

- Nutzung der Verkehrsanlage und Akzeptanz der Radverkehrsführung;
- Flächenbelegung durch Radfahrer auf der Kreisfahrbahn;
- Regelverstöße;
- Auffälliges Verhalten;
- Wechselbeziehungen

¹¹⁷ RVS 03.05.11 (2008), S.2

Zusätzlich wurden jene Faktoren und deren Einflussgrößen untersucht und bewertet, die die Qualität der Führung des Radverkehrs und damit verbundenen Verkehrssicherheit bewirken. Die folgenden Indikatoren wurden herangezogen

- Organisationsprinzip;
- Breitenverhältnisse;
- Sichtverhältnisse;
- Sicherheit (Konfliktpunkten, Unfallart, -schwere und -umstände, Unfallrate und Unfallkostenrate)
- Verkehrstechnik;
- Komfort

5.2 Auswahl der Untersuchungsstellen

Bei der Auswahl der Untersuchungsstellen wurden die folgenden verschiedenen Kreisverkehrstypen berücksichtigt:

- Mini Kreisel
- Kleine Kreisverkehre
- Große Kreisverkehrsanlagen
- Kreisverkehre außerorts

Dabei wurden auch die folgenden Radverkehrsführungen betrachtet:

- Mischverkehr mit Radverkehrsanlagen in den Knotenpunktarmen - zwei Anlagen. Zu dieser Kategorie wird auch eine Kreisverkehrsanlage mit einer übergeordneten Radfahrerüberfahrt in einem Kreisverkehrsarm gezählt.
- Kreisumlaufende Geh- und Radwege mit markierten Radfahrerüberfahrt mit Vorrang – 2 Anlagen
- Kreisumlaufende Geh- und Radwege mit vorfahrtrechtlicher Unterordnung der Radfahrer an den Querungsstellen – eine Anlage

5.2.1 Kreisverkehre mit Mischverkehr auf der Kreisfahrbahn

Die folgenden Kreisverkehrsanlagen wurden in der Detailuntersuchung einbezogen:

- Tulln an der Donau (Rochussgasse/Frauentorgasse) – IV-12
- Wiener Neustadt (Neudörfner Straße (B 53)/ Nestroystraße) – I-14
- Bad Vöslau – I-2

IV-12: Tulln an der Donau (Rochusgasse/Frauentorgasse)



Abbildung 115: Kreisverkehr IV-12 Tulln an der Donau (Rochusgasse/Frauentorgasse)¹¹⁸

Mit einem Außendurchmesser von 16,00m zählt sich diese Kreisverkehrsanlage zu den Mini-Kreiseln. Neben den drei Armen, die von zwei Gemeindestraßen gebildet werden, grenzt die Zu- und Ausfahrt des Parkplatzes eines Verbrauchermarkts an die Kreisfahrbahn an.

Der Kreisverkehr besitzt ein niedriges Kfz-Belastungsniveau (JDTV 4010 Kfz/24h). Aufgrund der unmittelbaren Lage am Bahnhof Tulln Stadt sind erhebliche Fußgängerstöße (750 querende Fußgänger/24h) und entsprechend hohen Radverkehrsaufkommen (510 Radfahrer/24h) zu beobachten.

Der Kreisring besitzt eine Breite von 8,00m und ist unterteilt in eine 4,50m breite Kreisfahrbahn und einen 3,50m breiten, erhöhten, gepflasterten, baulich abgegrenzten Innenring. Zwischen den Zu- und Ausfahrten des Kreisverkehrs befinden sich keine Fahrbahnteiler.

Rund um den Kreisverkehr verläuft ein Gehsteig, wobei die Querungsstelle am südlichen und nördlichen Arm mit Schutzwege ausgestattet sind. Entlang dem südlichen Arm laufender gemeinsamen Geh- und Radweg quert den westlichen Arm mit eine gemeinsamer übergeordneter Geh- und Radfahrerüberfahrt (§ 53/2c: "Kennzeichnung eines Schutzweges und einer Radfahrerüberfahrt")

Ein entlang der nördlichen Ausfahrt verlaufender Radweg endet unmittelbar vor dem Kreisverkehr. In allen anderen Richtungen ist für die Radfahrende fahren auf der Kreisfahrbahn gemeinsam mit dem motorisierten Verkehr vorgeschrieben.

¹¹⁸ Google Earth



Abbildung 116: Faruentorgasse – Blick Richtung Rochusgasse



Abbildung 117: Gemeinsamer Geh- und Radweg mit gemeinsamer übergeordneter Querungsstelle – westlichen Arm

Breitenverhältnisse

Die Breitenverhältnisse sind nahezu zu gering oder an der Grenze zu Mindestbreite - der Zweirichtungsradweg ist in manchen Bereichen 1,70m breit und der Abstand der Querungsstelle vor der Kreisfahrbahn beträgt in seiner breiten Stelle 2,00m.

Sichtbeziehungen

Es sind keine Sichtbehinderungen im Bereich der Kreisverkehrsanlage vorhanden. In Bereich der Kreisverkehrsanlage wurde eine Befragung zu dem konkreten Kreisverkehr durchgeführt, an den 22 Personen teilgenommen haben. Mit Hilfe diese Fragestellung wurden die Sichtbeziehungen, die Verkehrstechnik und der Komfort subjektiv bewertet.

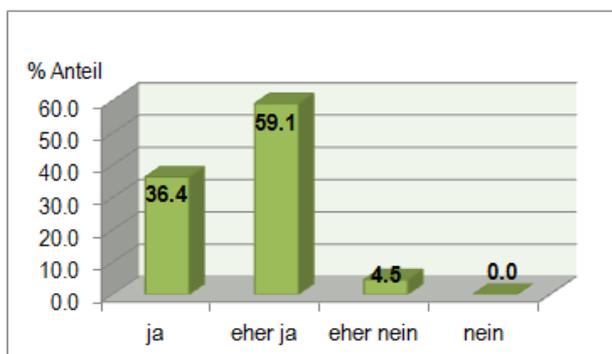


Abbildung 118: Sichtbeziehungen im Bereich der Kreisverkehr

Auf der Frage, ob alle Verkehrsteilnehmer bzw. herannahende Verkehrsteilnehmer (insbesondere Radfahrern) im Kreuzungsbereich sichtbar sind, haben nur 4,5% der Gefragten mit „eher nein“ bzw. „nein“ geantwortet.

Verkehrstechnik

Die Verkehrszeichen sind an den richtigen Stellen und befinden sich in einem guten Erhaltungszustand. Auch die Bodenmarkierungen sind in einem guten Zustand und korrekt aufgetragen. Auf Abbildung 119 und 120 sind die Ergebnisse der Befragung zum Thema Verkehrstechnik im Bereich der Kreisverkehr dargestellt.

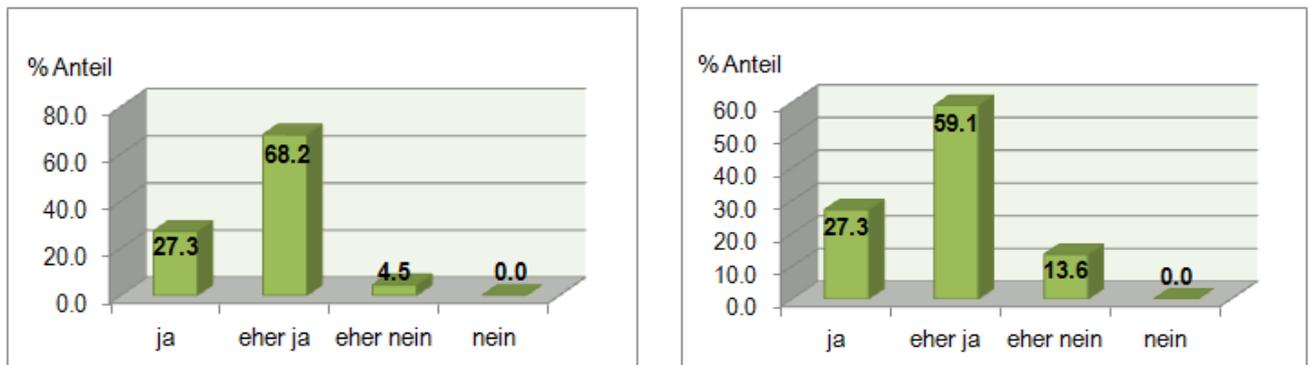


Abbildung 119: Erkennbarkeit, Sichtbarkeit, Eindeutigkeit und Zustand der Bodenmarkierung (links) bzw. der Beschilderung (rechts)

Fast alle der Befragten sind der Meinung, dass die Bodenmarkierung und Beschilderung gut oder eher gut erkennbar, sichtbar und eindeutig ist.

Komfort

Der Fahrkomfort bei der mehrmalige Befahrung der Kreisverkehrsanlage ist als gut bewertet.

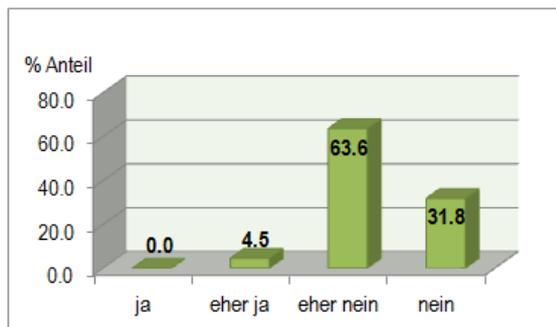


Abbildung 120: Vorhandensein von Verkehrsbehinderungen

Keine Verkehrskonflikte wurden beobachtet. Nur 4,5 % der Befragten sind der Meinung, dass Verkehrsbehinderungen im Bereich der Kreisverkehrsanlage vorhanden sind.

Sicherheit

In Erhebungszeitraum wurden keine Unfälle mit Personenschaden polizeilich registriert.

I – 14: Wiener Neustadt (Neudörfler Straße (B 53)/ Nestroystraße)



Abbildung 118: Kreisverkehr I-4 Wiener Neustadt (Neudörfler Straße (B 53)/Nestroystraße)¹¹⁹

Die dreiarmlige Kreisverkehrsanlage liegt an der Landesstraße B 53. Quer zu B 53, welche von Nordosten nach Südwesten durch den Kreisverkehr führt, bildet eine Gemeindestraße der nordwestliche Arm des Kreisverkehrs.



Abbildung 119: Kreisverkehr I-4 - Innenring

Mit einem Außendurchmesser von 25,60m zählt sich dieser Kreisverkehr zu den kleinen Kreisverkehrsanlagen. Der Kreisring ist in eine 5,00m breite Kreisfahrbahn und einen 2,00m gepflasterten, baulich abgegrenzten Innenring unterteilt.

Der Kreisverkehr ist mit etwa 16100 Kfz/24h mittel belastet. Trotzdem ist die gemeinsame Führung des motorisierten und nicht motorisierten Verkehrs im Mischverkehr auf der Kreisfahrbahn bis zum 15000 Kfz/24h zu empfehlen. Das Radverkehrsaufkommen beträgt etwa 260 Rad/24h und das Fußgängeraufkommen liegt mit etwa 190 Fg/24h gering.

In den Knotenpunktarmen sind jeweils Radverkehrsanlagen angelegt, die in den Zufahrten auf die Fahrbahn überführt werden. In einem Segment des Kreisverkehrs (B 53) führt ein Radweg weiter auf dem Hochbord entlang. Über den nordöstlichen und nordwestlichen Ein- und Ausfahrten sind Fußgängerschutzwege angelegt.

Breitenverhältnisse

In dem nordwestlichen Arm sind die Radfahrstreifen zu weit (70m) von der Kreisverkehrsanlage an die Kreisfahrbahn herangeführt. In der südwestlichen

¹¹⁹ Google Earth

Zufahrt ist der gemeinsamer Geh- und Radweg 20m vor der Einfahrt in gefärbten Radfahrstreifen umgewandelt, welche 4m vor der Kreisfahrbahn enden. In der



Abbildung 120: Südwestlicher Einfahrt



Abbildung 121: Südwestlicher Ausfahrt

südwestlichen Ausfahrt beginnt der gemeinsamen Geh- und Radweg 6m nach der Kreisfahrbahn. In der nordöstlichen Ausfahrt sind die Radfahrstreifen 12m von der Kreisfahrbahn abgerückt und beginnen unmittelbar nach dem Schutzweg.

Die anderen Breitenverhältnisse erfüllen die Minimalvoraussetzungen.

Sichtbeziehungen

Es sind keine Sichtbehinderungen im Bereich der Kreisverkehrsanlage vorhanden.

An der Befragung zu dem konkreten Kreisverkehr haben 15 Personen teilgenommen.

Diese wurden nach den Sichtbeziehungen im Kreisel gefragt.

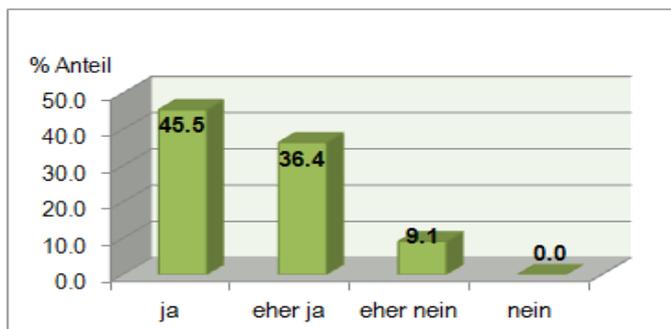


Abbildung 122 Sichtbeziehungen im Bereich der Kreisverkehr

Auf der Frage, ob alle Verkehrsteilnehmer bzw. herannahende Verkehrsteilnehmer (insbesondere Radfahrer) im Kreuzungsbereich sichtbar sind, haben nur 9,1% der Befragten mit eher nein bzw. nein geantwortet.

Verkehrstechnik

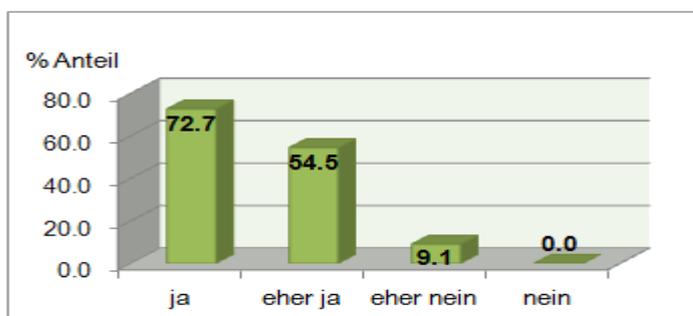


Abbildung 123: Erkennbarkeit, Sichtbarkeit und Zustand der Beschilderung

Die Verkehrszeichen sind an den richtigen Stellen und befinden sich in einem guten Erhaltungszustand. 90,9% der Befragten schätzen die Beschilderung als erkennbar, sichtbar und in guten Zustand.

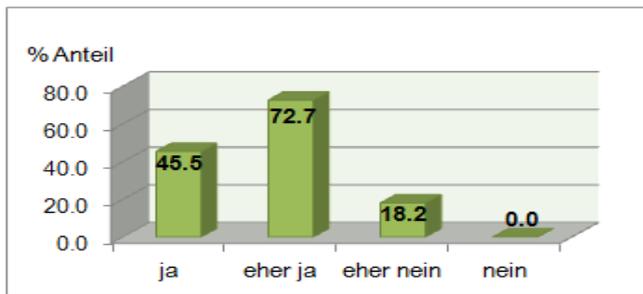


Abbildung 124: Erkennbarkeit, Eindeutigkeit und Zustand der Bodenmarkierung

Auch die Bodenmarkierungen sind in einem guten Zustand und korrekt aufgetragen.

Fast 82% der Befragten bewerten den Zustand, die Erkennbarkeit der Markierung als gut bzw. eher gut.

Komfort

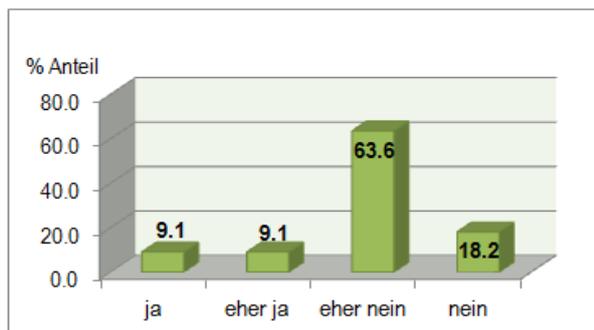


Abbildung 125: Vorhandensein von Verkehrsbehinderungen

Der Fahrkomfort bei der mehrmaligen Befahrung der Kreisverkehrsanlage ist als gut bewertet.

Mehr als die Hälfte der Befragten sind der Meinung, dass es keine Verkehrsbehinderungen im Bereich der Kreisverkehrsanlage gibt.

Sicherheit

Im Untersuchungszeitraum ereignen sich insgesamt 3 Unfälle mit Personenschaden. Abbildung 126 zeigt das Unfalldiagramm der Jahre 2012-2014.



Abbildung 126: Kreisverkehr I-4 Kollisionsdiagramm

An zwei Unfällen waren Radfahrer beteiligt. In dem einen Fall ereignet sich der Unfall zwischen einem ausfahrenden Kraftfahrer und einem am Außenrand bevorrechtigt

fahrenden Radfahrer. Der Radfahrer wurde dabei leicht verletzt. Im anderen Fall wurde der bevorrangten in Kreis fahrende Radfahrer von einem im Kreis einfahrenden Kfz-Lenker geschnitten. Der Radfahrer wurde schwer verletzt. Die mittlere Unfallrate ist aufgrund der geringen Unfallzahl mit $0,17 \text{ Unf./}10^6 \text{ Kfz}$ gering. Die mittlere Unfallkostenrate von $4969 \text{ €/}10^6 \text{ Kfz}$ sind aufgrund der Schwererletzten vergleichsweise hoch.

I-2 Bad Vöslau

Die im Ortsgebiet des Dorfes Bad Vöslau gelegene fünf armige Kreisverkehrsanlage verbindet der Landesstraße B 212 (Badner Starße) mit 2 Gemeindestraßen und die Zu- und Ausfahrt eines Einkaufszentrums. Der Kreisverkehr verfügt über einen Außendurchmesser von 32,50m. Der 7,50 breite Kreisring setzt sich aus einer 6,50m breiten Fahrbahn ein 1,00m breiter schräger Innenring zusammen.

Der Kreisverkehr zeichnet sich durch ein mit 17800 Kfz/24h ein eher hohes Kfz-Belastungsniveau aus. Spezifisch für diese Kreisverkehrsanlage ist die erhebliche Anzahl der Lastkraftwagen. Das Radverkehrsaufkommen beträgt etwa 160 Rad/24h und liegt somit im niedrigen Bereich der untersuchten Kreisverkehre. Das Fußgängeraufkommen liegt mit 210 Fg/24h auch im niedrigen Bereich.



Abbildung 127: Kreisverkehr I-2 Bad Vöslau (Badner Straße (B 212) / Industriestraße / Hansengasse)¹²⁰

¹²⁰ Google Earth

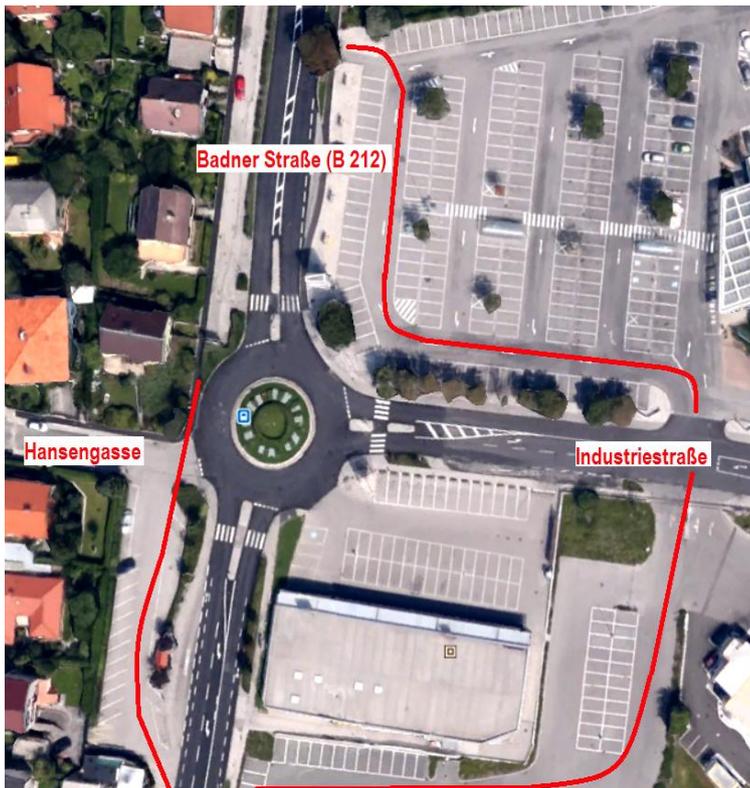


Abbildung 128: Oft benutzten Umwege

Der Grund des erheblich niedrigen Radverkehrs- und Fußgängeraufkommen ist der folgende: Viele von den nicht motorisierten Verkehrsbeteiligten verzichten auf eine Fahrt durch die Kreisverkehrsanlage und benutzen Umwege durch die unmittelbar im Bereich der Kreisverkehr liegenden Parkplätze. Abbildung 128 stellt diese Umwege dar. Der sehr niedrig belastete östlichen Arm des Kreisels (Hansengasse) wird auch sehr oft von Radfahrer überquert.

Rund um die Kreisfahrbahn ist einen Gehsteig angelegt, wobei sich an drei Querungsstellen Schutzwege befinden. Die nördlichen, westlichen und südlichen Arme sind mit einem Schutzweg ausgestattet. 18,00 m vor der südlichen Zufahrt endet der Radfahrstreifen. An der südlichen Ausfahrt wird der Radverkehr wieder 18,00 m ab dem Ende der Kreisfahrbahn auf einem Radfahrstreifen weitergeführt.



Abbildung 129: Kreisverkehrsanlage I-2 - Innenring



Abbildung 130: Zufahrt in den südlichen Arm

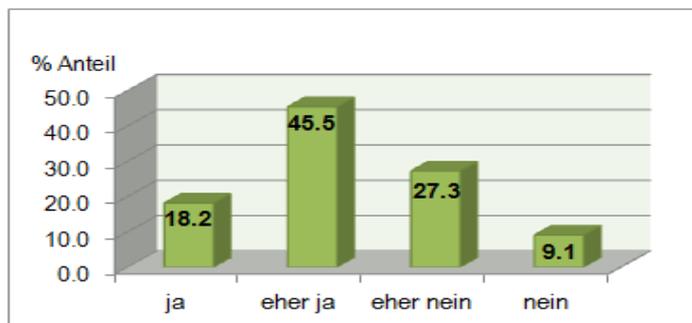
Breitenverhältnisse

Mit einer Breite von 1,25 erfüllen die Radfahrstreifen die Mindestanforderungen. Einstreifige Zu- und Abfahrten an den Knotenarmen besitzen einer Breite von 5,00

bis 5,50 m. Diese Breiten gewährleisten genug Platz für gleichzeitiges ein- bzw. ausfahren von Radfahrern und Kraftfahrzeugen nebeneinander, was zu unfallträchtigen Situationen führt. Dieselben großen Breiten sind auch bei der Kreisfahrbahn zu beobachten. Eine 6,50m breite Fahrbahn ist für Überholvorgänge günstig. Die anderen Breitenverhältnisse erfüllen die Minimalvoraussetzungen.

Sichtbeziehungen

Es sind keine Sichtbehinderungen im Bereich der Kreisverkehrsanlage vorhanden. An der Fragestellung zu dem konkreten Kreisverkehr haben 11 Personen teilgenommen. Diese wurden nach den Sichtbeziehungen im Kreisel gefragt.



Die meisten der Befragten sind der Meinung, dass die Verkehrsteilnehmer im Kreuzungsbereich eher gut sichtbar sind.

Abbildung 131: Sichtbeziehungen im Bereich der Kreisverkehr

Verkehrstechnik

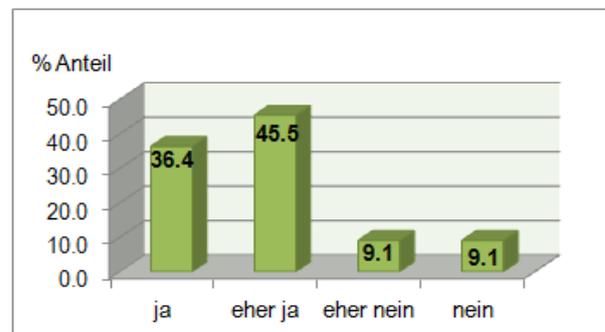
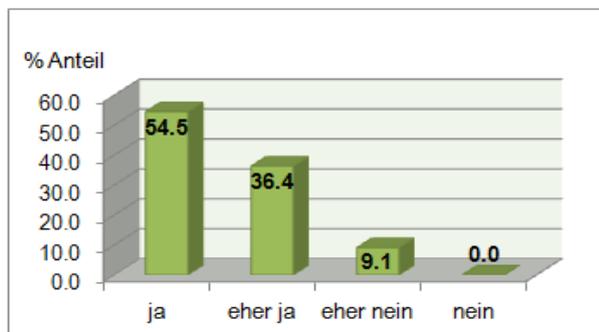


Abbildung 132: Erkennbarkeit, Sichtbarkeit, Eindeutigkeit und Zustand der Bodenmarkierung (links) bzw. der Beschilderung (rechts)

Ein erheblicher Anteil der Befragten sind mit der Behauptung, dass die Bodenmarkierung und die Beschilderung im Bereich des Kreisverkehrs eindeutig, erkennbar, sichtbar und in guten Zustand sind, einverstanden.

Komfort

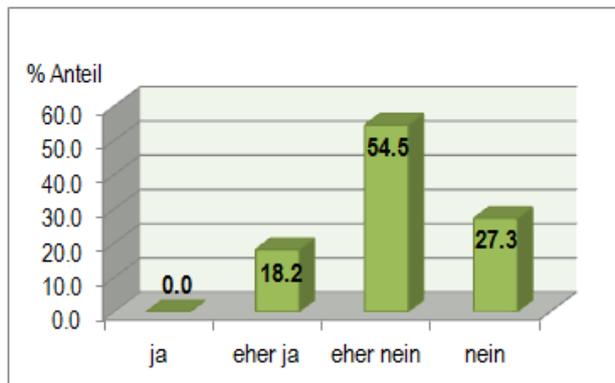


Abbildung 133: Vorhandensein von Verkehrsbehinderungen

Der Fahrkomfort bei der mehrmaligen Befahrung der Kreisverkehrsanlage ist als genügend gut bewertet.

Mehr als die Hälfte der Befragten sind der Meinung, dass es eher keine Verkehrsbehinderungen im Bereich der Knotenpunkt gibt.

Sicherheit



Abbildung 134: Kreisverkehr I-2 Kollisionsdiagramm

Im Erhebungszeitraum haben sich insgesamt 4 Unfälle mit Personenschäden ereignet. Abbildung 134 zeigt das Unfalldiagramm der Jahre 2012-2014.

An zwei Unfälle waren Radfahrer beteiligt und leicht verletzt. Bei der einen Unfall befuhr der Radfahrer der Fahrbahn den südlichen Arm. Der andere Unfall erignete sich aufgrund der sonstigen Missachtungen - der

Bevorrannte in Kreisel fahrende Radfahrer wurde von dem in Kreis einfahrenden Kraftfahrzeug geschnitten. Die mittlere Unfallrate des Kreisverkehrs ist mit 0,21 Unf./10⁶Kfz gering. Die mittlere Unfallkostenrate liegt mit 763 €/10⁶Kfz viel unter dem Durchschnitt.

5.2.2 Kreisverkehre mit bevorrechtigten Kreisumlaufenden Geh – und Radwege

Die folgenden Kreisverkehrsanlagen wurden in die Detailuntersuchung einbezogen:

- Tulln an der Donau (Wilhelmstraße/ L 2152) – II-11
- Gänserndorf (Wiener Straße(B 8)/ Hauptstraße (B 220) /Siebenbrunnerstraße (L 9)) – II-3

II-11: Tulln an der Donau (Wilhelmstraße / L 2152)

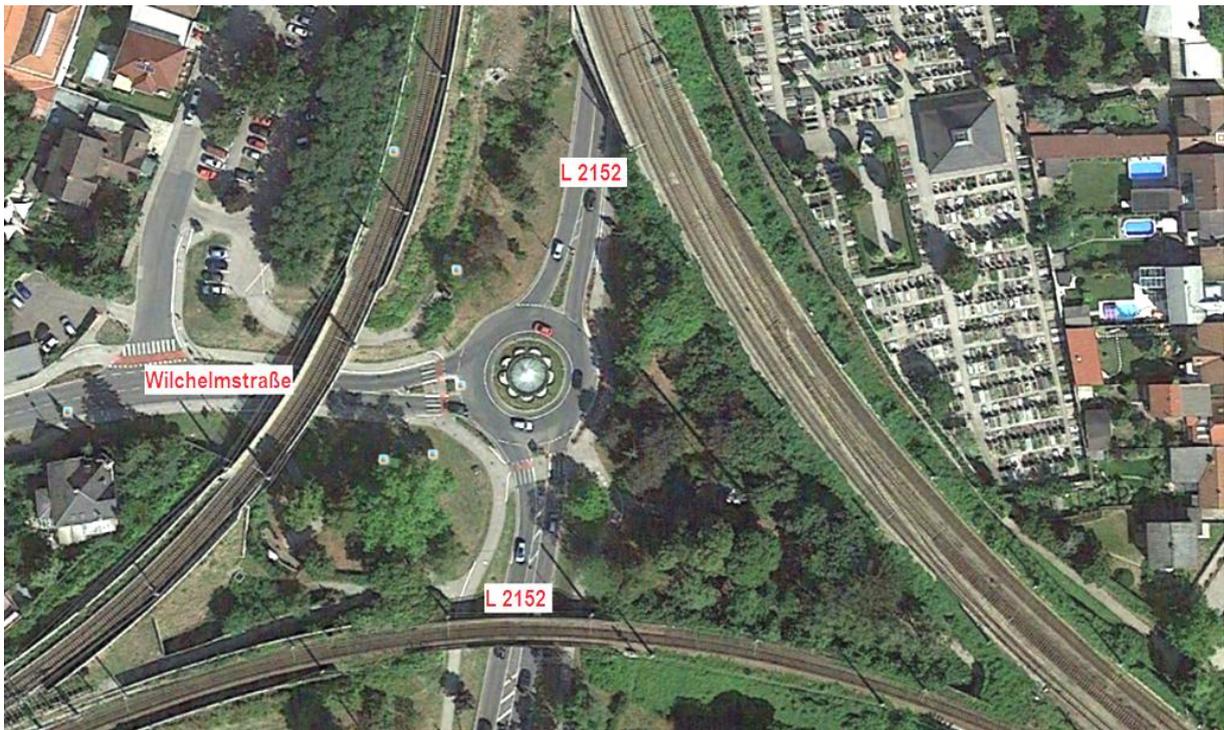


Abbildung 135: Kreisverkehr II-11 Tulln an der Donau (Wilhelmstraße/ L 2152)¹²¹

Der dreiarmige Kreisverkehr verbindet im Ortsgebiet der Stadt Tulln die Landesstraße L 2152 mit der Gemeindestraße Wilhelmstraße. Der 7,00m breiten Innenring unterteilt sich in eine 5,50 m breite Kreisfahrbahn und einen 1,50m breiten nur markierten Innenring.

Der Kreisverkehr ist mit etwa 16200 Kfz/24h mittel belastet. Das Radverkehrsaufkommen ist mit 340 Rad/24h signifikant. Auch der Fußgängerverkehr ist mit 320 FG/24h ebenfalls durchschnittlich hoch.

Neben der Kreisverkehr verlaufen in den westlichen und südlichen Arme gemeinsame Geh- und Radwege, die die Fahrbahn mit einem Schutzweg als auch mit einer Radfahrerüberfahrt kreuzen.

¹²¹ Google Earth



Abbildung 136: Kreisverkehr II-11 – Kreisfahrbahn und Querungsstellen

Breitenverhältnisse

Mit einer Breite von 2,00 erfüllen die Radfahrerüberfahrten die Minimalvoraussetzungen von 1,10 m. Die Abstände der Radfahrerüberfahrten vor der Kreisfahrbahn betragen von 2,50 bis zur 4,50 und sind laut RVS 03.05.14 nicht ausreichend. Die Breiten der Kreisfahrbahn und die Fahrbahn in den Bereichen von der Zu- und Abfahrten sind auch größer als die vorgeschriebenen Breiten. Alle anderen Breitenverhältnisse liegen in den vorgeschriebenen Grenzen.

Sichtbeziehungen

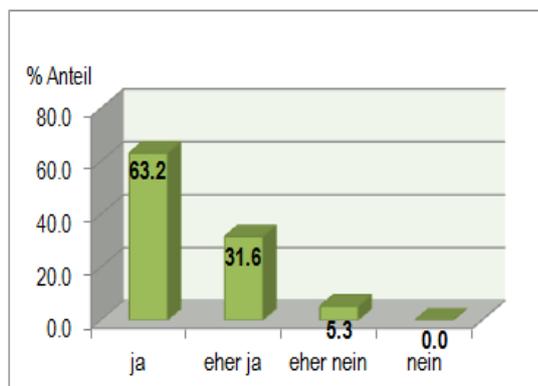


Abbildung 137: Sichtbeziehungen im Bereich der Kreisverkehr

Im Bereich der Kreisverkehrsanlage sind die Sichtbeziehungen gut und die Sichtfelder sind frei von Hindernissen. Zusätzlich wurden auch 19 Personen nach der Sichtbeziehungen, der Verkehrstechnik und die Verkehrsbehinderungen gefragt. Das Ergebnis der Frage, ob alle Verkehrsbeteiligten im Kreisverkehr gut sichtbar sind haben nur 5,3% der Befragten

negativ geantwortet. Abbildung 137 stellt das Ergebnis dar.

Verkehrstechnik

Auf den beiden Fragen, die mit der Verkehrstechnik verbunden sind hat nur eine Person den Zustand, die Erkennbarkeit und Eindeutigkeit der Bodenmarkierung und Beschilderung als eher negativ bewertet.

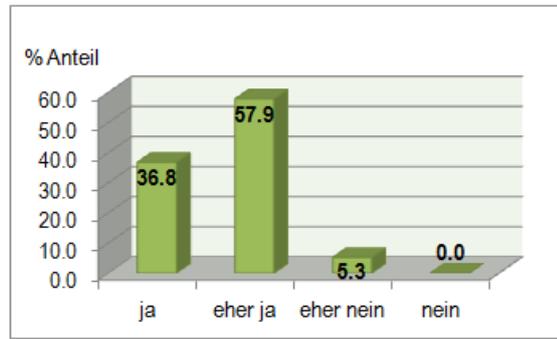
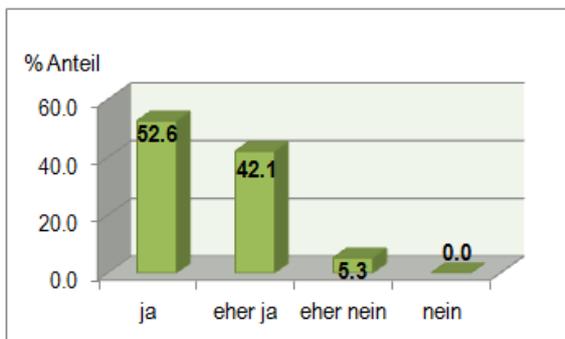
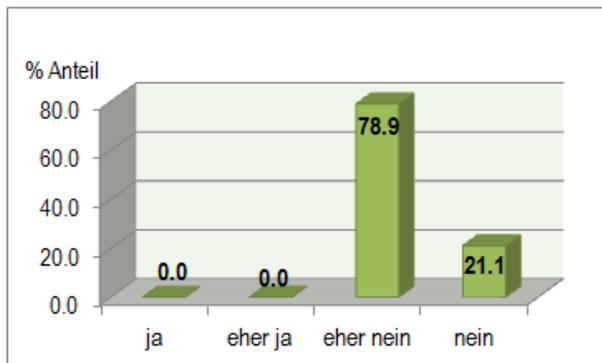


Abbildung 138: Erkennbarkeit, Sichtbarkeit, Eindeutigkeit und Zustand der Bodenmarkierung (links) bzw. der Beschilderung (rechts)

Komfort



Der Fahrkomfort bei der mehrmaligen Befahrung der Kreisverkehrsanlage wird als gut bewertet. Niemand von den befragten Personen hat bestätigt, dass es im Bereich der Kreisverkehrsanlage Verkehrsbehinderungen gibt.

Abbildung 139: Vorhandensein von Verkehrsbehinderungen

Sicherheit



Abbildung 140: Kreisverkehr I I-11 Kollisionsdiagramm

Das Unfallgeschehen am Kreisverkehr ist überdurchschnittlich hoch. Im Untersuchungszeitraum von 2012 bis 2014 ereigneten sich insgesamt 11 Unfälle mit Personenschaden. An vier Unfällen waren Radfahrer beteiligt. Dabei wurden ein Radfahrer schwer und drei Radfahrer leicht verletzt. Zwei von den Unfällen ereigneten sich beim Queren auf der Radfahrerüberfahrten – einen beim Queren der Zufahrt und einen beim Queren der Ausfahrt. Der andere Unfall, der sich in der Ausfahrt ereignete, war ein Sturz vom Fahrzeug. Der letzte Unfall mit Radfahrerbeteiligung ist aufgrund sonstigen Missgutachtungen auf der Kreisfahrbahn passiert.

Die Unfallrate beträgt 0,62 Unf./10⁶Kfz und die Unfallkostenrate beträgt 7424 €/10⁶Kfz. Die beiden Unfallkenngrößen übersteigen stark die mittleren Werte, die in Kapitel 3.3.3.2 berechnet wurden.

II-3 Gänserndorf (Wiener Straße (B 8) / Hauptstraße (B 220) / Siebenbrunner Straße (L 9))



Abbildung 141: Kreisverkehr II-3 Gänserndorf (Wiener Straße (B 8) / Hauptstraße (B 220) / Siebenbrunner Straße (L 9))¹²²

Der Kreisverkehr befindet sich im Ortsgebiet des Dorfes Gänserndorf und verbindet die Landesstraßen Wiener Straße B8, Hauptstraße B220 und Siebenbrunner Straße L9. Der Außendurchmesser ist 33,40m. Der 6,50 breite Kreisring setzt sich aus einer 4,50m breiten Fahrbahn ein 2,00m breiter gepflasterter Innenring zusammen.

Die Kreisverkehrsanlage ist mit etwa 18500 Kfz/24h stark belastet. Die Radverkehrsstärken betragen ca. 200 Rad/24h und befinden sich im mittleren Belastungsniveau der untersuchten Kreisverkehre. Das Fußgängeraufkommen ist mit 240Fg/24h auch mittel.

¹²² Google Earth

Rund um die Kreisverkehrsanlage sind gemeinsame Geh- und Radwege angelegt. Nur im nördlichen Arm werden diese Anlagen getrennt geführt. Außerhalb des nördlichen Armes sind alle anderen Querungsstellen sowohl mit Schutzwegen als auch mit Radfahrerüberfahrten ausgestattet.



Abbildung 142: Kreisverkehrsanlage II-3 - Innenring



Abbildung 143: Kreisverkehrsanlage II-3 – Schutzweg und Radfahrerüberfahrt (östlicher Arm)



Abbildung 144: Fahrrad bzw. Fußgänger-Schutzanforderungen in der östlichen Ausfahrt.

Zusätzlich wurden unmittelbar an der Schutzweg und Radfahrerüberfahrt in der östlichen Ausfahrt der Kreisverkehrsanlage, Fahrrad- bzw. Fußgänger Schutzeinrichtungen errichtet.

Breitenverhältnisse

Mit einer Breite von 1,00 m erfüllt die Radfahrerüberfahrt im westlichen Arm die Mindestanforderung nicht. Alle anderen Breiten erfüllen die vorgeschriebenen Anforderungen.

Sichtbeziehungen

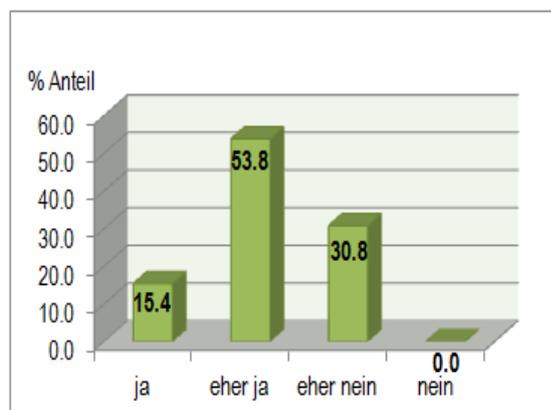


Abbildung 145: Sichtbeziehungen im Bereich der Kreisverkehr

Im Bereich der Kreisverkehrsanlage sind die Sichtbeziehungen gut. 13 Personen wurden nach den Sichtbeziehungen, der Verkehrstechnik und die Verkehrsbehinderungen gefragt. Das Ergebnis der Frage, ob alle Verkehrsbeteiligten im Kreisverkehr gut sichtbar sind haben fast 70% der Befragten positiv geantwortet.

Verkehrstechnik

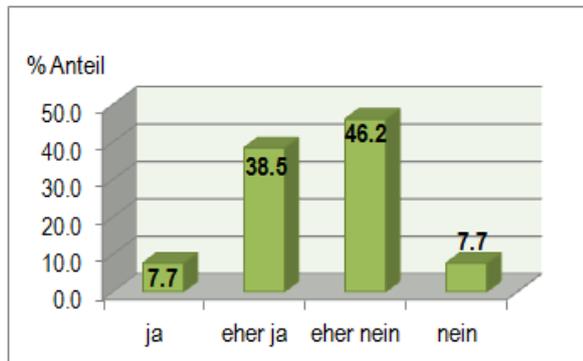


Abbildung 146: Erkennbarkeit, Sichtbarkeit, Eindeutigkeit und Zustand der Bodenmarkierung

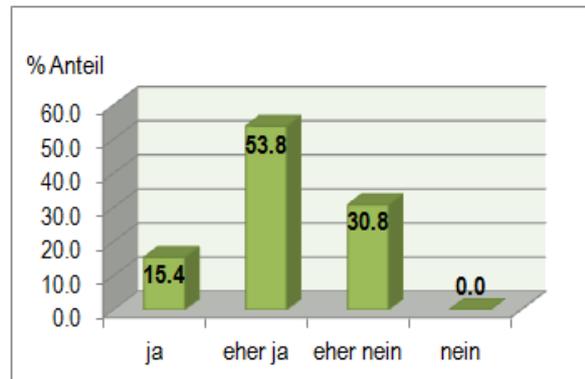


Abbildung 147: Erkennbarkeit, Sichtbarkeit, Eindeutigkeit und Zustand der Beschilderung

Das größere Teil der Befragten ist der Meinung, dass die Bodenmarkierung eher nicht gut erkennbar, eindeutig und nicht in gutem Zustand ist. Bezüglich der Beschilderung meinen die Meisten, dass diese eher gut erkennbar, eindeutig und sichtbar ist und bewerten der Zustand als gut.

Komfort



Abbildung 148: Einrichtungsradweg – nördlicher Arm

Der Fahrkomfort beim mehrmaligen Befahrung der Kreisverkehrsanlage wird als genügend bewertet. Abbildung 148 stellt der Zustand der Bodenmarkierung und die starke Bepflanzung der Einrichtungsradweg in dem nördlichen Arm der Knotenpunkt dar. Der Verkehrsraum der Radfahrenden ist durch die Bepflanzung stark verengt.

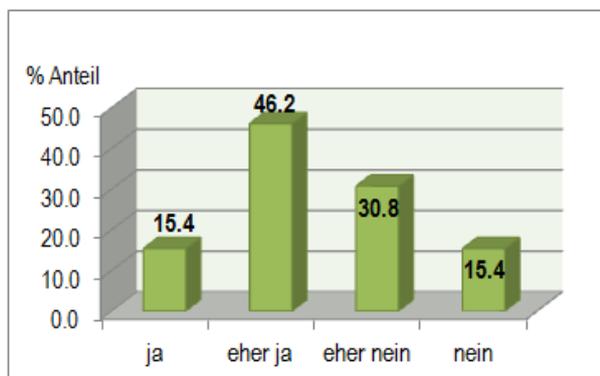


Abbildung 148: Vorhandensein von Verkehrsbehinderungen

Die Meisten der Befragten sind auch der Meinung, dass es im Bereich der Kreisverkehrsanlage Verkehrsbehinderungen gibt.

Sicherheit

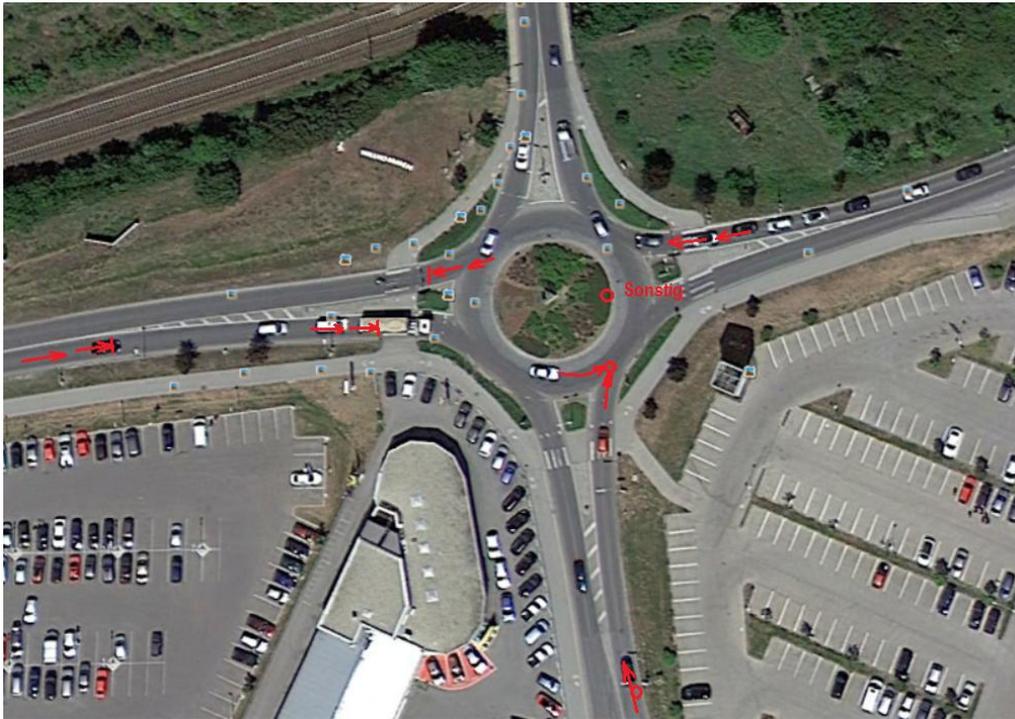


Abbildung 149: Kreisverkehr I I-3 - Kollisionsdiagramm

In Abbildung 149 ist das Kollisionsdiagramm des Kreisverkehrs dargestellt. Im Erhebungszeitraum haben sich insgesamt 7 Unfälle mit Personenschäden ereignet. Kein Radfahrer wurde verletzt. Als Grund des Unfalls in der westlichen Ausfahrt (Unfalltyp 161: Auffahren im Kreuzungsbereich auf stehendes Fahrzeug) wurde ein auf der Radfahrerüberfahrt querender Radfahrer festgestellt. Die Unfallrate ist mit 0,35 Unf./10⁶Kfz durchschnittlich. Aufgrund der hohen Anzahl der leicht Verletzten und die zwei schwer Verletzte sind die mittlere Unfallkostenrate mit 9566€/10⁶Kfz deutlich überdurchschnittlich.

5.2.3 Kreisverkehre mit benachrangten Kreisumlaufenden Geh – und Radwege

Die folgenden Kreisverkehrsanlage wurde in der Detailuntersuchung einbezogen:

- Tulln an der Donau (Königstetter Straße (L 120)/ B 14 / L 2136) – III-8

III-8: Tulln an der Donau (Königstetter Straße (L 120)/ B 14 / L 2136)



Abbildung 150: Kreisverkehr III-8 Tulln an der Donau (Königstetter Straße (L 120) / B 14 / L 2136)¹²³

Der fünfarmige Kreisverkehr befindet sich im Freiland im Osten der Stadt Tulln. Dieser Knotenpunkt verbindet die Landesstraßen B 14, Königstetter Straße (L 120) und L 2136 und ist Teil der Tullner Südumfahrung.

Dieser Kreisverkehr verfügt über einen Außendurchmesser von 45,00m. Der 7,50 breite Kreisring unterteilt sich in eine 5,50m breite Kreisfahrbahn und einen 2,00m nur markierten Innenring.



Abbildung 151: Kreisverkehrsanlage III-8 – Innenring und südwestliche Einfahrt

Das Verkehrsaufkommen beträgt ca. 18000 Kfz/24h und ist überdurchschnittlich hoch. Das Radverkehrsaufkommen beträgt etwa 160 Rad/24h und das Fußgängeraufkommen ist mit etwa 50 Fg/24h vergleichsweise gering.

¹²³ Google Earth

In den östlichen und südwestlichen Armen sind gemeinsame Geh- und Radwege angelegt. Die Querungsstellen, die drei Arme des Kreisverkehrs quert (östlicher, südöstlicher und südwestlicher Arm) sind mit keinem Schutzweg bzw. keiner Radfahrerüberfahrt ausgestattet und durch das Vorschriftzeichen Halt geregelt.

Breitenverhältnisse

Alle Breitenverhältnisse erfüllen die Mindestvoraussetzungen und sind grundsätzlich komfortabel.

Sichtbeziehungen

Im Bereich der Kreisverkehrsanlage sind keine Sichtbehinderungen vorhanden. An der Fragestellung zu dem konkreten Kreisverkehr haben 8 Personen teilgenommen.

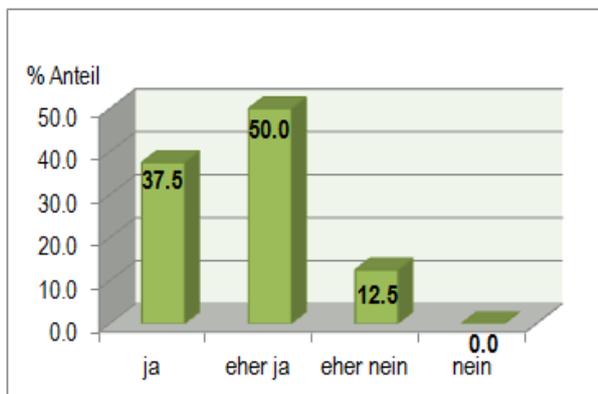


Abbildung 152: Sichtbeziehungen im Bereich der Kreisverkehr

Diese wurden nach den Sichtbeziehungen im Kreisverkehr gefragt. Auf die Frage, ob alle Verkehrsteilnehmer bzw. herannahende Verkehrsteilnehmer (insbesondere Radfahrern) im Kreuzungsbereich sichtbar sind, hat nur einer der Befragten mit eher nein bzw. geantwortet.

Verkehrstechnik

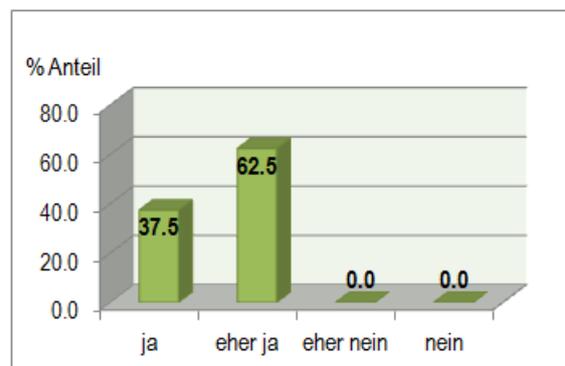
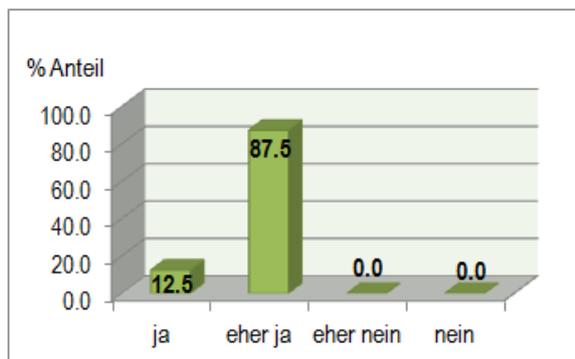


Abbildung 153: Erkennbarkeit, Sichtbarkeit, Eindeutigkeit und Zustand der Bodenmarkierung (links) bzw. der Beschilderung (rechts)

Alle Befragten haben die Erkennbarkeit, Sichtbarkeit, Eindeutigkeit und Zustand der Bodenmarkierung und der Beschilderung positiv bewertet.

Komfort

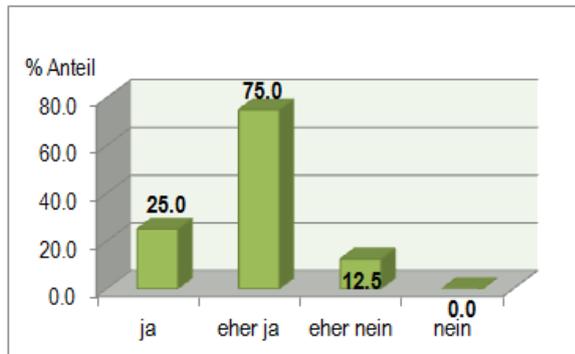


Abbildung 154: Vorhandensein von Verkehrsbehinderungen

Der Fahrkomfort bei der mehrmaligen Befahrung der Kreisverkehrsanlage wird sehr gut bewertet.

Die Meisten der Befragten sind auch der Meinung, dass es im Bereich der Kreisverkehrsanlage keine Verkehrsbehinderungen gibt.

Sicherheit

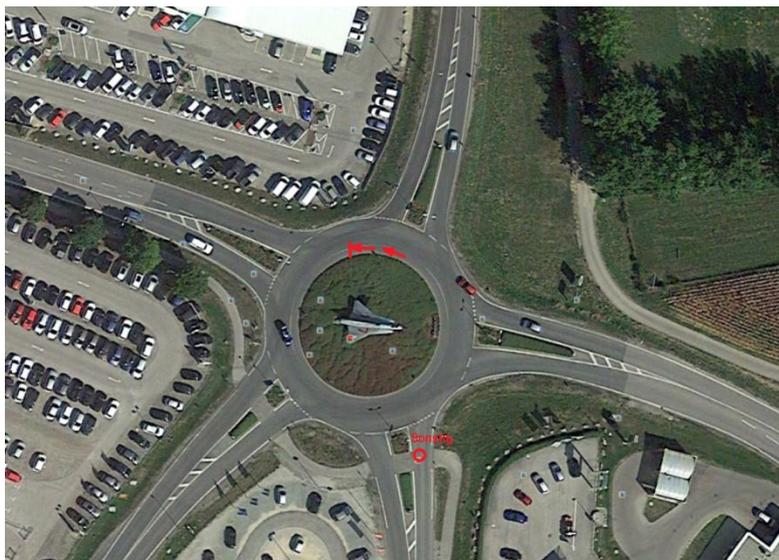


Abbildung 155: Kreisverkehr III-8 - Kollisionsdiagramm

Im Untersuchungszeitraum wurden insgesamt 2 Unfälle mit Personenschaden verzeichnet. An keinem der registrierten Unfälle waren Radfahrer beteiligt.

Die mittlere Unfallrate mit $0,13 \text{ Unf./}10^6 \text{ Kfz}$ und die mittlere Unfallkostenrate mit $485\text{€}/10^6 \text{ Kfz}$ liegen stark unter der mittleren Grenze der Unfallkenngrößen der untersuchten Kreisverkehre.

5.3 Kreisverkehre mit Mischverkehr

5.3.1 Nutzung der Verkehrsanlage und Akzeptanz der Radverkehrsführung

Nutzung der Kreisfahrbahn

Der Anzahl der Radfahrer, die die Kreisfahrbahn benutzen ist sehr unterschiedlich. Der höchste Anteil der Kreisfahrbahnbenutzer ist mit 68% aller Radfahrer im Mini Kreisel in Tulln an der Donau zu beobachten.



Abbildung 156: Kreisverkehr IV-12 - Benutzung der Kreisfahrbahn statt der vorgeschriebenen Radfahrerüberfahrt in den östlichen Arm

Viele Radfahrer verzichten auf die Benutzung des vorgeschriebenen gefärbten gemeinsamen Schutzweg und der Radfahrerüberfahrt. Sie kommen direkt auf der Fahrbahn an und benutzen im Kreisel die Kreisfahrbahn statt der Überfahrt.

Auf Abbildungen 156 und 157 sind diese Radfahrende dargestellt.



Abbildung 157: Kreisverkehr IV-12 - Benutzung der Fahrbahn statt des gemeinsamen Geh- und Radwegs in den östlichen Arm

Erheblich niedriger ist der Anteil der Kreisfahrbahnfahrer in den anderen zwei Kreuzungen. 41% der Radfahrenden in den Kreisverkehrsanlagen in Wiener Neustadt (I-14) benutzen die Kreisfahrbahn. In Bad Vöslau (I-2) sind diese nur 18% aller Radfahrer. Dabei wurde ein Zusammenhang zwischen der Kfz-Belastung und der Benutzung der Kreisfahrbahn durch Radfahrer festgestellt – je höher das Verkehrsaufkommen ist, desto geringer ist die Akzeptanz des Mischverkehrs durch Radfahrer. Ein Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein der

Radverkehrsanlagen in den Armen der Kreisverkehre und der Benutzung der Kreisfahrbahn ist auch zu beobachten – wenn es in allen Armen der Kreisverkehr Radverkehrsanlagen gibt, steigt die Anzahl der Kreisfahrbahnfahrer.

Abbildung 158 verdeutlicht diese Zusammenhänge.

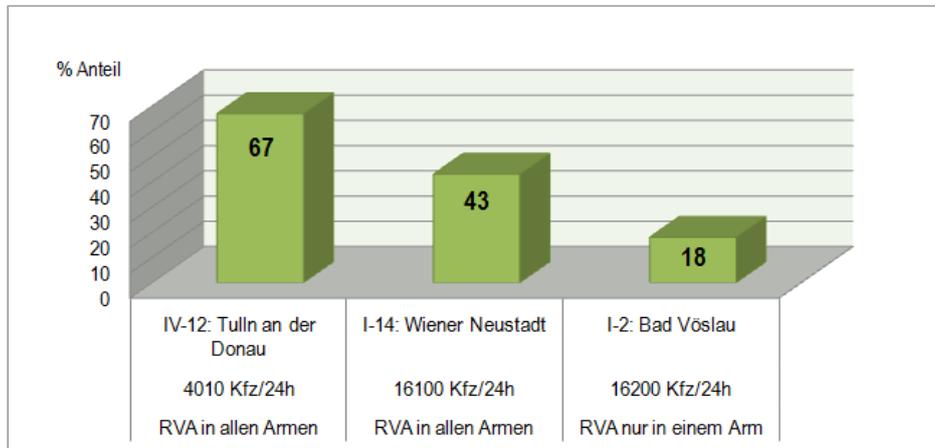


Abbildung 157: Zusammenhang zwischen JDTV, Anzahl der Radverkehrsanlagen in den Kreisverkehrsarmen und dem Anteil der Radfahrer auf der Kreisfahrbahn

Der bleibende Prozentanteil teilt sich in 2 Gruppen. Die meisten Radfahrer nähern sich dem Kreisverkehr auf der Radanlagen (Radwege, Radstreifen) und fahren vor dem Kreisverkehr in den Zufahrten auf den Gehwegen und umfahren den Kreisverkehr auf dem Gehweg. Die anderen nähern sich auf der Fahrbahn an und queren die Arme der Kreisverkehr auf den Gehwegen.

Falschfahrer auf der Kreisfahrbahn

Zwei Falschfahrten wurden im Beobachtungszeitraum beobachtet. Zwei nacheinander fahrende Radfahrer befuhren die Mini-Kreisverkehrsanlage in Tulln an der Donau entgegen der vorgeschriebenen Fahrtrichtung. Wegen der schwachen Kfz-Verkehrsbelastungen kam es zu keiner Unfallsituation. Abbildung 158 verdeutlicht die Falschvorgänge.



Abbildung 158: Fahren entgegen der vorgeschriebenen Fahrtrichtung

5.3.2 Flächenbelegung durch Radfahrer auf der Kreisfahrbahn

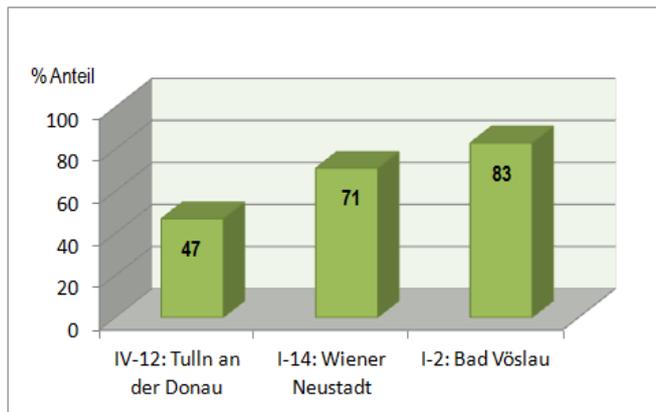


Abbildung 159: Anteil der Außenfahrer auf der Kreisfahrbahn

Die Fläche der Kreisfahrbahn wurde in drei Abschnitte unterteilt – Außen, Mitte und Innen. Die Untersuchungen zeigen, dass die meisten Radfahrenden den äußeren Teil der Kreisfahrbahn benutzen. Abbildung 159 zeigt die Anteile der Außenfahrer auf der Kreisfahrbahn. In den beobachteten Kreisverkehrsanlagen

ist der folgende Zusammenhang zu beobachten – der Anzahl der Außenfahrer steigt proportional mit der Erhöhung der Kfz-Belastungen.

5.3.3 Regelverstöße, auffälliges Verhalten, Interaktionen

Überholvorgänge

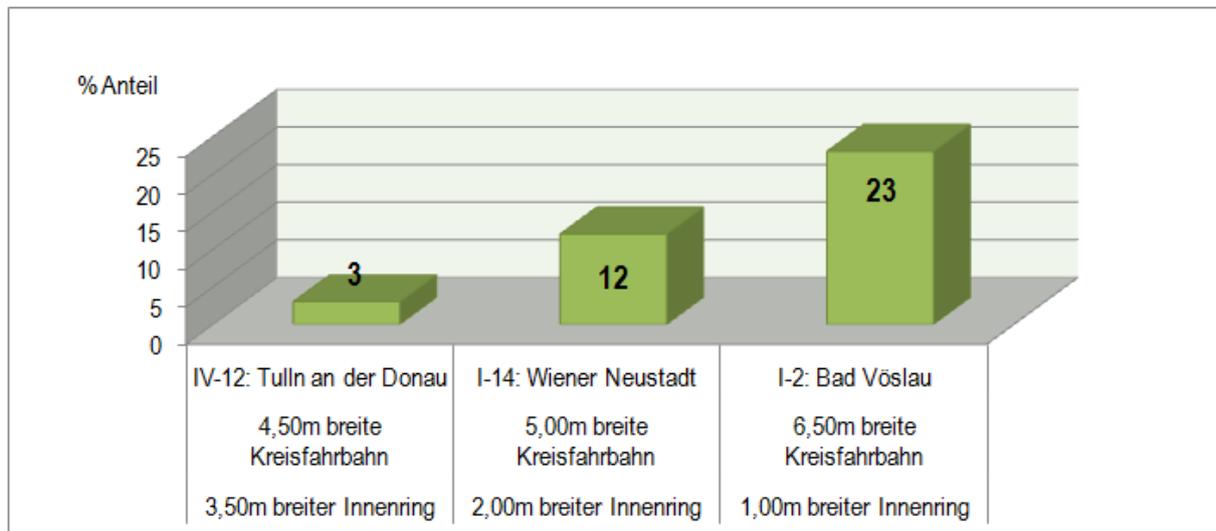


Abbildung 160: Anteil der Überholvorgänge

Das Überholen der Radfahrenden durch Kfz-Lenker auf der Kreisfahrbahn ist nur dann zu beobachten, wenn die Radfahrer im äußeren Abschnitt der Kreisfahrbahn fahren. Abbildung 160 zeigt die Anteile der Überholvorgänge bezogen auf die Anzahl der außenfahrenden Radfahrer.

Bei der Kreisverkehrsanlage in Bad Vöslau ist der größte Anteil der Überholvorgänge zu beobachten. Dieser Kreisverkehr besitzt der breiteste Kreisfahrbahn (6,50m) und sein sehr schmaler und schräger Innenring kann nur in Ausnahmefällen von

Lastkraftwagen befahrt werden. Mit der Reduzierung der für Pkw befahrbare Breite der Kreisfahrbahn (je schmaler der Kreisfahrbahn ist bzw. je breiter der Innenring ist), verringert sich der Anteil der Überholvorgänge.

Konflikträchtige Situationen

In den beobachteten Kreisverkehren wurde nur eine konflikträchtige Situation (in Bad Vöslau) beobachtet:

Aufgrund der breiten Fahrbahn (5,00m) wurde einen Radfahrer von einem Kraftfahrer in der Einfahrt des Kreisverkehrs überholt. Abbildung 161 stellt diese Situation dar.



Abbildung 161: Konflikträchtige Situation

Querung der Schutzwege

Das größte Teil der Radfahrer, die die Kreisverkehrsarme an den Fußgängerquerungsstellen überqueren, hielten vor der Schutzweg nicht. Selten wurde ein Absteigen und Schieben des Fahrrads beobachtet.

5.3.4 Schlussfolgerungen

- Je höher des Kfz-Verkehrsaufkommen ist, desto niedriger ist der Anteil der Radfahrer, die die Kreisverkehrsanlage im Mischverkehr befahren.
- Mit der Zunahme des Kfz-Verkehrslastung steigt der Anzahl der Radfahrende, die den Kreisverkehr am äußeren Rand befahren.
- Je breiter der Kreisfahrbahn ist bzw. je schmaler der Innenring ist, desto größer ist der Anteil der Überholvorgänge durch Kraftfahrer bezogen auf den Anteil der Ausenfahrer.
- Die Radfahrer, die die Kreisverkehrsarme an den Fußgängerschutzweg queren, kamen in den Einfahrten auf den Gehwegen an.

5.4 Kreisumlaufende Radwege (Geh- und/oder Radwege) mit markierter Radfahrerüberfahrt mit Vorrang

5.4.1 Nutzung der Verkehrsanlage und Akzeptanz der Radverkehrsführung

Nutzung der Kreisfahrbahn

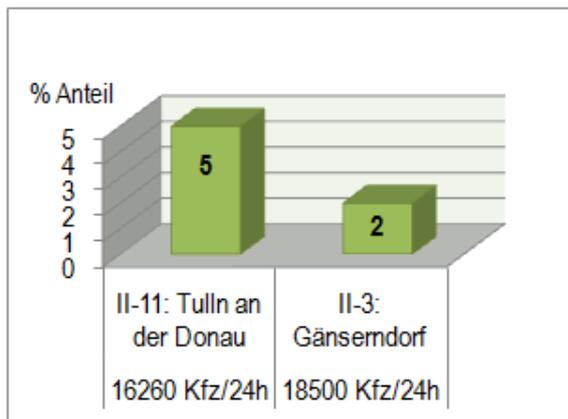


Abbildung 162: Benutzung der Kreisfahrbahn durch Radfahrer

Generell ist die Nutzung der Kreisfahrbahn beim Befahren der Kreisverkehrsanlage sehr niedrig. Dabei ist zu beobachten, dass im niedriger belasteten Kreisverkehr der Anteil der Radfahrer, die die Kreisfahrbahn benutzen, ist größer.

Im Beobachtungszeitraum befuhren keine Radfahrer die Kreisfahrbahn entgegen der vorgeschriebenen Fahrrichtung.

Verhalten der Radfahrer an der Querungsstellen

Bevor die Radfahrenden an der Radfahrerüberfahrt die Kreisverkehrsarme querten, hielten 4% (Tulln an der Donau) bis zum 9% (Gänserndorf) von denen an der Querungsstelle an. Nur in Ausnahmefällen (von 1% bis zum 5%) wurde das Fahrrad über die Fahrbahn geschoben.

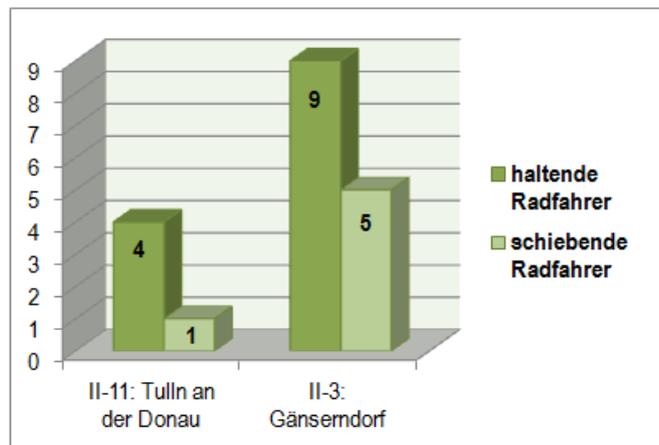


Abbildung 163: Anteil der haltenden und schiebenden Radfahrer an der Querungsstellen

5.4.2 Schlussfolgerungen

- Die Radfahrer benutzen die Kreisfahrbahn nur in Ausnahmefällen. Der folgende Zusammenhang ist zu beobachten – je höher die Kfz-Verkehrsbelastungen sind, desto weniger Radfahrer befuhren die Kreisfahrbahn.

- Die Akzeptanz der Vorfahrtregelung an Querungsstelle ist gut und die meisten Radfahrer benutzen die Radfahrerüberfahrt selbstbewusst und halten selten vor dem Queren an. Der Anteil der haltenden und schiebenden Radfahrer ist allerdings für die verschiedene Kreisverkehrsanlagen verschieden.
- Die Vorrangverhältnisse an der Querungsstellen wurde auch von den Kfz-Lenker gut akzeptiert.

5.5 Kreisumlaufende Radwege (Geh- und/oder Radwege) mit vorfahrtrechtlicher Unterordnung der Radfahrer an den Querungsstellen

5.5.1 Nutzung der Verkehrsanlage und Akzeptanz der Radverkehrsführung

Nutzung der Kreisfahrbahn

Die Kreisfahrbahn der untersuchten Kreisverkehrsanlage III-8 in Tulln an der Donau wurde nur von 2% der Radfahrer befahren. Im Beobachtungszeitraum befuhren keine Radfahrer die Kreisfahrbahn entgegen der vorgeschriebenen Fahrrichtung.

Verhalten der Radfahrer an der Querungsstellen

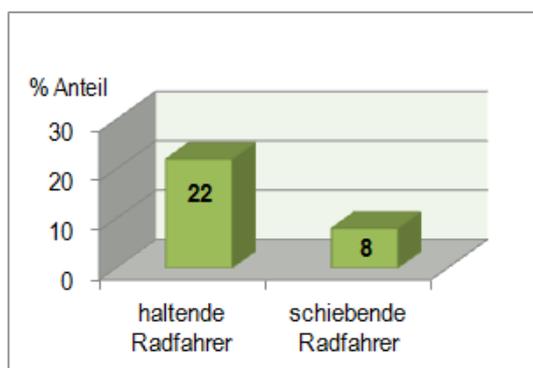


Abbildung 164: Anteil der haltenden und schiebenden Radfahrer an der Querungsstellen

Der Anteil der Radfahrer, die vor der Querungsstelle anhielten beträgt 22% aller Radfahrer und ist deutlich größer als jener, die vor bevorrechtigten Querungsstellen anhielten. Mit 8% ist auch der Anteil der Radfahrer, die ihr Fahrrad beim Queren schieben größer im Vergleich zum Anteil der schiebenden Radfahrer mit Vorrang.

5.5.2 Auffälliges Verhalten

Bei der Beobachtung des Knotenpunktes wurde festgestellt, dass die Radfahrer aufmerksam und weniger selbstbewusst die Querungsstelle annähern. Viele Kraftfahrer verzichteten auf ihren Vorrang. Auf Abbildung 165 ist die Kommunikation mittels Handzeichen zwischen einem Radfahrer und der herannahenden Kraftfahrer dargestellt.



Abbildung 165: Kommunikation zwischen den Verkehrsteilnehmern

5.5.3 Schlussfolgerungen

- Die Akzeptanz der Führungsform ist auch wie jene bei bevorrechtigten Radfahrerüberfahrten hoch.
- Der Anteil der Radfahrer, die an der Querungsstelle anhalten oder das Fahrrad schieben ist höher als an Querungsstellen mit Vorrang der Radverkehr.
- Die Radfahrer sind aufmerksam und beobachten die Verkehrssituation beim Annähern der Querungen. Eine Kommunikation zwischen den Verkehrsteilnehmer ist bei Bedürfnis vorhanden.
- Viele Kfz-Lenker verzichten auf ihre Vorfahrt.

6 Zusammenfassung und Empfehlungen

In Rahmen der Arbeit werden die folgenden Schwerpunkte gelegt:

- Literaturrecherche der internationalen Fachliteratur zu den Themen “Radverkehr im Kreisverkehr“ und “Verkehrssicherheit“;
- Auswertung der amtlichen Unfallstatistik;
- Analyse des Unfallgeschehens an 14 Kreisverkehrsanlagen in Grenzen des Bundeslandes Niedeösterreich;
- Auswertung der Akzeptanz von Kreisverkehrsanlagen durch Radfahrer mittels einer Umfrage, durchgeführt im Bereich der Beobachtungsstellen;
- Verkehrsverhaltensbeobachtungen an 6 Kreisverkehre und verkehrstechnischer Bewertung der Knotenpunkt und der Radverkehrsführungform.

Ergebnisse der Auswertung der amtlichen Unfallstatistik

Mittels Unfalldaten, abgerufen vom Kuratorium für Verkehrssicherheit lassen sich sie folgenden Aussagen zusammenfassen:

- Im Jahr 2011 sind Radfahrer 17.4% von allen Unfallteilnehmern in den Kreisverkehren. Verletzte Radfahrende sind 14.9%. Leider betragen Radfahrer 40% aller tödlich Verunglückte.
- Gemäß der Unfalldaten der Jahre 2008 bis 2014 nehmen die verletzten Radfahrer einen Anteil von 13,2% aller Verletzte und 11,2 % aller Getöteten. Die Radfahrer stehen an zweiter Stelle mit 23,4% nach den Motorradfahrern hinsichtlich des Anteils Getöteter und Schwerverletzter an allen Verunglückten in Österreich im Jahr 2013. Über die Jahre bleibt der prozentualler Anteil der Unfälle mit Radfahrerbeteiligung getrennt nach Kreuzungsarten relativ konstant, wobei an Kreisverkehren circa 6% aller Unfälle passiert sind, während der Anteil bei den signalisierten, vorfahrtgeregelten und sonstigen Knotenpunkten wie folgt 16%, zwischen 39% und 44% und zwischen 35% und 40% beträgt.

Ergebnisse der Unfallanalyse

An insgesamt 14 Kreisverkehrsanlagen wurde eine Unfallanalyse mit Hilfe von Daten durchgeführt, überlassen vom Amt der NÖ Landesregierung; Bundesanstalt Statistik Österreich, Direktion Raumwirtschaft, Straßenverkehrssicherheit und die Abteilung Verkehrsorganisation und technische Verkehrsangelegenheiten (MA 46).

An den untersuchten Kreisverkehren ereigneten sich 96 Unfälle mit Personenschaden. Die folgenden Ergebnisse lassen sich zusammenfassen:

- Die Kreisverkehre erweisen sich als eine sichere Knotenpunktform. Die mittleren Unfallkenngrößen ($Ur = 0,37[\text{Unf.}/10^6 \text{ Kfz}]$, $Kr = 3821[€/10^6 \text{ Kfz}]$) sind niedriger im Vergleich zu jenen von signalisierten Kreuzungen.
- Radfahrer waren an 30,2% Unfälle beteiligt. Bei den verschiedenen Radverkehrführungsformen unterscheiden sich die häufigsten Unfalltypen. Bei gemeinsamer Führung der motorisierten und nicht motorisierten Verkehr auf der Kreisfahrbahn sind häufigst beobachteten Unfälle Kollision beim Abbiegen, die sich auf der Kreisfahrbahn und in den Ein- und Ausfahrten ereignen. Der häufigst ereignete Unfalltyp bei bevorrechtigten kreisumlaufenden Radwegen bzw. Geh- und Radwegen ist Unfalltyp 951 – Kollision beim Queren.
- Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Außendurchmesser und der Anzahl der Knotenpunktarme von Kreisverkehrsanlagen und den Unfallkenngrößen.
- Die Verkehrssicherheit an Kreisverkehren ist von der Führungsform der Radfahrer beeinflusst. Kreisverkehren mit Mischverkehr und an diesen mit untergeordneten Querungsstellen weisen deutlich niedrigere Unfallkenngrößen im Vergleich zu Kreisverkehren mit Überordnung des Radverkehrs auf.

Ergebnisse der Umfrage

Um die Akzeptanz der Kreisverkehre und der Führungsform des Radverkehrs zu bewerten wurde eine Umfrage durchgeführt. Fast 65% aller Befragten 112 Personen benutzen das Fahrrad täglich für den Weg zur Arbeit, zum Einkaufen und in der Freizeit zu jeder Jahreszeit und finden die Fahrradnutzung sehr wichtig. Die folgenden Schlussfolgerungen lassen sich zusammenfassen:

- Die Kreisverkehrsanlagen sind eine sichere Knotenpunktform mit guten Sichtbeziehungen, die weder Vor- noch Nachteile für Radfahrende aufweist. In Kreisverkehren kommt es öfter zu Konflikten zwischen motorisierten und nicht motorisierten Verkehr als bei ampelgeregelten Kreuzungen.
- Trotz der höheren Unfallkenngößen fühlen sich 63,4% der Radfahrer sicherer auf bevorrechtigten umlaufenden Radwegen sowie Geh- und Radwegen als im Mischverkehr auf der Kreisfahrbahn oder auf Radwegen mit Nachrang des Radverkehrs. Die Hälfte der Befragten schätzt das Queren auf bevorrangten Radfahrerüberfahrten als sicherer im Vergleich zum Queren auf benachrangten Querungsstellen für Radfahrer ein.
- Die Meisten Radfahrer benutzen beim Fahren im Mischverkehr den äußere Rand der Kreisfahrbahn und fühlen sich in Ein- und Ausfahrten sowie auf der Ringfahrbahn am meistens bedroht.

Ergebnisse der Feldbeobachtungen

Das Verkehrsgeschehen an sechs Kreisverkehrsanlagen wurde an einem mittleren Wochentag im Zeitraum von 7:00 bis 19:00 Uhr beobachtet. Die folgenden Ergebnisse lassen sich zusammenfassen:

- Kreisverkehre mit Mischverkehr – es wurde behauptet, dass mit der Erhöhung der Kfz-Verkehrsbelastungen verringert sich der Anzahl der Radfahrer, die den Kreisverkehr im Mischverkehr befahren. Mit der Zunahme des Kfz-Verkehrsbelastung steigt der Anzahl der Radfahrende, die den Kreisverkehr in dem äußeren Rand befahren. Wenn nicht jeder Arm der Kreisverkehrsanlage mit Radfahranlagen ausgestattet ist, benutzen mehr Radfahrende die Gehwege und die Fußgängerschutzwege. Die breite Kreisfahrbahn sowie die breiten Ein- und Ausfahrten begünstigen die Überholvorgänge, die wiederum zu gefährlichem Schneiden der Radfahrer von den Kfz-Lenker im Bereich der Ausfahrten führen. Die Radfahrer, die die Kreisverkehrsarme an den Fußgängerschutzweg queren, kamen in der Einfahrten auf den Gehwegen an.
- Kreisverkehre mit bevorrechtigten umlaufenden Radwegen – dieser Führungsart ist von den Radfahrer gut akzeptiert. Sie benutzen die Kreisfahrbahn nur in Ausnahmefällen. Der folgende Zusammenhang ist zu beobachten – je höher die Kfz-Verkehrsbelastungen sind, desto weniger

Radfahrer befahren der Kreisfahrbahn. Die Radfahrer benutzen der Radfahrerüberfahrt selbstbewusst und halten selten vor der Queren an. Die Vorrangverhältnisse werden von den Kraftfahrer gut akzeptiert.

- Kreiverkehre mit benachrangten umlaufenden Radwegen – die Führungsform des Radverkehrs ist gut wieder gut akzeptiert. Der Anteil der Radfahrer, die an der Querungsstelle anhalten oder das Fahrrad schieben ist höher als an Querungsstellen mit Vorrang der Radverkehr. Radfahrer sind aufmerksam und beobachten die Verkehrssituation beim Annähern der Querungen. Eine Kommunikation zwischen den Verkehrsteilnehmer ist bei Bedürfnis vorhanden. Viele von den Kfz-Lenker verzichten auf ihren Vorrang.

Empfehlungen

Führung der Radfahrer im Mischverkehr

Die Führung des Radverkehrs gemeinsam mit dem motorisierten Verkehr auf der Kreisfahrbahn ist bei niedrigen bzw. mittleren Verkehrsbelastungen (bis ca. 15000 Kfz/24h) zu empfehlen, weil mit dem Ansteigen der Kfz-Verkehrsbelastungen erhöht sich der Prozentanteil der Fälle, in denen die Radfahrer der Gehweg und der Schutzweg befahren. Bei der Planung der Kreisverkehrsanlage muss auch der hohe Anteil der Radfahrer, die die Kreisfahrbahn vermeiden, unter Acht genommen werden. Das innen liegende Drittel der Kreisfahrbahn soll etwa 5 cm baulich angehoben werden. Dieser Niveauunterschied verhindert die direkte Durchfahrt von Pkw und das Überholen von Radfahrern.

Kreisumlaufende Radwege bzw. Geh- und Radwege

Obwohl die Kreisverkehre mit umlaufenden bevorrechtigten Radwegen am wenigsten sicher im Vergleich zu den anderen Führungsformen des Radverkehrs sind, bewerten die Radfahrer dieser Führungsform als sicher und sehr gut akzeptabel. Die Führung des Radverkehrs auf Radwegen ist bei höheren Verkehrsbelastungen zu empfehlen, auch in den Zufahrten, wo Radwege vorhanden sind und wenn die anderen Kreisverkehre im Stadtgebiet ebenfalls mit Radwegen betrieben sind.

LITERATURVERZEICHNIS

Alrutz D., Stellmacher-Hein J.: *Fußgänger- und radfahrerfreundliche Gestaltung von kleinen Kreiverkehrsplätzen im Innenortsbereich*, Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung, 2002

Amt der Oö. Landesregierung: Standards für Kreisverkehre an oö- Landesstraßen, Land Oberösterreich, 2007

BGBI Nr. 848/1995 Verordnung des Bundesministers für öffentliche Wirtschaft und Verkehr über Bodenmarkierungen (Bodenmarkierungsverordnung), Fassung vom 27.11.2014

Bondzio L., Ortlepp J., Scheit M., Voß H., Weinert R.: *Verkehrssicherheit innenörtlicher Kreisverkehre*, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V., Forschungsbericht VI 05, Berlin 2012

Bondzio L.: *Aktuelles zur Planung, Gestaltung und Sicherung von Kreisverkehren*, Brilon Bondzio weiser Ingenieurgesellschaft für Verkehrswesen mbH, 2001

BMVIT: *Radverkehr in Zahlen*, Bundesministerium für verkehr, Innovation und technologie, 2. Auflage 2013

BSU: *Planungshinweise für straßenwesen, Teil 5, Knotenpunkte, II Kreisverkehre*, Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für stadtentwicklung und Umwelt, Hamburg 2008

C.R.O.W.: *Radverkehrsplanung von A bis Z*, Institut für Normung und Forschung im Erd-, Wasser- und Straßenbau und in der Verkehrstechnik – Niederlande, 1994

Daniels S., Nuyts E., Wets G.: *The effects of roundabouts on traffic safety for bicyclists: An observational study*, Hasselt University, Transportationresearch Institute, Belgium 2007

Dill J., McNeil N.: *Four types of cyclists*, Working paper, 2012

FSV: RVS 02.02.21: *Verkehrssicherheitsuntersuchung*, Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße, Schiene, Verkehr, Wien 2015

FSV: RVS 02.02.22: *Verkehrssicherheit, Verkehrskonfliktuntersuchungen*, Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße, Schiene, Verkehr, Wien 2015

FSV: RVS 03.02.13: *Radverkehr*, Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße, Schiene, Verkehr, Wien 2009

FSV: RVS 03.05.14: *Plangleiche Knoten - Kreisverkehre*, Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße, Schiene, Verkehr, Wien 2010

Gaardbo A.: *Bicycle safety-infrastructural measures*, Road Directorate, Ministry of Transport-Denmark

Görg A: Der Kreisverkehr, ein Glossar 01/11

Hels T., Orosova-Bekkevold I.: *The effect of roundabout design features on cyclist accident rate*, Danish Transport research Institute, Technical University of Denmark, 2007

Knoflacher H.: *Verkehrsplanung für maschinenbauer*, Studienblätter zu den Vorlesungen Verkehrsplanung, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Wien, Wien 2005

Krainz D.: *Kreisverkehrsanlagen in der Steiermark. Eine „Runde Sache“*, Eine wissenschaftliche Untersuchung des Kuratoriums für Verkehrssicherheit in Zusammenarbeit mit der Steiermärkischen Landesregierung, FA 18A, Graz 2007

Meschik M.: *Planungshandbuch Radverkehr*, Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Verkehrswesen, department für Raum, Landschaft und Infrastruktur, 2008

Räsänen M, Summala H.: *Car Drivers' Adjustments to Cyclists at Roundabouts*, Traffic Research Unit, Department of Psychology, University of Helsinki, 2000

Sakshaug L., Laureshyn A., Svensson A., Hyden C.: *Cyclists in roundabouts – different design solutions*, Traffic and Road Department of Technology and Society, Faculty of Engineering, LTH, Lund University, Box 118, Lund 2010

Schepers P., Twisk D., Fishman E., Fyhri A., Jensen A.: *The dutch road to a high level of cycling safety*, Ministry of Infrastructure and the Environment, Rijswijk, The Netherlands, 2015

Slavchev P.: *Kreisverkehre und ihre Auswirkung auf den Schwerverkehr*, Diplomarbeit, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Wien, 2008

Steierwald G., Künne H., Vogt W.: *Stadtverkehrsplanung Grundlagen, Methoden, Ziele, 2., neu bearbeitete und erweiterte Auflage*, Stuttgart 2005

StVO: *Straßenverkehrsordnung*, Bundesgesetz, mit dem Vorschriften über die Straßenpolizei erlassen werden, BGBl 1960/159 idF BGBl 2010/116, Kuratorium für Verkehrssicherheit, 1. Auflage 2011

Walter E., Cavegn M., Allenbach R., Scaramuzza G.: *Fahrradverkehr Unfallgeschehen, Risikofaktoren und Prävention*, Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütungsfu, Bern 2005

ANHANG

KATEGORIE	ORT	KNOTENPUNKT	DURCHMESSER, [m]	ARME [Anzahl]	JDTV [Kfz/24h]	JDTV Rad [Rad/24h]	FG [Fg/24h]	UNFALL-DATEN
III-1	Bad Erlach	Erlacher Straße (L 142) Föhrenau Hauptstraße (L 4092)	34,20	4	9700	-	-	2012-2014
I-2	Bad Vöslau	Hansengasse Badner Straße (B 212) Industriestraße	32,50	5	16200	160	210	2012-2014
II-3	Gänserndorf	Wiener Straße (B 8) Hauptstraße (B 220) Siebenbrunner Straße (L 9)	33,40	4	18500	200	240	2012-2014
I-4	Gloggnitz	Semmeringstraße (B 27) Hoffeldstraße	27,50	4	7000	-	-	2012-2014
I-5	Horn	Stadtgraben Horner Straße (B 4) Robert-Hammerling-Straße Rathausplatz	35,00	5	12000	-	-	2012-2014
II-6	Krems an der Donau	Steiner Donaulände Doktor-Karl-Dorrek-Straße (L 7085) Ringstraße (B 35)	40,00	4	19200	-	-	2012-2014
III-7	Stockerau	Josef-Wolfkin-Straße (B 3) Donaustraße	24,80	3	5000	-	-	2012-2014
III-8	Tulln an der Donau	Königstetter Straße (L 120) B 14 L 2136	45,00	5	14000	160	50	2012-2014
I-9	Tulln an der Donau	Wiener Straße Franz-Zaut-Allee Tulner Straße (B 19a) Langenlebarner Straße (L 120) Wilhelmstraße 213	46,30	6	-	-	-	2012-2014

KATEGORIE	ORT	KNOTENPUNKT	DURCHMESSER, [m]	ARME [Anzahl]	JDTV [Kfz/24h]	JDTV Rad [Rad/24h]	FG [Fg/24h]	UNFALL-DATEN
I-10	Tulln an der Donau	Bahnhofstraße Brückenstraße Königstetter Straße (L 120) Saasdorfer Straße	8-förmig 24,00/40,00	4	16200	-	-	2012-2014
II-11	Tulln an der Donau	Wilhelmstraße L 2152	30,00	3	16260	340	320	2012-2014
IV-12	Tulln an der Donau	Rochusgasse Frauentorgasse	16,00	4	4010	510	750	2012-2014
II-13	Wiener Neustadt	Gutensteiner Straße (B 21) Grazerstraße (B 17) Wienerstraße (B 17) Lichtenwörtner Straße (B 21b)	45,00	4	15800	-	-	2012-2014
I-14	Wiener Neustadt	Neudörfler Straße (B 53) Nestroystraße	25,60	4	16100	260	190	2012-2014
I-15	Wiener Neustadt	Zehnergürtel Brunner Straße (L 4069)	33,50	4	-	-	-	2012-2014
I-16	Ybbs -Donau	Florianistraße B 35 Fabrikstraße	35,00	5	14000	-	-	2012-2014

KATEGORIE	FÜHRUNGSFORM	UNFÄLLE [Anzahl]	ANZAHL DER BETEILIGTEN NACH VERKEHRSART					UNFALLSCHWERE	UNFALLRATE Ur [Unf./10 ⁶ Kfz]	UNFALLKOSTENRATE Kr [€/10 ⁶ Kfz]
			PKW	LKW	MOTORRAD	FG	FAHRRAD			
III-1	Untergeordnete unmarkierte Querungsstelle im westlichen Arm	3	3	0	2	0	0	3 lvl	0,28	1050
I-2	Mischverkehr Radfahrstreife in südöstlichen Arm endet vor den KVA	4	3	0	1	0	2	4 lvl	0,21	763
II-3	Kreisumlaufende Geh- und Radwege mit Vorrang der Radverkehr	7	7	5	3	0	0	9 lvl 2 svl	0,35	9566
I-4	Mischverkehr	3	2	1	1	1	0	4 lvl	0,39	1939
I-5	Mischverkehr Keine Radfahranlagen	5	8	0	0	0	0	5 lvl	0,38	1414
II-6	Kreisumlaufende Radwege in den westlichen und nordwestlichen Armen	12	9	1	5	1	2	12 lvl 2 svl	0,57	9747
III-7	Kreisumlaufender Geh- und Radweg mit untergeordnete unmarkierte Querungsstelle	3	2	0	0	0	2	3 lvl	0,55	2036
III-8	Untergeordnete unmarkierte Querungsstelle im südlichen Arm	2	3	0	0	0	0	2 lvl	0,39	485
I-9	Keine Radverkehrsanlagen	13	18	2	1	1	10	16 lvl 1 svl	-	-
I-10	Mischverkehr: RFS beginnen nach den KVA (östlichen Arm) Gemischter Geh- und Radweg endet vor den KVA	7	7	0	1	2	3	7 lvl	0,39	1466
II-11	Kreisumlaufende Geh- und Radwege mit markierter RF Überfahrt	11	14	0	1	1	4	14 lvl 1 svl	0,62	7424

IV-12	Mischverkehr: Radweg im nordlichen Arm endt vor den KVA + Radfahrerüberfahrt	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II-13	Kreisumlaufender Radweg mit RF Überfahrt in westlichen Arm	13	21	1	2	0	1	11 lvl 2 svl	0,75	11630
I-14	Mischverkehr: Radweg in ostlichen endet vor den KVA und beginnt nach den KVA+ umlaufender RW	3	3	0	1	0	2	2 lvl 1 svl	0,17	4969
I-15	Mischverkehr	4	7	0	1	0	1	8 lvl	-	-
I-16	Mischverkehr	6	5	0	2	0	2	6 lvl	0,39	1454

Standort: _____
Kreisverkehrsanlage: _____
Datum: _____

Uhrzeit: _____

Diese Umfrage dient zur Datenerhebung zum Thema „Radverkehrsführung an Kreisverkehren“
Angefertigt von: Staveva, Evelina; Diplomant an der Technischen Universität Wien, Institut für
Verkehrswissenschaften

SOZIODEMOGRAPHISCHE DATEN

- 1) Geschlecht**
- männlich
 weiblich
- 2) Alter**
- 18-24
 25-44
 45-60
 Alter als 60
- 3) Ausbildung**
- Pflichtschulabschluss
 Lehrabschluss
 Matura
 Hochschule/ Studium
 sonstiges

RADFAHREN IM VERKEHRSSYSTEM, CHARAKTERISTIK DER RADFAHRENDEN

- 1) Sie benutzen das Fahrrad.....**
- täglich bzw. fast täglich
 an einem bis drei Tagen pro Woche
 an einem bis drei Tagen pro Monat
 nie bzw. fast nie
- 2) Sie benutzen das Fahrrad.....**
- nur bei schönem warmen Wetter
 egal, zu jeder Jahreszeit (auch bei Kälte/Regen)
 Hauptsache es regnet nicht
 Nie bzw. fast nie
- 3) Zu welchem Zweck benutzen Sie das Fahrrad hauptsächlich?**
- für den Weg zur Arbeit
 zur Schule/Ausbildung
 dienstlich/ geschäftlich
 zum Einkaufen
 in der Freizeit
- 4) Wie wichtig ist für Sie persönlich die Fahrradnutzung?**
- sehr wichtig
 wichtig
 weniger wichtig
 unwichtig

ZUR AKZEPTANZ VON KREISVERKEHREN

Sicherheit:

- 1) Fühlen Sie sich durch Kreisverkehre.....als durch ampelgeregelt Kreuzung (als Autofahrende)?**
- sicherer
 gleich sicher
 weniger sicher
- 2) Fühlen Sie sich durch Kreisverkehre.....als durch ampelgeregelt Kreuzung (als Radfahrende)?**
- sicherer
 gleich sicher

weniger sicher

3) Gibt es für Radfahrer durch Kreisverkehre (im Gegensatz zur ampelgeregelten Kreuzungen).....

mehr Vorteile

mehr Nachteile

weder Vor- noch Nachteile

3 a) Gibt es Ihrer Meinung nach durch Kreisverkehr.....

mehr Unfälle

gleich viele Unfälle

weniger Unfälle

3 b) Sind die Sichtbeziehungen im Kreisverkehr..... als diese in ampelgeregelter Kreuzung?

besser

gleich gut

weniger gut

Wie sehr stimmt die folgende Aussage zu:

3 c) In Kreisverkehren kommt es öfter zu Konflikten zwischen motorisierten und nicht motorisierten Verkehr als bei ampelgeregelten Kreuzungen?

stimme völlig zu

stimme eher zu

stimme eher nicht zu

stimme gar nicht zu

4) Fühlen Sie sich beim Radfahren auf der Kreisfahrbahn gemeinsam mit dem motorisierten Verkehr als auf kreisumlaufenden Radwege?

sicherer

gleich sicher

weniger sicher

5) Wo fühlen Sie sich am meistens bedroht beim Radfahren im Kreisverkehr?

Auf Kreisfahrbahn

In Ein- und Ausfahrten

Auf Querungsstellen

Ich fühle mich überhaupt nicht bedroht

Ich fühle mich überall im Kreisverkehr bedroht

6) Welches Teil der Kreisfahrbahn benutzen Sie am häufigsten beim Radfahren im Mischverkehr?

Der äußere Rand der Kreisfahrbahn

Die Mitte der Kreisfahrbahn

Der innere Rand der Kreisfahrbahn

Es hängt von der Situation ab

7) Wie oft werden Sie beim Radfahren auf der Kreisfahrbahn von Fahrzeugen überholt?

Immer bzw. fast immer

Eher oft

Eher selten

Nie bzw. fast nie

8) Wo fühlen Sie sich am meistens sicher beim Queren von Kreisverkehrsarme?

Auf bevorrangten Radfahrerüberfahrten

Auf bevorrangten gemeinsamen Geh- und Radfahrerüberfahrten

Auf benachrangten Querungsstellen

Ich fühle mich sicher überall

Ich fühle mich überall im Kreisverkehr bedroht

9) Zum Fahrverhalten: Werden die Vorrangverhältnisse an Querungsstellen eingehalten?

ja

eher ja

eher nein

nein

10) Werden Einrichtungsradwege in beiden Richtungen im Kreisverkehrsbereich befahren?

- ja
- eher ja
- eher nein
- nein

11) Fühlen Sie sich beim Radfahren auf bevorrangten Radfahrerüberfahrten als auf benachrangten Querungsstellen?

- sicherer
- gleich sicher
- weniger sicher

FRAGEN ZU DER KONKRETEN KREISVERKEHRSANLAGE

Verkehrstechnik

1) Ist die Bodenmarkierung erkennbar und eindeutig?

- ja
- eher ja
- eher nein
- nein

2) Sind die Sichtbarkeit, Erkennbarkeit, Zustand und Beschilderung in Ordnung?

- ja
- eher ja
- eher nein
- nein

3) Gibt es Widersprüche hinsichtlich der Radverkehrsführung, der Kfz-Führung und der Fußgängerführung?

- ja
- eher ja
- eher nein
- nein

Sichtverhältnisse

4) Sind alle VerkehrsteilnehmerInnen bzw. herannahende VerkehrsteilnehmerInnen (insbesondere RadfahrerInnen, FußgängerInnen) im Kreuzungsbereich sichtbar?

- ja
- eher ja
- eher nein
- nein

Komfort

5) Gibt es Verkehrsbehinderungen?

- ja
- eher ja
- eher nein
- nein