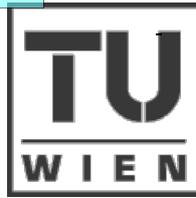


Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist an der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt (<http://www.ub.tuwien.ac.at>).

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology (<http://www.ub.tuwien.ac.at/englweb/>).



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
VIENNA
UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY



UNIVERSITÄT FÜR ARCHITEKTUR,
BAUWESEN UND GEODESY

UNIVERSITY OF ARCHITECTURE,
CIVIL ENGINEERING AND GEODESY

DIPLOMARBEIT
MASTER'S THESIS

**Kreisverkehre und ihre Auswirkung auf den
Schwerverkehr**

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

am Institut für
Verkehrsplanung und Verkehrstechnik (E231)
der Technischen Universität Wien

unter der Leitung von
Ao.Univ.Prof.Dipl.-Ing. Dr.techn. Josef Michael Schopf

Eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Bauingenieurwesen

Von
Preslav Slavchev
E 610 / 0227084
A-1050 Wien

Wien, Sofia, im September 2008

.....

Kurzfassung

Kreisverkehre haben schon eine lange Geschichte. Im Zeitraum von fast 100 Jahren existiert und entwickelt sich der heute bekannte Kreisverkehrstyp. Heute wird er immer häufiger angewendet, denn er bietet Leistungsfähigkeit, Verkehrssicherheit und Flexibilität.

Im Straßenverkehr fahren die Autos flüssig durch einen Kreisverkehr: Sie organisieren sich eigenverantwortlich durch visuelle Kommunikation. Der Durchfluss ist wesentlich höher als bei einer zentralen Ampelregelung. Deshalb findet dieser Knotentyp sehr oft Anwendung. Er ist eine Lösung für Problemknoten, dient der Verkehrsberuhigung und der Erhöhung der Leistungsfähigkeit. Kreuzungen, die zu Kreisverkehren umgestaltet wurden, verzeichnen einen deutlichen Rückgang von Unfällen. Die Gründe sind vielfältig: Zum einen kreuzen sich im Kreisverkehr deutlich weniger Fahrlinien als auf Kreuzungen mit Ampelregelung. Außerdem wirkt ein Kreisverkehr wie eine Geschwindigkeitsbremse. Das gefahrene Tempo liegt bei 15 bis 30 km/h – eine Geschwindigkeit, bei der Unfälle leichter zu vermeiden sind und der Fahrer eher einen Überblick hat. Falls es doch zum Unfall kommt, sind die Schäden meist geringer. Weitere Pluspunkte sind der kontinuierliche Verkehrsfluss sowie niedrige Lärm und Schadstoffemissionen.

Kreisverkehre sind auch für Schwerfahrzeuge geeignet. Wenn sie richtig geplant und gebaut sind, ergibt das keine Schwierigkeiten für den Großtransport und außerdem sind die Verkehrssicherheit und die Leistungsfähigkeit nicht kleiner.

Abstract

Roundabouts have a long history. They have been existing and promoting for a hundred years. Nowadays they are used more often because roundabouts offer efficiency, road safety, flexibility.

Via roadtraffic cars move slowly into the roundabouts. They organize on their own authority by visual communication. The passage stream is higher than the regulated trafficlights. For that reason this type of crossroads is putting into practice. This is a solution for the problematic crossroads, traffic calming, let through. Crossroads which are rebuilt into roundabouts mark clear decline of accident. The reasons are varied: The lines which cut across in the roundabouts are little compared to crossroads with traffic lighter. In addition roundabouts help to slow down speed. The rate of motion is 15 up to 30 km/h – speed that also provides accident and a better view over the situation for the driver. Even if accident happens damages are often insignificant. Other positive signs are non-stopping rate of motion, little noise and noxions emission.

Roundabouts are also adapted for trucks and when they are projected and built correctly does not exist any problem for big trucks, however security and efficiency don't decrease.

INHALTSVERZEICHNIS

Kurzfassung	1
Abstract	2
1. Einleitung und Problemstellung	5
2. Historische Grundlagen	6
3. Arten von Kreisverkehren	10
3.1. Allgemeines	10
3.1.1. Elemente und geometrische Maße von Kreisverkehren	11
3.1.2. Erkennbarkeit	13
3.1.3. Beleuchtung	13
3.1.4. Beschilderung	16
3.1.5. Übersichtlichkeit	17
3.1.6. Befahrbarkeit	18
3.1.7. Entwässerung	18
3.2. Mini-Kreisverkehre	19
3.2.1. Gestaltungselemente und Maße eines Mini- Kreisverkehrsplatzes	20
3.2.2. Fußgänger	22
3.2.3. Radverkehr	23
3.2.4. Beispiele	24
3.3. Kleine Kreisverkehre	27
3.3.1. Kleine Kreisverkehre innerhalb bebauter Gebiete	28
3.3.2. Kleine Kreisverkehre außerhalb bebauter Gebiete	30
3.4. Zweistreifig befahrbarer Kreisverkehr	31
3.5. Kreisverkehre mit Bypass	33
3.6. Gestaltung von Kreisinsel und Fahrbahnteiler	36
3.6.1. Kreisinsel – Mini-Kreisverkehre	36
3.6.2. Kreisinsel – kleine und große Kreisverkehre	43
3.6.3. Fahrbahnteiler	44

4. Eigenschaften von Kreisverkehren	47
4.1. Kreisverkehr oder Kreuzung	47
4.2. Verkehrssicherheit	48
4.3. Umweltverträglichkeit	55
4.3.1. Lärmemissionen	55
4.3.2. Schadstoffemissionen	55
4.3.3. Beispiele	56
4.4. Leistungsfähigkeit	57
4.5. Wirtschaftlichkeit	63
4.6. Akzeptanz	66
5. Schwerfahrzeuge und Busse im Kreisverkehr	68
5.1. Allgemeines	68
5.2. Schleppkurven	69
5.3. Fahrverhalten in der Praxis	72
5.3.1. Mini-Kreisverkehr Amstetten	72
5.3.2. Kleiner Kreisverkehrsplatz	81
5.3.3. Zweistreifiger Kreisverkehr	88
5.3.4. Kreisverkehr außerhalb bebauter Gebiete	94
5.4. Resümee	99
6. Zusammenfassung	106
Literaturverzeichnis	108
Abbildungsverzeichnis	111
Tabellenverzeichnis	116
Diagrammverzeichnis	117

1. Einleitung und Problemstellung

Schon seit vielen Jahren werden Kreisverkehre mit Erfolg eingesetzt. Sie erfreuen sich heute großer Beliebtheit. Die Entwicklung ist gut, denn Kreisverkehrsplätze haben einige Vorteile gegenüber herkömmlichen Kreuzungen. Sie zeichnen sich aus durch:

- Weniger Unfälle
- Einen guten Verkehrsablauf
- Eine vorteilhafte Einbindung in die Landschaft
- Günstige Kosten

Gegenüber einer ampelgeregelten Kreuzung besticht ein Kreisverkehr nämlich durch kaum vorhandene Wartezeiten und durch geringe Wartungsarbeiten. Außerdem fallen keine Unterhaltungs- und Stromkosten für die Lichtsignalanlage an.

Man unterscheidet vier Typen von Kreisverkehren, wobei der Minikreisverkehr nur innerhalb bebauter Gebiete zum Einsatz kommen soll. Die Regellösung für einen Kreisverkehr ist der kleine Kreisverkehr mit einem Außendurchmesser von 35 – 45 m im Außerortsbereich. Zweistreifig befahrbare Kreisverkehre mit einstreifigen oder zweistreifigen Kreiszufahrten können zum Einsatz kommen, wenn die Kapazität von Kleinen Kreisverkehren nicht mehr ausreicht. Allerdings sollte der Einsatz von zweistreifig befahrbaren Kreisverkehren insbesondere aus Gründen der Verkehrssicherheit mit anderen Knotenpunktarten (z. B. Kreuzung mit Lichtsignalanlage) abgewogen werden. Insbesondere die Führung von regelmäßigem Fußgänger- und Radverkehr über zweistreifige Kreiszufahrten ist nicht gut aus Sicht der Verkehrssicherheit und des großen Flächenverbrauchs.

In dieser Arbeit wird auch gezeigt, wie Verkehrsteilnehmer (PKW, LKW und Busse) auf Mini-, kleinen und zweistreifigen Kreisverkehrsanlagen, sowie Kreisverkehrsanlagen außerhalb bebauter Gebiete agieren, welche Situationen beim Durchfahren auftreten und ob diese zu Konflikten führen. Es wird auch die benutzte Fahrbahnbreite, sowie die befahrene Kreisinselfläche (bei dem Mini-Kreisverkehr) bewertet.

2. Historische Grundlagen

Erst im Barock und Klassizismus erfreuten sich Stadtplätze mit einer Anbindung an die Verkehrsadern großer Beliebtheit. Kirchen, Schlösser und Denkmäler wurden in den Mittelpunkt gestellt, auf den Straßen aus allen Richtungen zuliefen. So entstanden runde Plätze als Zielpunkte und Umlenkungspunkte im städtischen Raum. Beispiel dazu ist die königliche Residenz in Paris und Versailles aus dem Ende des 17. Jahrhunderts. [1]

Die heute übliche Form des Kreisverkehrs, bei dem als Grundregel der Vorrang von Fahrzeugen im Kreis gilt, ist jedoch noch gar nicht alt. Bis sich diese Form durchsetzte, dauerte es lange. Die erste kreisförmige Verkehrsführung weltweit erfolgte 1904 am Columbus Circle in New York (an der Südwestecke des Central Parks - s. Abb. 1) nach einem Entwurf des New Yorker Geschäftsmannes William Phelps Eno („the father of the traffic control“). [2]



Abb. 1: Columbus Circle ca. 1915 [27]

Vor allem in den Großstädten des Nordostens der USA entstanden in der Folge zahlreiche ähnliche Verkehrskreisel.

Der geringe Verkehr zu dieser Zeit machte Regeln nicht notwendig. Anfänglich gab es daher auch keine Rechtsregel. 1913 verordnete der Staat Wisconsin erstmals eine generelle Rechtsregel im Straßenverkehr. Vorrangsschilder kamen in den USA aber erst in den 1950er-Jahren in Gebrauch. Eno wies schon 1929 darauf hin, dass die Rechtsregel für Verkehrskreisel bei höherer Verkehrsdichte nicht zweckmäßig sei. Er schlug daher für Verkehrskreisel eine Linksregel vor, welche zu jener Zeit keinerlei Zustimmung fand. Die Rechtsregel als eine der grundlegenden Verkehrsregeln sollte nicht durch Sonderregelungen gebrochen werden. Man trachtete zudem damals danach, Kreuzungen für möglichst hohe Geschwindigkeiten zu gestalten. Wenn schon Kreisel errichtet wurden, hatten sie einen großen Durchmesser und waren mit tangentialen Einfahrten ausgestattet. Eine Linksregel hätte zudem nach damaliger Sicht der Verkehrsplaner nur zu vermehrten Auffahrunfällen an den Einfahrten zum Kreisel geführt. Die Verstopfung des Kreisels versuchte man durch die Kreiselgröße zu lösen, weil damit auch ein vergrößerter Stauraum geschaffen wurde. Dennoch waren infolge des ständig steigenden Straßenverkehrs auch die großen Kreisel immer öfter verstopft. Nach und nach verschwanden sie daher in den USA wieder. [2]



Abb. 2: Arc de Triomphe [27]

Die Entwicklung der Kreisverkehre in Europa erfolgte ungefähr gleichzeitig wie in den USA. Es war der Architekt der Stadt Paris Eugene Henard, welcher 1906 für die wichtigsten Kreuzungen der

Stadt Kreisellösungen vorschlug. 1907 wurde rund um den Arc de Triomphe am Place de l'Etoile (heute Place Charles de Gaulle) der erste Kreisel eingerichtet (s. Abb. 2), gefolgt von einigen weiteren bis 1910.

Henard in Paris und Eno in New York dürften unabhängig voneinander fast zur gleichen Zeit zur gleichen Lösung gekommen sein. Ihre Idee unterschied sich im Wesentlichen nur darin, dass Henard eine mindestens 8 m durchmessende Verkehrsinsel in der Kreuzungsmitte vorschlug, während Eno mit einer kleinen Metallscheibe als Kennzeichnung der Kreuzungsmitte das Auslangen zu finden glaubte. [2]

In Großbritannien, wo durch die beratende Tätigkeit von William Eno auch schon seit Mitte der 1920er-Jahre Verkehrskreisel errichtet wurden, setzte in den 1950er-Jahren eine Entwicklung ein [2], die zur heutigen Form des Kreisverkehrs führte (s. Abb. 3).

Die britischen Verkehrsplaner untersuchten zunächst die Umstände, die zu einem Verschwinden der Verkehrskreisel in den USA, wo damals gegenüber Großbritannien wesentlich höhere Verkehrsdichten herrschten, führten.



Abb. 3: Eine frühere Kreisverkehrsanlage im Freiland in Großbritannien (Horn House Junction 1934) [2]

Es stellten sich jene Umstände als schädlich heraus, die ursprünglich zur Kapazitätssteigerung gedacht waren: Großer Durchmesser, tangentielle Einfahrten, und am schwerwiegendsten die Rechtsregel.

Man kam zur Erkenntnis, dass mit den bestehenden Kreiseln mit Rechtsregel (bzw. in Großbritannien wegen des Linksverkehrs mit Linksregel) nur maximal 1500 Fahrzeuge pro Stunde ohne Stau zu bewältigen waren. Für Stadtstraßen war dies viel zu wenig.

In Großbritannien gab und gibt es allerdings bis heute keine festgelegte Vorrangregel an ungeregelten Kreuzungen. Diesem Umstand wird übrigens zugeschrieben, dass sich die Briten im Straßenverkehr für gewöhnlich sehr defensiv verhalten und somit eine überaus niedrige Unfallrate haben.

Die fehlende Linksregel machte es allerdings den Briten im Gegensatz zu den dogmatisch auf das Prinzip der Rechtsregel beharrenden Kontinentaleuropäern und Amerikanern leichter, eine Sonderregelung für die Kreisverkehre zu schaffen. Zunächst wurde nur an stauträchtigen Kreiseln Vorrangsschilder aufgestellt, die dem Verkehr im Kreisel den Vorrang gaben.

Darauf folgende Untersuchungen des Road Research Laboratory (heute Transport Research Laboratory) ergaben, dass damit die Kapazität zwar nur um 10%, jedoch die Gesamtwartzeit infolge Staus sowie die Unfallhäufigkeit um jeweils 40% verringert werden konnten. [2]

Es dauerte aber noch bis 1966, ehe die generelle Rechtsregel (wegen Linksverkehr) für Kreisverkehre in Großbritannien verordnet wurde.

Die neue Regelung verändert auch die grundsätzliche Bauausführung der Kreisel. Da jedes einfahrende Fahrzeug das Tempo stark reduzieren musste, waren tangentielle Einfahrten unnötig und auch die Größe der Kreisel konnte deutlich reduziert werden. Bestehende große Kreisverkehrsanlagen wurden entsprechend umgebaut. Die erzielte Kapazitätssteigerung betrug bis zu 50%. [2]

Andere Länder folgten den britischen Regeln ebenfalls, sodass ab den späten 1980er-Jahren Kreisverkehre außer in Frankreich auch in vielen anderen Ländern sehr populär wurden, insbesondere in Deutschland, Schweiz, Österreich, Benelux, Spanien, Portugal, Australien, Neuseeland, Südafrika, Israel. [3]

3. Arten von Kreisverkehren

3.1 Allgemeines

Kreisverkehr – Definition: *„Der Kreisverkehr heißt in der Fachsprache „Kreisverkehrsplatz“. Darunter versteht man einen Knotenpunkt, also eine Einmündung oder Kreuzung, mit drei oder mehr Knotenpunktarmen, die über einer im Richtungsverkehr befahrbaren Kreisfahrbahn gleichzeitig miteinander verknüpft sind. Ein Kreisverkehrsplatz besteht aus der Kreisinsel, der Kreisfahrbahn und dem Fahrbahnteiler.“* [1]

Kreisverkehre als Knotenform haben sich bewährt und erfreuen sich größter Beliebtheit. [4] Selten haben straßenbauliche Maßnahmen derart einhellig positive Reaktionen ausgelöst, weil diese Art der Knotenform Sicherheit und Flüssigkeit garantiert und zudem verkehrsberuhigend wirkt. Außerdem sind sie kostengünstiger in Bau und Unterhaltung. Kreisverkehre besitzen i.d.R. auch eine hohe Akzeptanz bei den Verkehrsteilnehmern und in der Öffentlichkeit. Wegen ihrer attraktiven Gestaltung dienen sie oft als Erkennungszeichen und so tragen sie zu einer besseren Orientierung bei.

10

Während eine Kreuzung mit mehr als vier Zufahrten wesentlich komplexer zu steuern ist, ist bei einem Kreisverkehr die Anzahl der möglichen Einfahrten nur von der Größe des Ringes abhängig.



Abb. 4: Kreisverkehr im Freiland [27]

Die Verkehrsregeln im Kreisverkehr beschränken sich meist auf einige wenige:

- Der Verkehr im Kreis hat Vorfahrt.
- Bei der Einfahrt nicht blinken.
- Bei der Ausfahrt immer blinken.
- Die Mittelinsel darf nur von Fahrzeugen mit größeren Abmessungen bei zwingendem Bedarf überfahren werden.
- Im Kreisverkehr ist das Halten auf der Fahrbahn verboten.

3.1.1. Elemente und geometrische Maße von Kreisverkehren

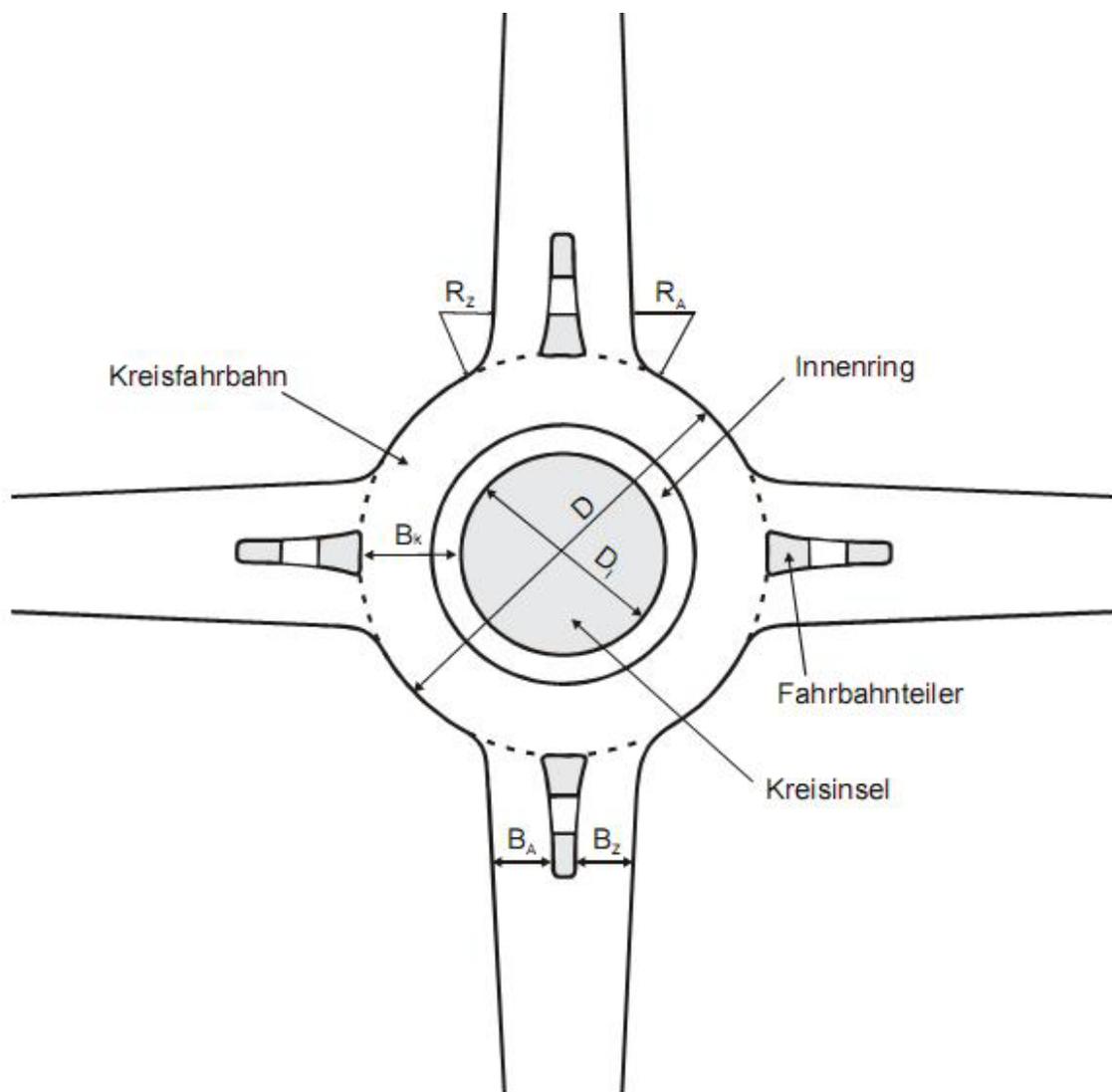


Abb. 5: Elemente und geometrische Maße von Kreisverkehren [8]

Tabelle 1: Definitionen zu den Elementen von Kreisverkehren [8]

Kreisfahrbahn	Ringförmige Fahrbahn, auf der die Kreisinsel umfahren wird
Bauliche Breite der Kreisfahrbahn B_k	Die bauliche Breite der Kreisfahrbahn setzt sich zusammen aus der Breite der asphaltierten Kreisfahrbahn und – wenn vorhanden – aus der Breite des Innenrings.
Außendurchmesser D	Der Außendurchmesser D wird am äußeren Rand der Kreisfahrbahn gemessen.
Kreisinsel	Die Kreisinsel ist die Mitte des Kreisverkehrs, die von den Fahrzeugen umfahren wird. Nur bei Mini-Kreisverkehren ist die Kreisinsel (für große Fahrzeuge) überfahrbar ausgebildet.
Innenring	Der Innenring ist ein ringförmiger Bereich zwischen der Kreisfahrbahn und der Kreisinsel. Aus verkehrsrechtlicher Sicht ist der Innenring nicht Bestandteil der Fahrbahn. Er ist mit einer inneren Fahrbahnbegrenzung in Form eines Breitstrichs (Zeichen 295 StVO) von der Kreisfahrbahn abzugrenzen. Er darf nur von großen Fahrzeugen befahren werden, deren Fahrgeometrie seine Mitbenutzung erfordert. Aber auch ohne Markierung ist die Benutzung des Innenrings durch kleine Fahrzeuge (Pkw, 2-achsige Lkw) nicht erwünscht. Mini-Kreisverkehre und kleine 2-streifig befahrbare Kreisverkehre werden grundsätzlich ohne Innenring ausgeführt.
Bypass	Fahrstreifen, über den der Verkehr aus einer Zufahrt am Kreis vorbei direkt in die nächste Ausfahrt geführt wird.
Fahrbahnnteiler	Der Fahrbahnnteiler ist eine Verkehrsinsel, die als bauliche Trennung zwischen der Zu- und Ausfahrt eines Knotenpunktarmes wirkt. Er dient der Führung des Verkehrs, als

	Aufstellort für Verkehrszeichen und ggf. als Überquerungshilfe für Fußgänger und Radfahrer. I.d.R. nur bei Minikreisverkehren können Fahrbahnteiler auch überfahrbar oder teilweise überfahrbar ausgebildet werden.
Breite der Zufahrten B_z	Die Breite der Zufahrten B_z wird neben dem Fahrbahnteiler gemessen.
Breite der Ausfahrten B_A	Die Breite der Ausfahrten B_A wird neben dem Fahrbahnteiler gemessen.
Ausrundungsradius der Zufahrten R_z	Radius R_z zur Ausrundung zwischen dem rechten Fahrbahnrand der Zufahrt und der Kreisfahrbahn.
Ausrundungsradius R_A	Radius R_A zur Ausrundung zwischen dem rechten Fahrbahnrand der Kreisfahrbahn und der Ausfahrt (bei wechselnder Krümmung: minimaler Radius)

Der Kreisverkehr ist in drei Problemzonen geteilt: Einfahren, Verhalten im Kreisverkehr und Ausfahren.

Unabhängig von den Kreisverkehrstypen sind einige Entwurfsgrundsätze einzuhalten. Das sind die Erkennbarkeit, Übersichtlichkeit, Begreifbarkeit, Befahrbarkeit, Beschilderung, Markierung, Entwässerung.

3.1.2. Erkennbarkeit

Der Kreisverkehr muss für die sich nähernden Kraftfahrzeuge bei Tag und Nacht erkennbar sein. Das gilt insbesondere für Kreisverkehre, die sich im Freiland befinden. [5] Aus diesen Gründen ist Beschilderung, Markierung und manchmal die Beleuchtung ganz wichtig.

3.1.3. Beleuchtung

Kreisverkehrsplätze werden i.d.R. nur innerhalb bebauter Gebiete beleuchtet. Im unbeleuchteten Freiland müssen sie grundsätzlich nicht beleuchtet werden. Manchmal gibt es aber auch Ausnahmen. Kreisverkehre sollen dann beleuchtet werden, wenn: [6]

- der Kreisverkehr eine hohe Verkehrsbedeutung aufweist.
- sich der Kreisverkehr an einem beleuchteten Straßenabschnitt befindet.
- Querungshilfen mit bedeutenden Fußgängerströmen vorhanden sind.
- unklare Verkehrsverhältnisse gegeben sind (z.B. untypische Verkehrsabläufe, schwierige Orientierung oder dgl.)
- eine Unfallhäufung bei Dämmerung und Dunkelheit vorliegt.

Eine Beleuchtung vom Außenrand der Kreisfahrbahn mit einer Beleuchtung der Ein- und Ausfahrtszonen (Abb. 6) schafft optimale Lichtverhältnisse für alle Verkehrsteilnehmer. [6]



Abb. 6: Beleuchtung von dem Außenrand der Kreisfahrbahn [27]

Die Leuchtenmasten im Außenbogen sollen wegen einfacherer Wartung und Winterdienst bzw. der höheren Wahrscheinlichkeit eines Anstoßes nicht im Fahrbahnteiler sondern seitlich positioniert werden. [6] An Sondertransportrouten ist bei der Positionierung der Leuchtenmasten der erhöhte Platzbedarf von großen Fahrzeugen zu berücksichtigen.



Abb. 7: Beleuchtung eines Kreisverkehrs von der Mittelinsel [27]

Die Beleuchtung des Kreisverkehrs von einem hohen Mast auf der Mittelinsel (Abb.7) soll wegen der ungünstigen Lichtverteilung und schlechterer Blendbegrenzung nur bei kleinen Kreisverkehren im untergeordneten Netz erfolgen. Abb. 8 und 9 zeigen, wie die Beleuchtungsmaste an einem Kreisverkehr positioniert sind.

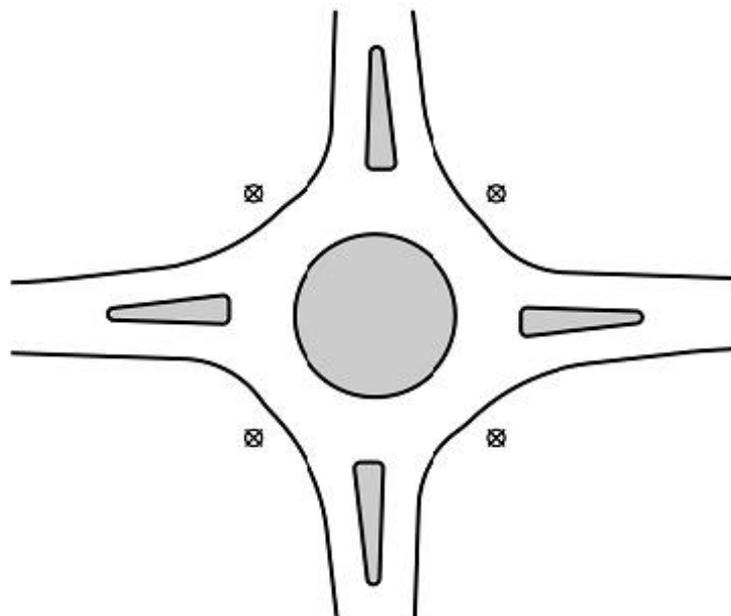


Abb. 8: Positionierung der Beleuchtungsmasten an einem kleinen Kreisverkehr [6]

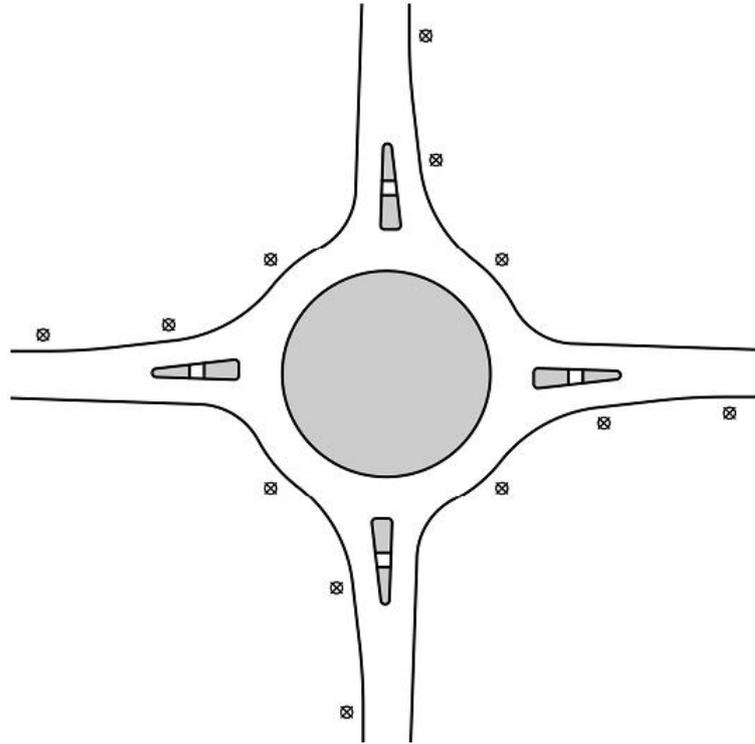


Abb. 9: Beleuchtung eines Kreisverkehrs mit Außendurchmesser 50 m [6]

3.1.4. Beschilderung

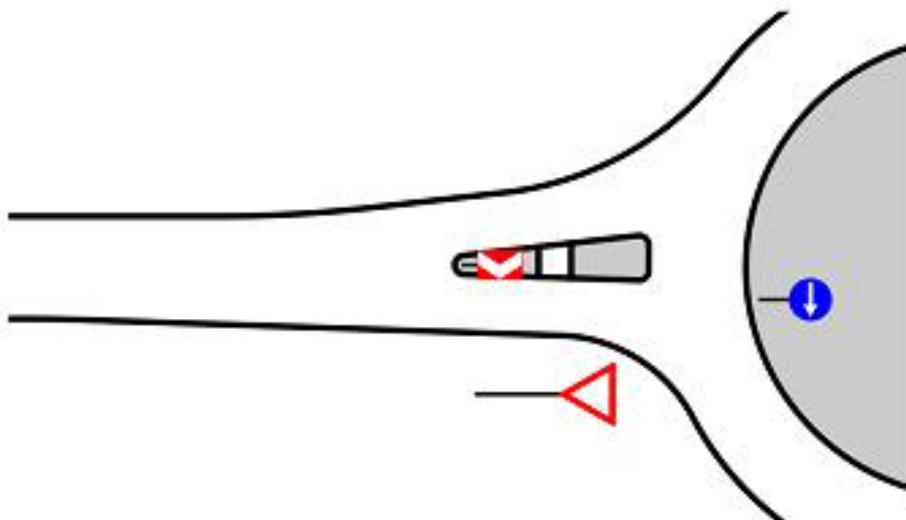


Abb. 10: Beschilderung eines Kreisverkehrs [6]

Verkehrszeichen:

- Leitwinkel; 47x70 cm (B x H)
- Vorrang geben; 100 cm (Seitenlänge)
- Vorgeschriebene Fachrichtung; 67 cm (Durchmesser)

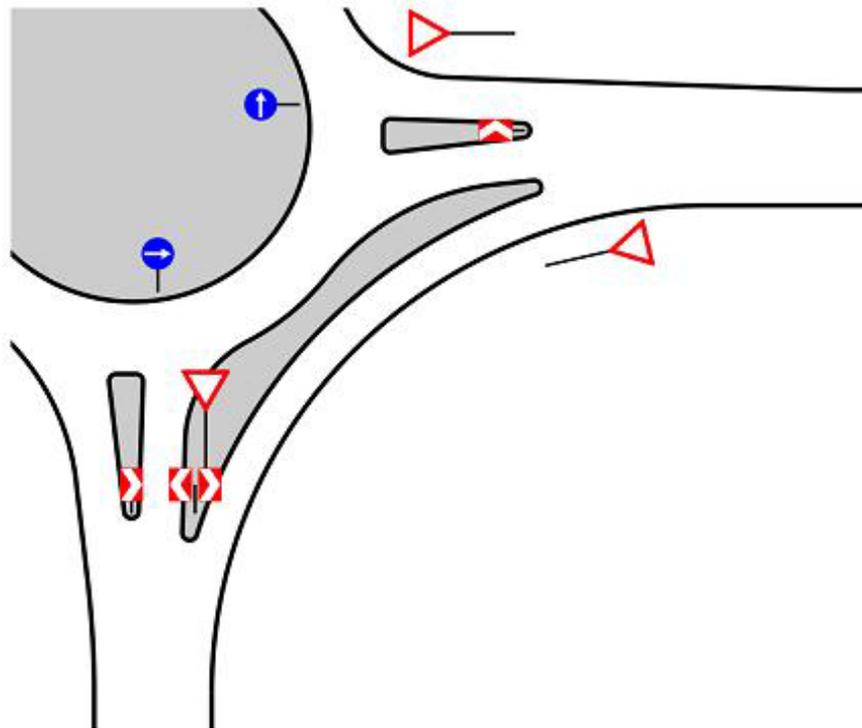


Abb. 11: Beschilderung eines Kreisverkehrs mit Bypass [6]

3.1.5. Übersichtlichkeit

Der Sichtkontakt zwischen Kraftfahrern, Radfahrern und Fußgängern auf den nebeneinander liegenden bevorrechtigten und nichtbevorrechtigten Anlagen des Kreisverkehrs muss uneingeschränkt möglich sein. Eine Durchsicht auf die gegenüberliegende Einmündung ist nicht notwendig [1] und insbesondere außerhalb bebaute Gebiete wegen der sich verschlechternden Erkennbarkeit auch nicht wünschenswert.

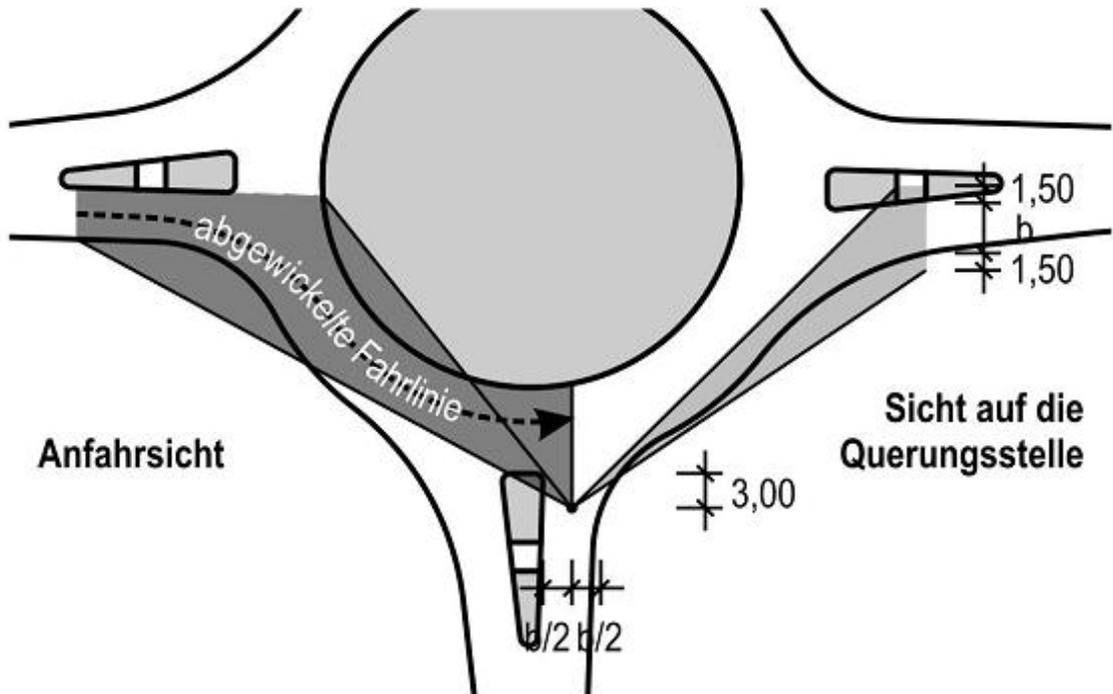


Abb. 12: Sicht im Kreisverkehr [6]

3.1.6 Befahrbarkeit

Der Kreisverkehr muss von den größten Fahrzeugen in allen zugelassenen Fahrtrichtungen befahren werden können. Bei regelmäßig auftretenden Schwerfahrzeugen kann auch eine Befestigung (z.B. mit Pflasterung) von Flächen außerhalb der Fahrbahn erforderlich sein. Linienbusse sind auf diese Weise zu berücksichtigen! Bei Minikreisverkehren ist die Kreismittelinsel so ausgeführt, dass sie auch überfahrbar ist. [1]

3.1.7 Entwässerung

Für die Entwurfsplanung des Kreisverkehrs ist zur Beurteilung der Entwässerungsverhältnisse ein Deckenhöhenplan mit Höhenschichtlinien aufzustellen. Die Lage der Entwässerungstiefpunkte und die geplanten Entwässerungseinrichtungen (Straßenabläufe, Sickerflächenzuläufe usw.) sind darzustellen. [7]

Um die Entwässerung der Außenkreisfahrbahn zu gewährleisten sollte im Regelfall die Querneigung mit 2,5 % nach außen geneigt werden.

Zur Sicherung der Entwässerung am Außenrand kann bei einer Kreisverkehrsgradiente in Null-Lage (0 % - Längsneigung) auch eine wechselnde Querneigung in den Kreisverkehrsquadranten zwischen 2,0 und 3,5 % vorgesehen werden. Damit kann die am Kreisfahrbahnrand erforderliche Mindestlängsneigung von 0,5 % für die Entwässerung erreicht werden.

Der Innenring der Kreisfahrbahn sollte zur Erhöhung der Verkehrsablenkung des PKW-Verkehrs als zusätzliche bauliche Maßnahme eine Querneigung von 4 % bis 8 % erhalten. [8] Die Größe der Querneigung ist in Abhängigkeit von der Schräglage des Kreisverkehrs im Gelände zu wählen (im Tiefpunkt größerer Wert als im Hochpunkt). Bei bewegter Topographie ist auch eine wechselnde Querneigung der Kreisfahrbahn möglich. Die Entwässerung (Straßenabläufe) ist dann an der höher liegenden Seite am Kreisinnenring oder an der Kreismittelinsel sicher zu stellen.

Es sind keine Kastenrinnen im Fahrbahnbereich zu verwenden.

3.2 Mini-Kreisverkehre

Der erste Mini-Kreisverkehr im öffentlichen Straßennetz wurde 1968 in Peterborough (Großbritannien) in Betrieb genommen. [8] Wegen die gute Ergebnisse dieser Kreisverkehrsart, wurde sie schnell auch in anderen Ländern wie Schweiz, Frankreich, Österreich, Deutschland eingeführt.



Abb. 13: Mini-Kreisverkehr [8]

3.2.1 Gestaltungselemente und Maße eines Mini-Kreisverkehrsplatzes

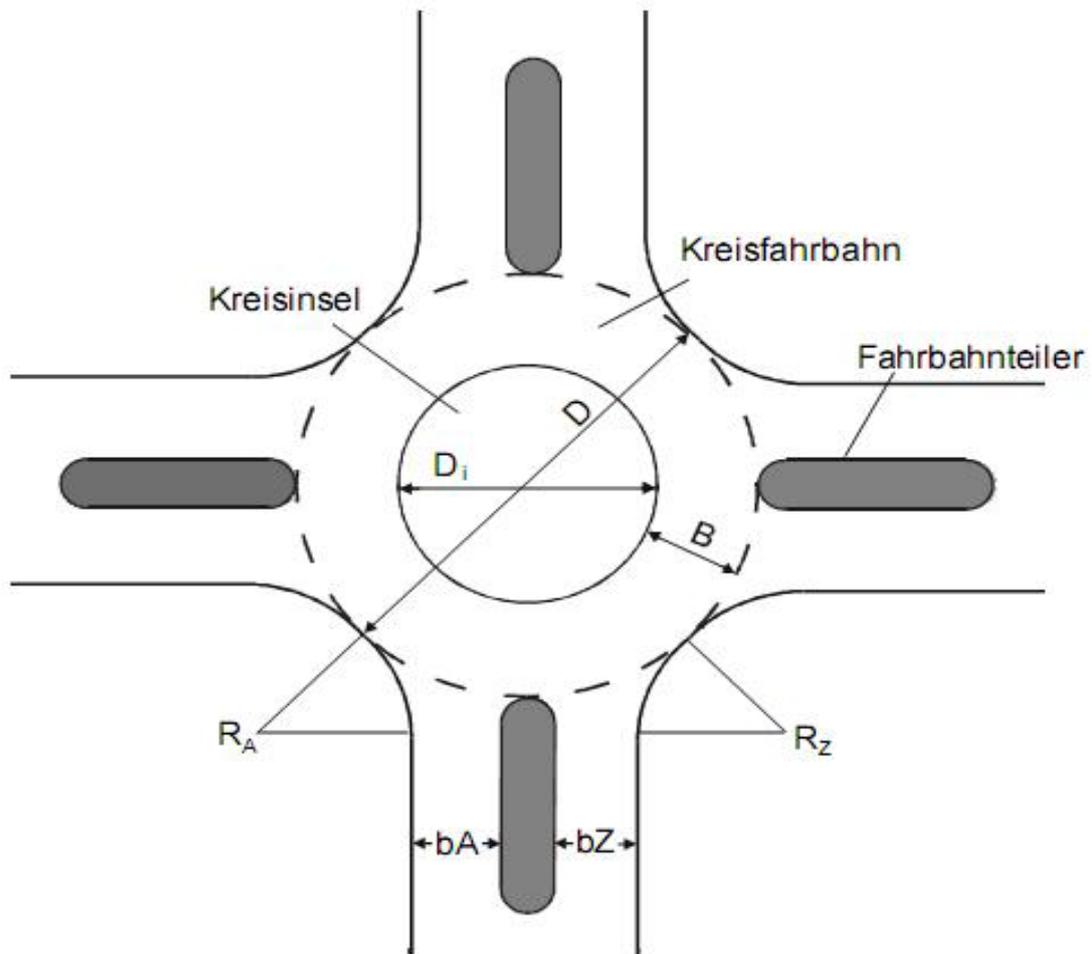


Abb. 14: Gestaltungselemente und Maße eines Mini-Kreisverkehrsplatzes [7]

- Kreisinsel
- Kreisfahrbahn
- Fahrbahnteiler
- Außendurchmesser (D)
- Kreisinseldurchmesser (D_i)
- Breite der Kreisfahrbahn (B)
- Breite der Zufahrt (bZ)
- Breite der Ausfahrt (bA)
- Radius der Ausrundung zwischen der Zufahrt und der Kreisfahrbahn am rechten Fahrbahnrand (R_Z)
- Radius der Ausrundung zwischen der Kreisfahrbahn und der Ausfahrt am rechten Fahrbahnrand (R_A)

Mini-Kreisverkehre sind Plangleiche Knotenpunkte mit einer einstreifigen, bevorrechtigten Kreisfahrbahn, sowie einstreifigen Knotenpunktzu- und -ausfahrten [1]. Sie haben einen sehr kleinen Außendurchmesser – von 13 m bis 22 m und in Ausnahmen bis unter 26 m. Bei mehr als 26 m soll ein kleiner 1-streifiger Kreisverkehr eingerichtet werden. Spezifisch für diesen Kreisverkehrstyp ist auch, dass die Kreisinsel von grossen Lastwagen oder Bussen wegen deren zu grossem Wendekreis nicht umfahren werden kann (Abb. 15), deswegen muss diese überfahrbar gestaltet sein. Bei besonders hohem Schwerverkehrsanteil oder bei nennenswertem nächtlichem Schwerverkehr muss dann mit entsprechendem Lärm beim Überfahren der Kreisinsel gerechnet werden. [1]

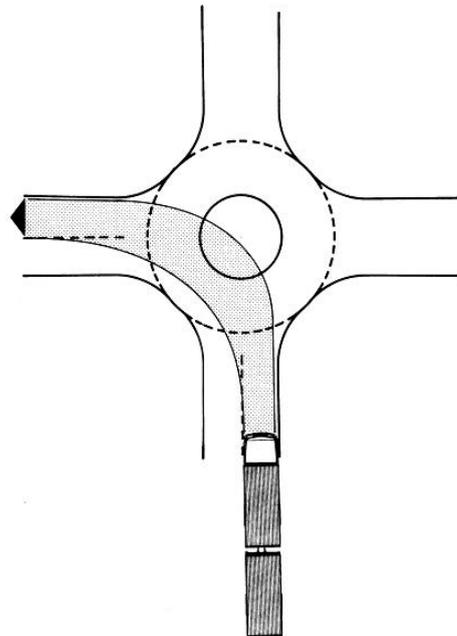


Abb. 15: Schleppkurve eines Kfz im Kreisverkehrsplatz [7]

Bei starkem Schwerlastverkehr, der die Kreisinsel regelmäßig überfahren muss, ist eine entsprechend massive Ausbildung der Kreisinsel zu wählen. Es gibt verschiedene Möglichkeiten dafür. (s. Kapitel 3.6)

Die Kreisfahrbahn soll möglichst schmal und kreisrund gestaltet werden, um die Ablenkung der einfahrenden Fahrzeuge zu gewährleisten. PKW müssen den Minikreisverkehrsplatz ohne überfahren der Kreisinsel befahren können. Bei Durchmessern zwischen 13 m und 15 m soll die Breite der Kreisfahrbahn 4,50 m

nicht überschreiten. Durchmesser über 15 m ermöglichen eine Reduktion der Fahrbahnbreite auf 4,00 m. Die Breite der Kreisfahrbahn kann und soll anhand von PKW-Schleppkurve [9] überprüft werden. Bei hohem Schwerververkehrsanteil sollten auch die Schleppkurven des zweiachsigen LKW zur Bemessung herangezogen werden.

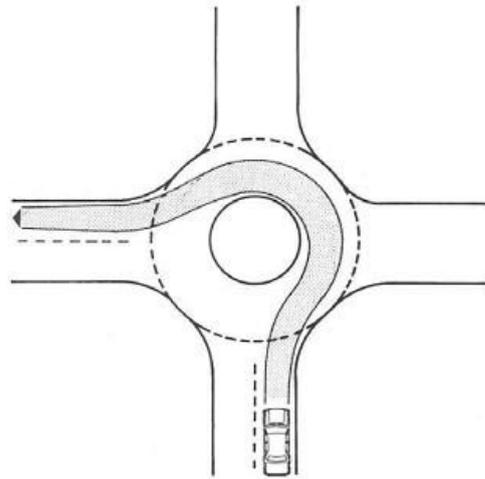


Abb. 16: Schleppkurve eines PKWs im Mini-Kreisverkehrsplatz [7]

Die Knotenpunktzufahrten sind einstreifig und mit der Straßenachse radial auf den Kreis zuführend anzulegen. Die Fahrstreifenbreite soll in der Zufahrt zwischen 3,25 m – 3,75 m und in der Ausfahrt zwischen 3,50 m und 4,00 m betragen. [1]

Die Eckausrundungen sind von der Zahl der Knotenpunktarme und der Außendurchmesser abhängig. Sie werden möglichst klein ausgebaut, aber ein Radius von 8 m – 10 m ist empfehlenswert. Dieser kann aber leider nicht immer erreicht werden.

3.2.2 Fußgänger

Fußgänger haben keine besonderen Probleme mit den Mini-Kreisverkehren. Die Distanzen sind nicht groß. Bei Fällen, wo es hohe Fußgängerverkehrsstärken gibt, werden auch Zebrastreifen markiert.

Querungsstellen für Fußgänger in Form von Fahrbahnteilern oder Zebrastreifen sind um etwa 4 m (maximal 5m bis 8m) von der Kreisfahrbahn abzusetzen. [10]

3.2.3 Radverkehr

Die Radfahrer können im Regelfall gemeinsam mit den Kraftfahrzeugen auf der Fahrbahn geführt werden. Dadurch, dass die Geschwindigkeiten fast vergleichbar sind und die Fahrbahnbreite sehr schmal ist, wird ein Überholen der Radfahrer nicht bevorzugt. Die Radwege sind oft gerade vor der Kreisfahrbahn unterbrochen (s. Abb. 17) und sehr selten gibt es einen separaten Streifen.



Abb. 17: Aufgelöster Radweg [7]

3.2.4 Beispiele

Die Mini-Kreisverkehre sind sehr leistungsfähig und sie sparen oft Kosten im Vergleich zu einer Kreuzung mit einer Lichtsignalanlage. Deshalb werden immer öfter Kreuzungen zu Mini-Kreisverkehren umgebaut.

Das erste Beispiel befindet sich im Gescher - Borkener Damm / Westfalenring [7]

Der Knotenpunkt war vorher eine vorfahrtgeregelte Kreuzung (s. Abb. 18). Im Jahr 1995 gab es hier vier Unfälle, wo drei Personen schwerverletzt und eine leicht Verletzt wurden.



Abb. 18: Ansicht vor dem Umbau [7]

Im Jahr 1997 wurde der Umbau dieser Kreuzung beschlossen. Derzeit ist es ein Mini-Kreisverkehrsplatz (s. Abb. 19 und 20), dessen Außendurchmesser 20 m und die Fahrbahnbreite 5 m beträgt. Der Kreisinseldurchmesser ist 10 m. Die Kreisinsel besteht aus Oberbeton und ist durch einen 4 cm hohen Sinusbord eingefasst. Die Kreisinseloberfläche ist gepflastert. Zwischen allen Zu- und Ausfahrten sind Fahrbahnteiler mit überfahrbaren Inselköpfen angelegt.

Die Gesamtkosten der Bauarbeiten betrugen 110.000 DM. Nur für die Gestaltung der Kreisinsel und die erforderlichen Beschilderungs- und Markierungsarbeiten wurden etwa 30.000 DM verbraucht. Alles andere entfällt auf die aufwendigen Fahrbahnteiler und auf die Neugestaltung der Randeinfassungen.

Im ersten Jahr der Inbetriebnahme ereignete sich nur ein Unfall mit einem Leichtverletzten. Dies ist zu einem wesentlichen Teil auf die Reduzierung der Geschwindigkeit zurückzuführen. Die mittlere Geschwindigkeit konnte im Vergleich zum Vorher-Zustand um etwa 10 km/h reduziert werden (Messung etwa 50 m vor dem Knotenpunkt). Die Akzeptanz des Mini-Kreisverkehrsplatzes in der Bevölkerung ist besonders hoch. Diese Maßnahme kann als Erfolg bewertet werden.

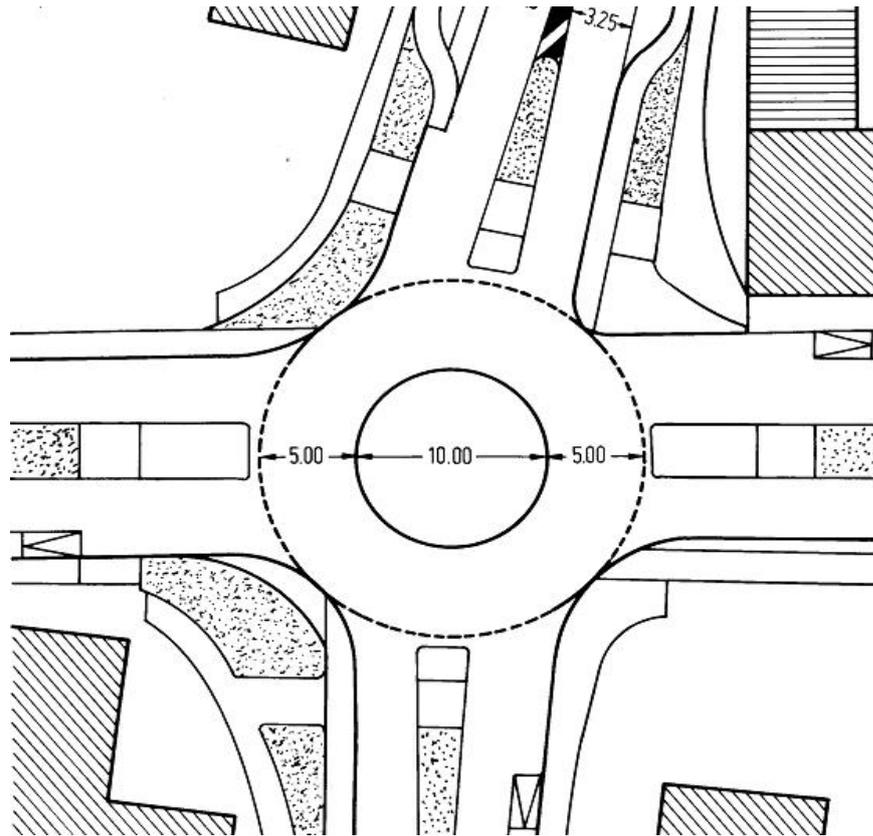


Abb. 19: Lageplan [7]



Abb. 20: Ansicht nach dem Umbau [7]

Das Zweite Beispiel befindet sich in der Stadt Calw –
Hauptsammelstraße / Zufahrt zu Handelseinrichtung [1]

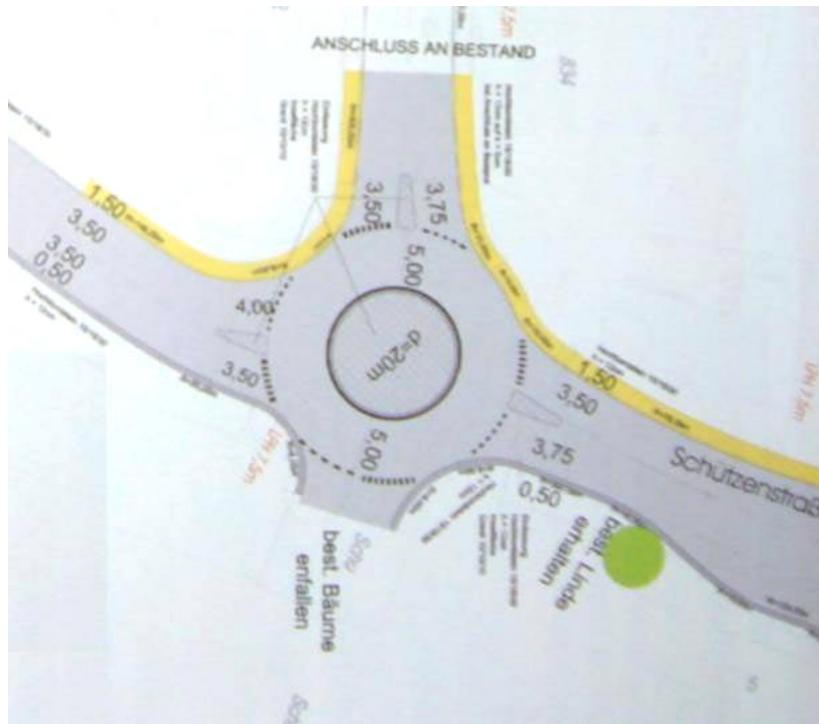


Abb. 21: Lageplan [1]

Das ist ein vierarmiger Mini-Kreisverkehr. Der Außendurchmesser ist wieder 20 m, Fahrbahnbreite 5 m. Die Verkehrsbelastung beträgt ca. 10000 Kfz/24h und in den Spitzenstunden 900 Kfz/h. Die Verkehrsübergabe erfolgte 2002, die Baukosten betragen ca. 40000 Euro.



Abb. 22: Knotenansicht nach dem Umbau [1]

3.3 Kleine Kreisverkehre

Lange Zeit sind Kreisverkehre als exotische Knotenpunkte betrachtet worden. Kleine Kreisverkehre sind inzwischen aber als leistungsfähiges Instrument anerkannt. Das ist eine Folge der guten Ergebnisse in Frankreich und England. Sie haben sich bewährt [1] als mindestens ebenso leistungsfähig wie die anderen Knotenpunktformen.

Kleine Kreisverkehre haben eine Anwendung sowohl innenorts als auch außerorts. Ihre Leistungsfähigkeit ist sehr groß, trotzdem können bei sehr hohen Belastungen jedoch die Wartezeit und die Unfälle steigen. Falls das vorhanden ist, empfiehlt sich ein Ausbau des kleinen Kreisverkehrs in folgenden Schritten: [1]

- Schritt 1: Anwendung von einem oder mehreren Bypässen
- Schritt 2: (Um)bau zu einem kleinen zweistreifigen Kreisverkehr mit einstreifigen Zufahrten
- Schritt 3: Ergänzung des Schrittes 2 mit einem oder mehreren Bypässen
- Schritt 4: Ergänzung des Schrittes 2 mit zwistreifigen Zufahrten an einem oder mehreren Armen (eventuell auch mit Bypass oder Bypässen)

27

Aus Verkehrssicherheitsgründe soll die Kreisfahrbahn rund gestaltet werden, wie in der Abb. 23 gezeigt ist. Da gibt es nur einen Kreisradius und das erlaubt keine Geschwindigkeitsänderungen. Wenn die Kreisfahrbahn oval angelegt ist (Abb. 24), wird einerseits die Geschwindigkeit wegen der wechselnden Radien erhöht. Andererseits wird sich negativ die gesamte Fahrdynamik im Kreis auswirken.



Abb. 23: Rund gestaltete Kreisfahrbahn [27]



Abb. 24: Oval angelegte Kreisfahrbahn [27]

3.3.1 Kleine Kreisverkehre innerhalb bebauter Gebiete

Kleine Kreisverkehre innerhalb bebauter Gebiete sind plangleiche Knotenpunkte, die einstreifige Knotenpunktzu- und -ausfahrten über eine einstreifige, bevorrechtigte Kreisfahrbahn verbinden. [11]

- Außendurchmesser (D)
 - Regelwert 26 m – 35 m
 - Einsatzgrenzen – 26 m – 40 m
- Kreisfahrbahnbreite (B) – 8m – 6,5 m
- Verhältnis Innenring – Außenring – ca. (2,5– 3): 1
- Fahrstreifenbreite:
 - Knotenpunktzufahrt (bZ) – 3,25 m – 3,50 m
 - Knotenpunktausfahrt (bA) – 3,50 m – 4,00 m
- Ausrundungsradius
 - Knotenpunktzufahrt (R_Z) – 10 m – 14 m
 - Knotenpunktausfahrt (R_A) – 12 m – 16 m
- Querneigung der Kreisfahrbahn (Außenring und Innenring) – 2,5%
- Schrägneigung der Knotenpunktfläche - \leq 6%

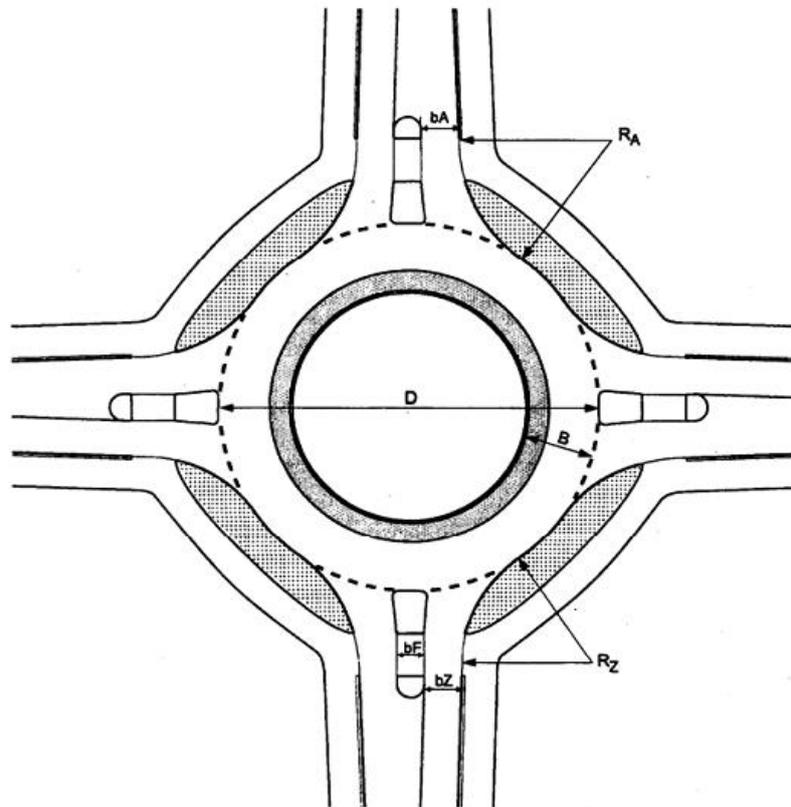


Abb. 25: Kleiner Kreisverkehr innerhalb bebauter Gebiete [27]

Bei kleinem Außendurchmesser muss die Kreisfahrbahn relativ breit sein, um die Befahrbarkeit für große Fahrzeuge zu gewährleisten. PKW können dann jedoch den Kreisverkehr mit geringer Ablenkung und höherer Geschwindigkeit durchfahren. Zudem ermöglicht eine breite Kreisfahrbahn das Überholen von Fahrrädern.



Abb. 26: Außen und Innenring eines kleinen Kreisverkehrsplatzes [27]

Beide Aspekte sind aus Sicherheitsgründen nicht erwünscht. Durch einen Innenring soll deshalb erreicht werden, dass PKW im Kreis relativ weit außen fahren. Das Befahren des Innenrings durch PKW wird durch eine raue Oberfläche und/oder durch eine 3-4 cm hohe Randeinfassung weitgehend unterbunden. [11]

3.3.2 Kleine Kreisverkehre außerhalb bebauter Gebiete

Kleine Kreisverkehre außerhalb bebauter Gebiete sind plangleiche Knotenpunkte, die einstreifige Knotenpunktzu- und -ausfahrten über eine einstreifige, bevorrechtigte Kreisfahrbahn verbinden. (s. Abb. 27) [11]

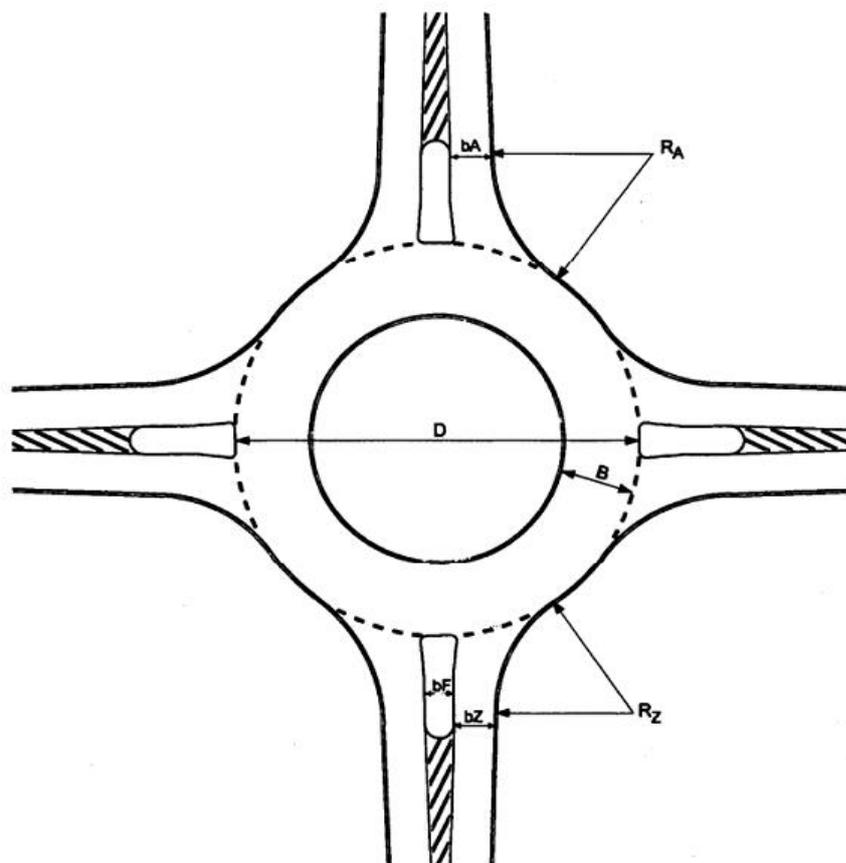


Abb. 27: Elemente eines Kreisverkehrs außerhalb bebauter Gebiete [11]

- Außendurchmesser (D) – 35 m – 45 m
- Kreisfahrbahnbreite (B) – 6,50 m – 5,75 m
- Verhältnis Innenring – Außenring – ca. (2,5: 3): 1
- Fahrstreifenbreite:
 - Knotenpunktzufahrt (bZ) – 3,50 m – 4,00 m
 - Knotenpunktausfahrt (bA) – 3,50 m – 4,25 m

- Ausrundungsradius
 - Knotenpunktzufahrt (R_z) – 12 m – 16 m
 - Knotenpunktausfahrt (R_A) – 14 m – 18 m
- Querneigung der Kreisfahrbahn (Außenring und Innenring) – 2,5%
- Schrägeigung der Knotenpunktfläche - \leq 6%

Beispiele:



Abb. 28: Kleiner Kreisverkehr außerorts [10]

3.4 Zweistreifig befahrbarer Kreisverkehr

Definition: Zweistreifig befahrbar sind plangleiche Knotenpunkte mit einer überbreiten bevorrechtigten Kreisfahrbahn. Ihr Außendurchmesser reicht von 40 m bis 60 m. Die Breite der Kreisfahrbahn ermöglicht das Nebeneinanderfahren von Kfz. Die Knotenpunktzufahrten können auch zweistreifig sein. Die Ausfahrten sollen aber Einstreifig gemacht werden. [8]

Elemente und geometrische Maße

- Außendurchmesser
 - Innenorts 40 m – 60 m
 - Außenorts 45 m – 60 m
- Kreisfahrbahnbreite 8 m – 10 m
- Fahrstreifenelemente (einstreifige Zufahrt)
 - Innenorts
Knotenpunktzufahrt 3,25 m – 3,75 m
Knotenpunktausfahrt 3,50 m – 4,00 m
 - Außenorts
Knotenpunktzufahrt 3,50 m – 4,00 m
Knotenpunktausfahrt 3,75 m – 4,50 m
- Fahrstreifenelemente (zweistreifige Zufahrt)
 - Innenorts
Knotenpunktzufahrt je 3,25
Knotenpunktausfahrt 3,50 m – 4,00 m
 - Außenorts
Knotenpunktzufahrt je 3,25 m – 3,50 m
Knotenpunktausfahrt 3,75 m – 4,50 m
- Ausrundungsradius
 - Innenorts
Knotenpunktzufahrt 12 m – 16 m
Knotenpunktausfahrt 14 m – 16 m
 - Außenorts
Knotenpunktzufahrt 16 m – 20 m
Knotenpunktausfahrt 16 m – 20 m



Abb. 29: Zweistreifiger Kreisverkehr in Linz [27]

LKW und Busse benötigen im Kreis die gesamte Fahrbahnbreite. Dieser Knotentyp kann sowohl Innerorts als auch Außerorts zur Anwendung gelangen.

Diese Knotenpunktformen haben nicht den gleichen Sicherheitsgrad, wie die kompakten, einstreifigen Kreisel. Wenn sie korrekt geplant und gebaut werden, können sie trotzdem sehr gute Ergebnisse ergeben.

Ein zweistreifig befahrbarer Kreis kommt aber erst dann, wenn die Kapazität eines einstreifigen Kreises nicht ausreicht. Dabei soll nach einer Reihenfolge die benötigte Kapazität gesucht werden:

- Bypass mit einer oder mehreren Zufahrten
- zweistreifig befahrbare Kreisfahrbahn mit einstreifigen Zufahrten nach den eingangs genannten Regeln.
- Erst als letzte Konsequenz kommen eine oder mehrere zweistreifige Zufahrten nach den eingangs genannten Regeln in Betracht.

Fußgänger und Radfahrer stellen die breiten Zufahrten vor große Probleme. Die Überquerung ist sehr schwer. Bei zweistreifigen Zufahrten müssen die Querungsstellen etwa 5 m vom Rand der Kreisfahrbahn abgedrückt sein. Zebrastreifen werden hier nicht markiert.

3.5 Kreisverkehre mit Bypass

Definition: Ein Bypass verbindet außerhalb der Kreisfahrbahn – als freigeführter Rechtsabbiegestreifen – direkt zwei nacheinander liegende Knotenpunktarme. Er gibt dem Verkehr die Möglichkeit direkt rechts abzubiegen, ohne in den Kreisverkehr hineinfahren zu müssen. [1]

Bypässe können sowohl im Ortsgebiete als auch im Freiland gebaut werden. Ursachen für die Verwendung von Bypässen sind:

- Steigerung der Leistungsfähigkeit bzw. Erhöhung des Fahrkomforts für ausgeprägte Rechtsabbiegerelationen
- Starke Verkehrsströme vom Kreisverkehrsplatz fernzuhalten
- Vermeidung von zweistreifige Zufahrten
- Um einen Rückstau in den Kreisverkehr zu vermeiden



Abb. 30: einstreifiger Kreisverkehr mit Bypässen [10]

Wenn es möglich ist, soll der Bypass in einem Bogen trassiert werden. Die Fahrstreifenbreite des Bypass ergibt sich aus der Schleppkurve des maßgebenden Fahrzeuges plus beidseitigen Sicherheitsabstand.



Abb. 31: Dreiarmligen Kreisverkehr mit drei Bypässen [27]



Abb. 32: Durch diesen Bypass sind die rechtsabbiegenden Fahrzeuge unabhängig von diesen, die sich im Kreis befinden. Das hilft der Leistungsfähigkeit und der Sicherheit. [10]

Der Bypass ist von der Kreisfahrbahn durch einen Fahrbahnteiler mit mindestens 1,50 m Breite zu trennen. Der Fahrbahnteiler ist durch zumindest einen 3-reihigen Großpflasterstein einzufassen. Innerorts kann die Trennung des Bypass von der Kreisfahrbahn bei beengten Platzverhältnissen auch durch eine niveaugleiche bzw. leicht bombierte Pflasterung erfolgen. Die Breite der Pflasterung hat mindestens 0,60 m, besser 1,00 m zu betragen. [6]

Entwurfsmerkmale [6]

- Bypässe sollen 1-streifig ausgeführt werden.
- Bypässe sollen baulich und nicht nur durch Fahrstreifen-Begrenzungslinien von der Kreisfahrbahn getrennt werden.
- Wenn über Inseln Fußgänger oder Radfahrer geführt werden, sind die Warteflächen mindestens 2,50 m breit auszuführen. Gleichzeitig soll der Bypass in diesem Fall so trassiert werden, dass er keine hohen Kraftfahrzeuggeschwindigkeiten ermöglicht.
- Für Fußgänger soll kein Fußgängerüberweg angelegt werden.
- Radverkehr ist wartepflichtig über den Bypass zu führen; die Wartepflicht soll durch die bauliche Führung des Radweges unterstützt werden (rechtwinklige Heranführen des Radweges an die Fahrbahn).
- Die Einfahrt in den Bypass kann keilförmig oder als Einfädelungsstreifen ausgebildet werden.
- Bei der Ausbildung der Zusammenführung von Bypass und Kreisausfahrt soll einem Einfädelungsstreifen (Bypass geht in Einfädelungsstreifen über) der Vorzug vor einer keilförmigen Einfahrt gegeben werden.
- Ein- und Ausfahrten von Bypässen können auch als Fahrstreifensubtraktion bzw. -addition ausgebildet werden.

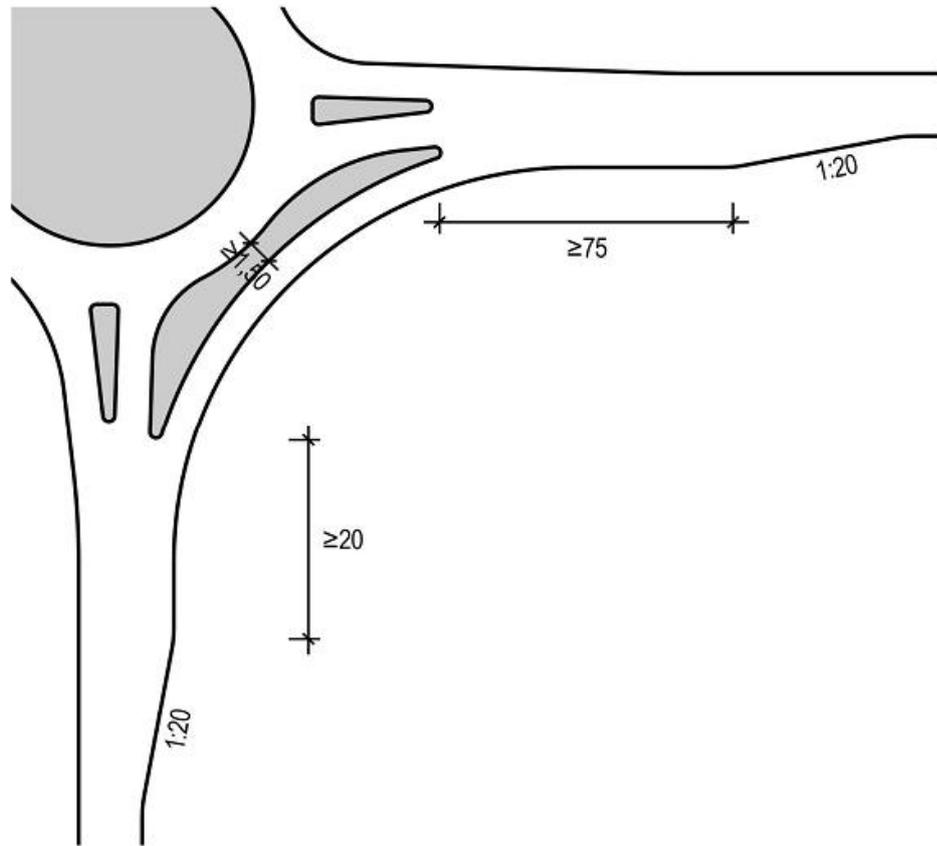


Abb. 33: Ausbildung eines Bypasses [6]

3.6 Gestaltung von Kreisinsel und Fahrbahnteiler

3.6.1 Kreisinsel – Mini-Kreisverkehre

Der Kreisinseldurchmesser soll mindestens 4 m betragen. Die Kreisinsel sollte als Erhöhung in der Form einer Kugelkalotte in der Mitte der Kreisfahrbahn angelegt werden. Die maximale Überhöhung bezogen auf die Fahrbahn soll 12 cm nicht überschreiten. [7]

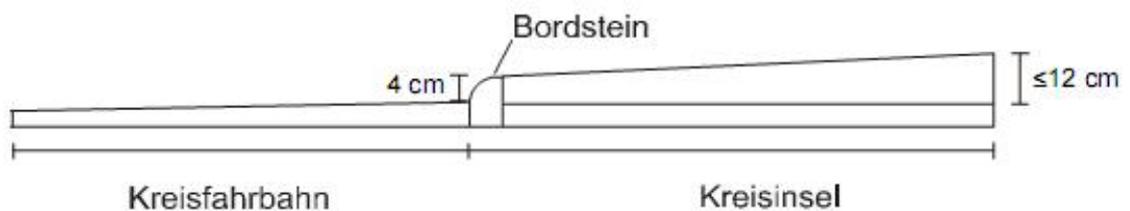


Abb. 34: Querschnitt Kreisinsel eines Mini-Kreisverkehrs [7]

Sofern aus besonderen Gründen, z.B. starker Linienbusverkehr, eine niedrigere Randeinfassung gewählt wird, muss damit gerechnet werden, dass die Kreisinsel auch von Pkw regelmäßig überfahren wird. (s. Kapitel 5)

Die Kreisinsel selbst kann aus unterschiedlichen Materialien ausgeführt werden. Neben den verkehrstechnischen Anforderungen (ausreichende Ablenkung der Pkw, gute Erkennbarkeit) sind dabei auch die Aspekte Herstellungskosten, Haltbarkeit und Erscheinungsbild zu beachten. [8]

Möglichkeiten zur baulichen Ausführung sind:

- Asphalt-Bauweise
- Beton-Bauweise
- Pflaster (Natur- oder Beton-Pflaster)
- Kunststofffertigteile
- Randeinfassung durch Leitelemente ohne bauliche Ausführung der Kreisinsel

Alle Bauweisen besitzen Vor- und Nachteile. Diese sind in folgender Tabelle beschrieben. [8]

Tabelle 2: Vor- und Nachteile der verschiedenen Baumöglichkeiten [8]

Bauweise	Vorteile	Nachteile
Asphalt	<ul style="list-style-type: none"> - niedrige Herstellungskosten - in Verbindung mit Randeinfassung gute Standfestigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> - ohne Randeinfassung geringe Standfestigkeit - Verdichtung teilweise schwierig - Ohne zusätzliche Markierung schlechte Erkennbarkeit
Beton	<ul style="list-style-type: none"> - hohe Widerstandsfähigkeit - gute Erkennbarkeit - günstige Herstellungskosten 	<ul style="list-style-type: none"> - eher unattraktives Erscheinungsbild - in Schadenfällen hoher Aufwand bei der Freilegung für Ver- und Entsorgungsleitungen

Natur- Pflaster	<ul style="list-style-type: none"> - attraktives Erscheinungsbild 	<ul style="list-style-type: none"> - hohe Herstellungskosten - i.d.R. nur in Verbindung mit Randeinfassung durch Bord ausreichend Standfest - vor allem bei kleinköpfigen Pflastersteinen eher geringere Standfestigkeit als bei Asphalt- und Betonbauweise
Beton- Pflaster	<ul style="list-style-type: none"> - attraktives Erscheinungsbild 	<ul style="list-style-type: none"> - hohe Herstellungskosten - i.d.R. nur in Verbindung mit Randeinfassung durch Bord ausreichend Standfest - eher geringere Standfestigkeit als bei Asphalt- und Betonbauweise
Kunststoff- fertigteile	<ul style="list-style-type: none"> - niedrige Herstellungskosten - gute Erkennbarkeit 	<ul style="list-style-type: none"> - geringe Standfestigkeit - eher unattraktives Erscheinungsbild
Leit- elemente	<ul style="list-style-type: none"> - niedrige Herstellungskosten - gute Standfestigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> - unter Umständen schlechte Erkennbarkeit - eher unattraktives Erscheinungsbild

Die Randeinfassung der Kreisinsel kann aus folgenden Materialien eingesetzt werden:

- Flachborde
- Rundborde
- Leitelemente aus Kunststoff oder Beton

Wichtig ist, vor dem Bord als Übergang zur Asphaltdeckschicht eine Fuge mit Fugenvergrus anzulegen, sofern vor dem Bord keine Rinne angeordnet ist.

Einige Beispiele



Abb. 35: Mini-Kreisverkehr. Kreisinsel ist aus Asphalt gemacht. Man sieht klar die Höhe der Bordstein. [8]



Abb. 36: Kreisinsel aus Asphalt. [7]



Abb. 37: Kreisinsel aus Naturpflasterung. [7]



Abb. 38: Kreisinsel aus Betonpflaster. Hier wird auch die Schleppkurve eines LKWS mit Anhänger gezeigt. [28]



Abb. 39 – Bord zur Einfassung der Kreisinsel. Hier ist er sehr attraktiv ausgefertigt – mit Naturpflaster und Asphalt. [7]



Abb. 40: Kreisinsel aus Asphalt. Randeinfassung durch Rundborde. [7]



Abb.41 – Umbau zu Mini-Kreisverkehr: die Kreisinsel ist die frühere Fahrbahnoberfläche, Randeinfassung durch Beton-Leitelemente. [7]

3.6.2 Kreisinsel - Kleine und große Kreisverkehre

Der innere Bereich der Mittelinsel soll als baulich nicht überfahrbare Fläche gestaltet werden. Die Kreisinsel ist aus Gründen der Verkehrssicherheit vorzugsweise als energieverzehrender Erdhügel auszubilden. Inselhöhen zwischen 1,00 bis 1,50 m von OK Flachbordstein am Kreisinselrand bis Mitte Kreis (am tiefer liegenden Rand gemessen) sind dabei als Regelmaß in Abhängigkeit vom Inseldurchmesser, Außendurchmesser des Kreisverkehrs und der Lage im Gelände zu berücksichtigen. [1] Wichtig ist zumindest außerorts, dass die Kreisinsel so ausgeführt wird, dass eine Durchsicht in die gegenüberliegende Zufahrt verhindert wird. [12] Bei Schräglage des Kreisverkehrs kann der Hochpunkt auch etwas außermittig angenommen werden. Bei Anpassungen an den vorhandenen Bestand können zur Vermeidung von erheblichen Eingriffen (zum Beispiel: vorhandenes Denkmal, Erhalt eines Großbaumes, u.a.) Ausnahmen betreffend der Inselhöhe (hier auch flachere Inselgestaltung) getroffen werden.

Der äußere Bereich, welcher die maximale Breite der Kreiselfahrbahn übersteigt, ist für größere Kombinationen und/oder Spezialtransporte überfahrbar zu gestalten. Dieser Innenring soll gegenüber der asphaltierten Fahrbahn um 8 cm [1] erhöht werden.



Abb. 42: Kreisinselhügel. [10]

An der Abbildung 43 ist ein Hügel auf der Kreisinsel gezeigt. Dadurch ist die Durchsicht in die gegenüberliegende Zufahrt verhindert.

3.6.3 Fahrbahnteiler

Zwischen den Zu- und Ausfahrten sind i.d.R. Fahrbahnteiler anzuordnen. Sie erfüllen mehrere Funktionen:

- Trennen und Führen des Verkehrs
- Verhindern gefährliche Wegeverkürzungen
- Verdeutlichen der Wartepflicht
- Überquerungshilfe für Fußgänger und Radfahrer
- Standort für Verkehrszeichen

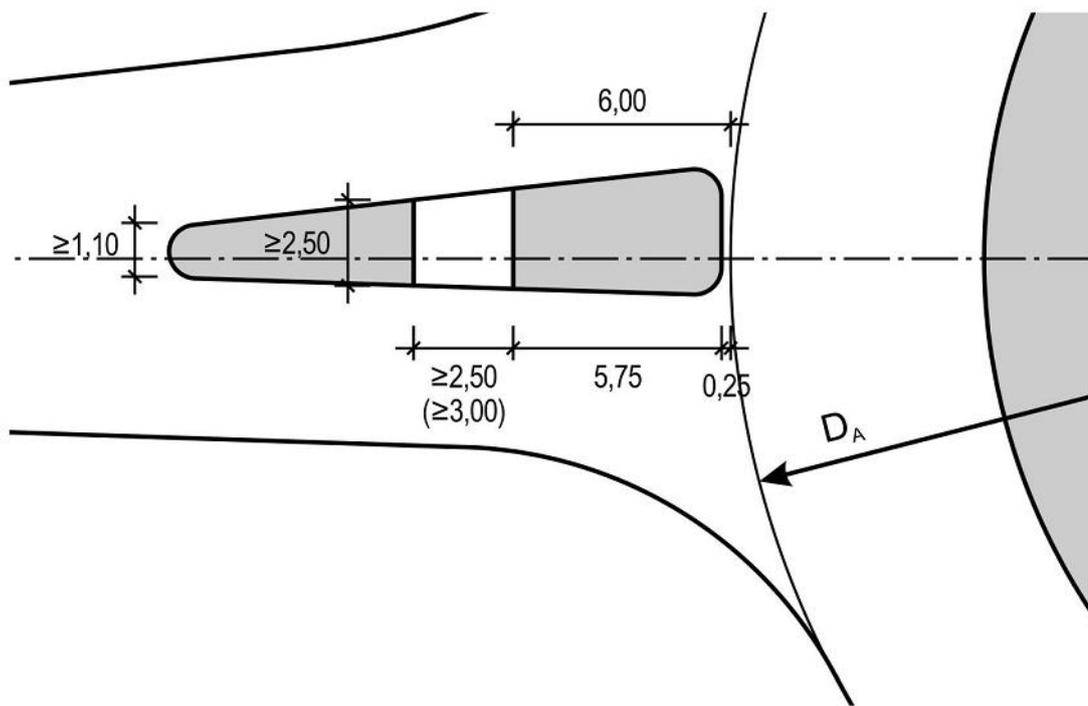


Abb. 43: Ausbildung eines Fahrbahnteilers. [6]

Aufgrund der unterschiedlichen Ein- und Ausfahrtsradien, bzw. aufgrund des einerseits rechtwinkligen und andererseits tangentialen Anschlusses ergeben sich asymmetrische Fahrbahnteiler.

Der Fahrbahnteiler ist 0,25 m von der Kreisfahrbahn abzusetzen. Die Länge des Fahrbahnteilers soll abhängig von den Platzverhältnissen 12,0 bis 15,0 m betragen. [6]

Um den Fahrbahnteiler mit einem Leitwinkel absichern zu können, hat die Breite des Fahrbahnteilers an seiner Spitze mindestens 1,10 m zu betragen (Breite Leitwinkels plus $2 \times 0,30$ m). Im Bereich einer Querungshilfe ist der Fahrbahnteiler mindestens 2,50 m breit auszubilden. Am Kreisrand soll der Fahrbahnteiler abhängig von Ein- und Ausfahrtradius möglichst breit sein. Wird keine Querungshilfe vorgesehen, soll der Fahrbahnteiler im Bereich der theoretischen Querungshilfe möglichst auch 2,50 m breit sein. Der Abstand der Querungsstelle von der Kreisfahrbahn soll 6,00 m betragen.

Fahrbahnteiler sind auch bei Mini-Kreisverkehrsplätzen sinnvoll. Bei besonders beengten Platzverhältnissen ist die Anlage von Fahrbahnteilern jedoch nicht immer möglich.

Wenn bei geringem Fußgängerverkehr nur aus Kostengründen von baulichen Fahrbahnteilern abgesehen wird, ist die Markierung von Fahrbahnteilern eine kostengünstige Alternative.



Abb. 44: Bepflanzte Fahrbahnteiler mit Querungshilfe für Fußgänger [10]



Abb. 45: Fahrbahnteiler ohne Bepflanzung. [7]

4. Eigenschaften von Kreisverkehren

4.1 Kreisverkehr oder Kreuzung ?!

Diese Frage ist schwer zu beantworten. Sie hängt von verschiedenen Faktoren ab. Damit ein Planer die beste Lösung finden kann, muss er auf verschiedene Voraussetzungen achten.

Kreisverkehre sind in den letzten Jahren sehr modern. Sie werden immer öfter verwendet. Dieser Knotentyp gibt vor allem eine Lösung für die Erhöhung der Verkehrssicherheit. Außerdem bietet ein Kreisverkehr die Möglichkeit, Straßen mit unterschiedlicher Größe und Verkehrsbelastung zu verbinden, ohne einen Stau oder größere Wartezeiten zu verursachen. Ein großer Vorteil ist auch die Möglichkeit vier oder mehr Arme in einem Knoten zu verbinden (Abb. 46, 47). Bei den anderen Knotentypen ist das schwer zu planen und bringt auch größere Unfallgefahr. [13]

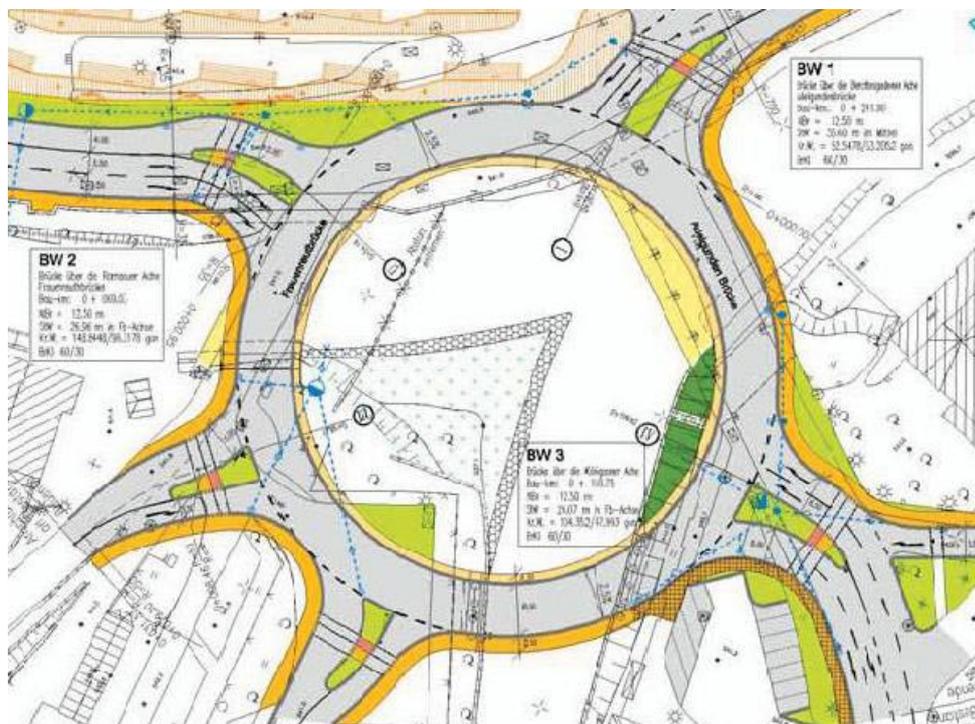


Abb. 46: fünfarmiger Kreisverkehr [27]



Abb. 47: fünfarmiger Kreisverkehr [27]

Außer diesen Eigenschaften besitzt der Kreisverkehr auch viele andere positive Wirkungen sowohl auf den Verkehr, als auch auf die Umgebung und Menschen.

Diese Eigenschaften bedeuten aber nicht, dass alle Knotenpunkte in einen Kreisverkehr umgebaut werden sollen, oder, dass in der Zukunft nur solche Knoten gebaut werden sollen. Kreisverkehre haben auch ihre Schwächen. Sie können nicht überall gebaut werden. Es hängt vom Platzbedarf und auch vom Gelände ab. Die Schwerfahrzeuge und auch die Linienbusse haben spezielle Anforderungen an die Kreisverkehre. Deshalb ist es manchmal unmöglich einen Kreisverkehr zu bauen.

48

Die Entscheidung, welche Anlage gebaut werden soll, muss nach Prüfung einer Reihe von verkehrstechnischen, gestalterischen, betrieblichen und wirtschaftlichen Untersuchungen erfolgen. Erst dann kann man den Richtigen Antwort finden – Kreisverkehr oder Kreuzung

4.2 Verkehrssicherheit

Durch die Anlage eines Kreisverkehrs kann die Verkehrssicherheit erhöht werden. Viele Kreuzungen und Einmündung, die in den vergangenen Jahren zu Kreisverkehrsplätzen umgebaut wurden, haben danach ein höheres Sicherheitsniveau erreicht. Allerdings wurde kein absoluter Rückgang der Unfälle erreicht, aber auf alle Fälle kommt es zu einer erheblichen Reduktion der Unfallschwere.

[14] Eine der Hauptursachen dafür ist der Zahl der Konfliktpunkte. Bei einer normalen Kreuzung gibt es 32 potentielle Konfliktpunkte und bei einem vierarmigen Kreisverkehr sind es nur 8. (Abb. 49)

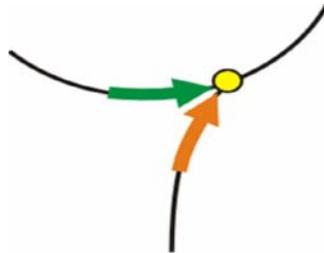


Abb. 48 – Konfliktpunkt zwischen den Kfz im Kreis und einfahrenden Kfz. [12]

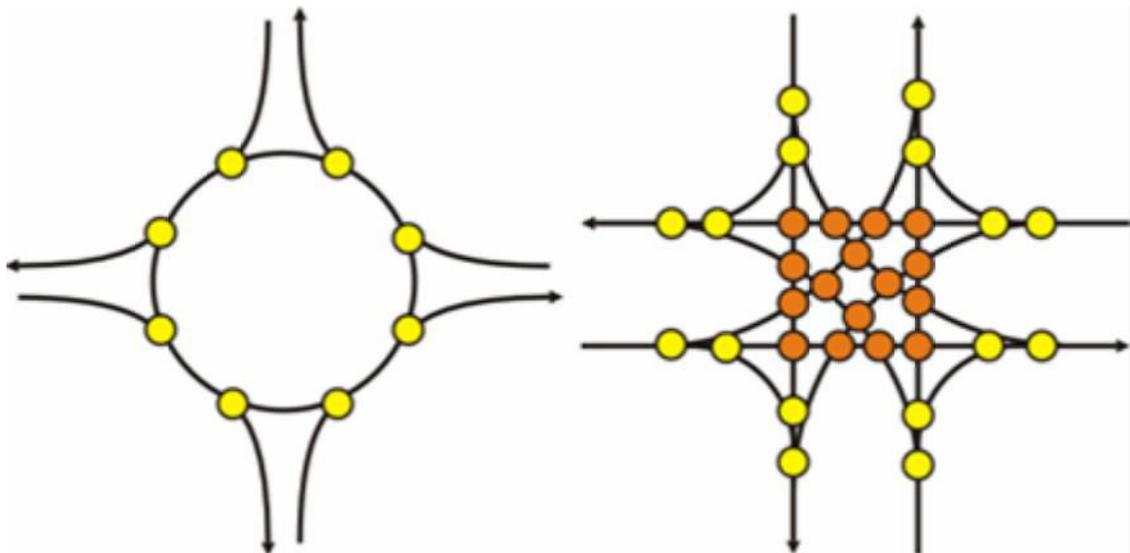


Abb. 49 – Vergleich der Konfliktpunkte zwischen Kreisverkehr und Kreuzung. [12]

In den letzten Jahren wurden viele Forschungen zu diesem Thema gemacht. Auf alle Fälle überwiegt die Meinung, dass bei den Kreisverkehren die Unfallzahlen stark verringert sind. (Diagramm 1) Es gibt sogar Untersuchungen, die zum Resultat kommen, dass Mini-Kreisverkehre die Unfälle bis zu 80% verringern. [1]

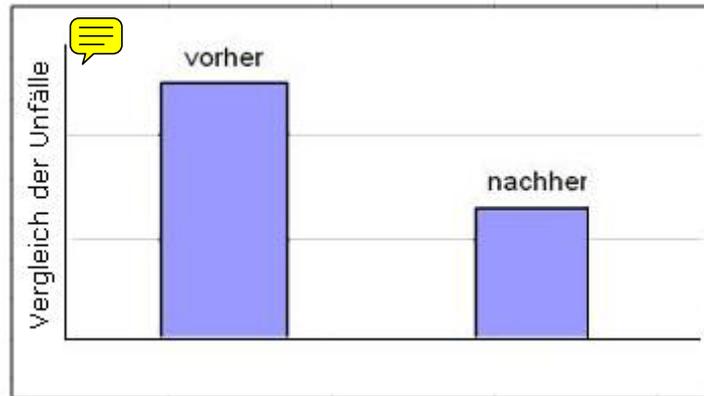


Diagramm 1: Vergleich der Unfälle bei Knoten, die von Einmündungen oder Kreuzungen zu Kreisverkehren umgebaut wurden. [18]

Auf jeden Fall sind die Konfliktpunkte eines Kreisverkehrs und einer Kreuzung ganz unterschiedlich. Abbildung 48 zeigt, dass die Fahrzeuge gemeinsame Richtung haben. [12] Das ist sehr wichtig, weil diese Tatsache zu einem seitlichen Unfall führt. Hier sind die Schäden leicht. Das wichtigste ist aber, dass es bei diesen Unfällen keine Verletzten oder zumindest keine Schwerverletzten gibt.

Eine Untersuchung des Instituts für Straßenverkehr Köln [1] veranschaulicht den Vergleich der Reparaturkosten zwischen einem kleinen Kreisverkehr und Kreuzung oder Einmündung. (Diagramm 2) Die untersuchten Knoten befinden sich außerhalb bebauter Gebiete.

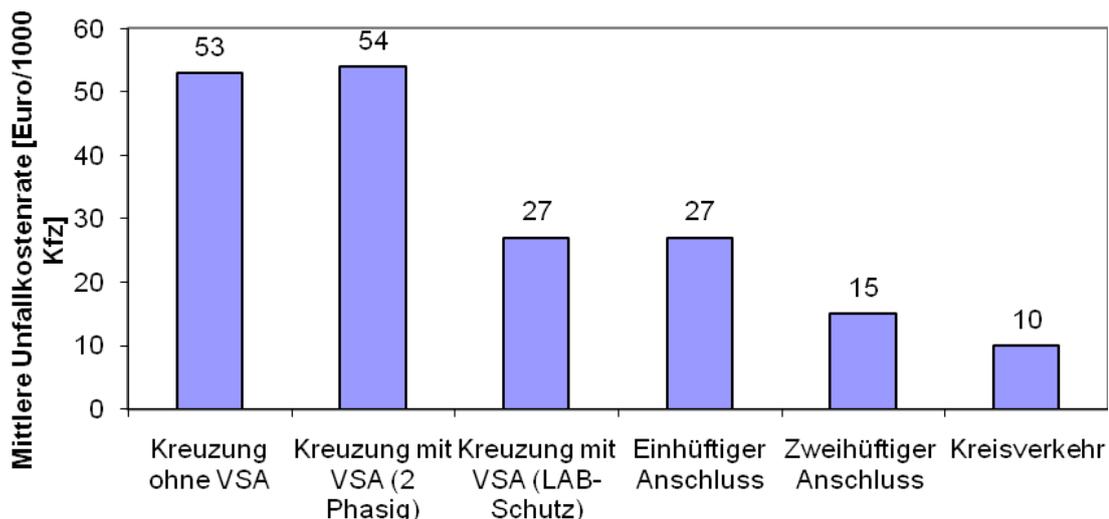


Diagramm 2: Vergleich der Verkehrssicherheit an Knotenpunkte außerhalb bebauter Gebiete. [1]

Das Ergebnis ist überzeugend. Kleine Kreisverkehre haben eine mehr als fünfmal größere Verkehrssicherheit als z.B. Kreuzungen ohne VSA oder Kreuzungen mit zweiphasigen VLSA.

Eine andere Untersuchung der Ruhr-Universität Bochum zeigt, dass Kreisverkehre mit zweistreifiger Zufahrt größere Unfallkostenraten haben als mit einsterifiger Zufahrt. (Diagramm 3) [1]

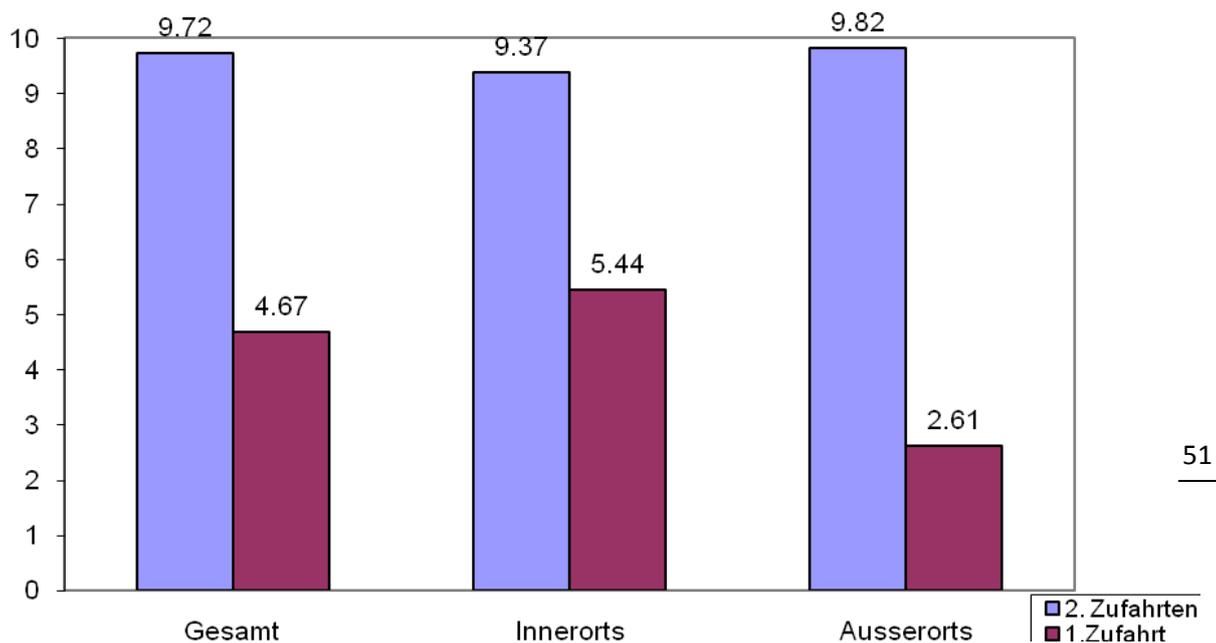


Diagramm 3: Unfallkostenrate (je 1000 Kfz / Jahr) [1]

Für die erhebliche Verringerung der Unfälle hilft auch die stark verminderte Geschwindigkeit im Rahmen der Kreisverkehrsplätze. Im Durchschnitt herrscht auf der Kreisfahrbahn ein Geschwindigkeitsniveau von 20 – 40 km/h wie an der Abbildung 50 gezeigt ist. [15] Mit zunehmendem Durchmesser wächst aber die mittlere Geschwindigkeit an.

Als Größenordnung kann man davon ausgehen [16], dass die mittlere Geschwindigkeit der PKW (in km/h), den Außendurchmesser des Kreisverkehrsplatzes (in m) nicht überschreitet.

Sehr wichtig ist es, das Tempo vor dem Kreisverkehrsplatz zu reduzieren. Das gibt den Fahrern die Möglichkeit die Autounfälle zu verhindern oder mindestens den Schaden zu minimieren.

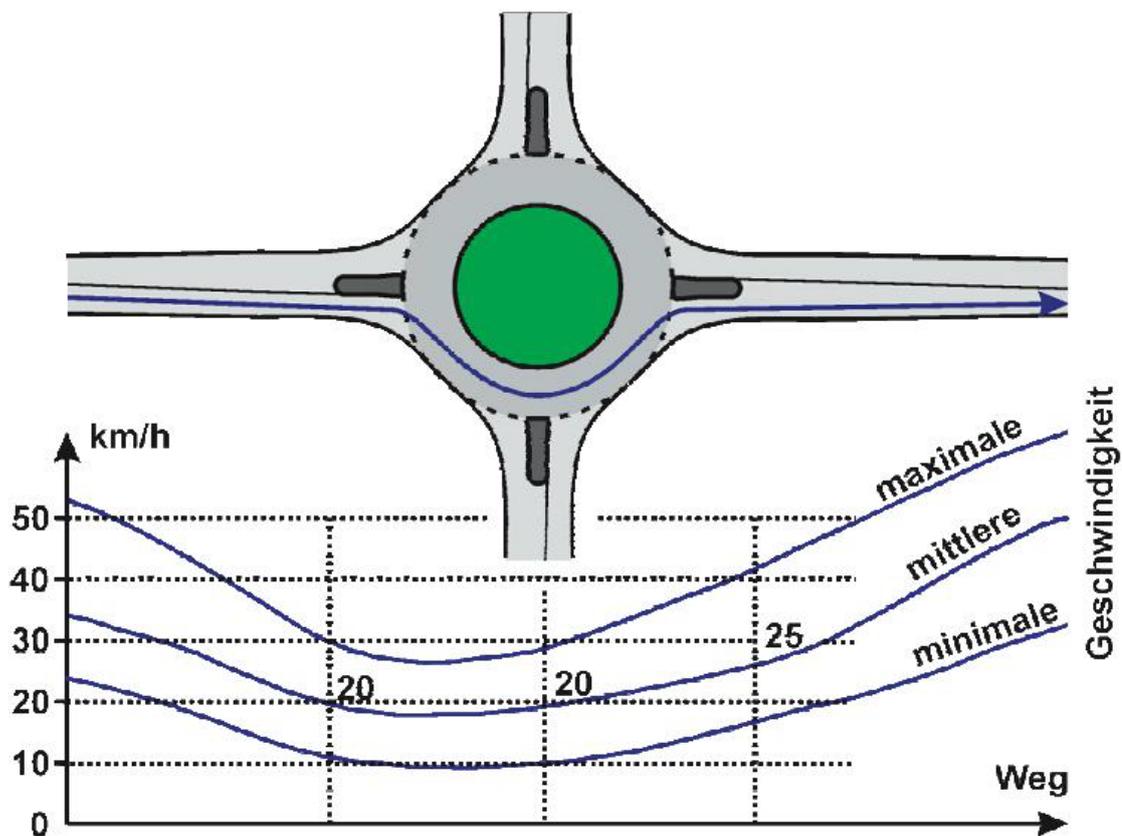


Abb. 50: Verringerung der Geschwindigkeit im Kreis [10]

Kreisverkehrsplätze haben auch auf die anschließenden Straßenstrecken eine geschwindigkeitsdämpfende Wirkung. Die unmittelbar vom Kreisverkehr ausgehende Geschwindigkeitsdämpfung beschränkt sich auf den Nachbereich. [17] Innerörtlich wirkt sie über eine Gesamtlänge von rund 150 m, im Freilandbereich konnte eine Wirkung über ca. 300 m festgestellt werden.

Damit ein Kreisverkehr korrekt geplant und gebaut wird, soll die Geschwindigkeit in den Konfliktzonen durch Maßnahmen reduziert werden. Es ist auch die Reduktion der Überschneidungen der Fahrlinien (kein Kreuzen und Linksabbiegen) von großer Bedeutung. Maßgebend dafür ist eine ausreichende Ablenkung des einfahrenden Verkehrs durch die Mittelinsel. Der Kreismittelpunkt muss sich daher möglichst im Schnittpunkt der Achsen der zum Kreisverkehr führenden Kreisverkehrsarme befinden. (Abb. 51) Dezentrale bzw.

außermittige Kreisfahrbahnen sind so weit wie möglich zu vermeiden. Auch kurze Verschwenkungen der Kreisverkehrsarme mit engen Radien sind möglichst zu vermeiden, da die Erkennbarkeit des Kreisverkehrs darunter sehr leidet. [6]

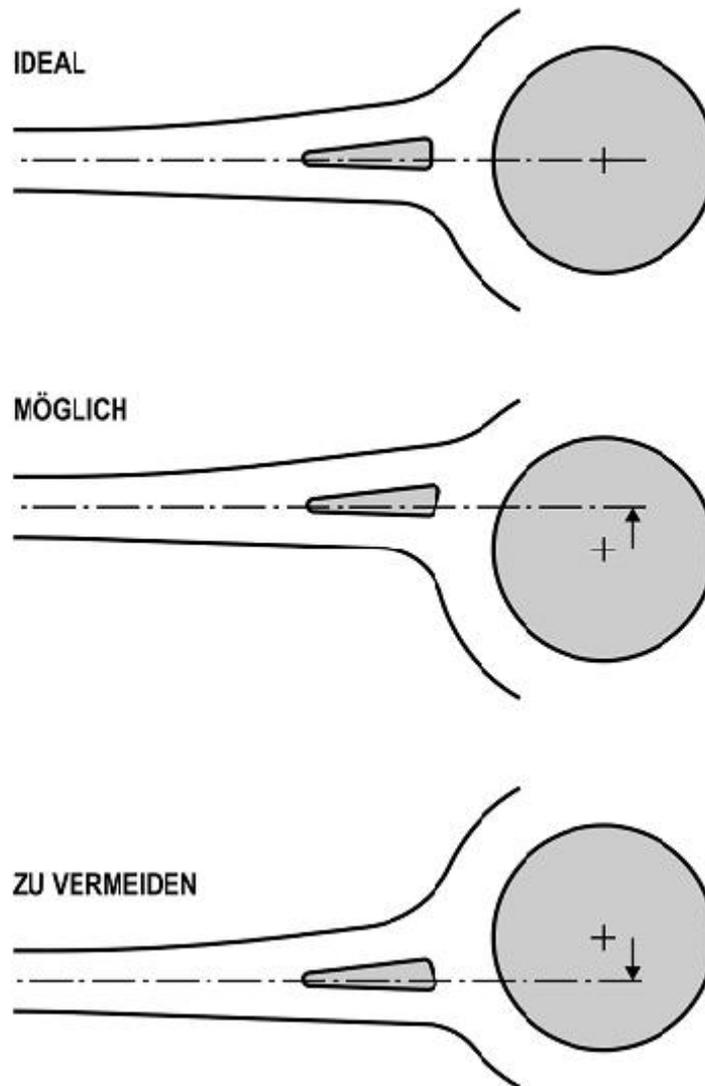


Abb. 51: Positionierung der Arme gegenüber der Mittelinsel. [6]

Oft vorkommende Unfälle (s. Abb. 52)

Unfalltyp 1 – zwischen den einfahrenden und sich im Kreis befindende Kfz. Mögliche Ursachen dafür sind hohe Geschwindigkeit oder Zerstretheit des Fahrers.

Unfalltyp 2 – zwischen Radfahrer und Autofahrer. Mögliche Ursachen sind Zerstretheit des Fahrers und die Sicht.

Unfalltyp 3 – Auffahren auf die Mittelinsel. Mögliche Ursachen sind hohe Geschwindigkeit oder Eis auf der Fahrbahn.

Unfalltyp 4 – Auffahrunfälle in den Zufahrten. Mögliche Ursachen sind hohe Geschwindigkeit, Eis auf der Fahrbahn, Zerstreutheit des Fahrers.

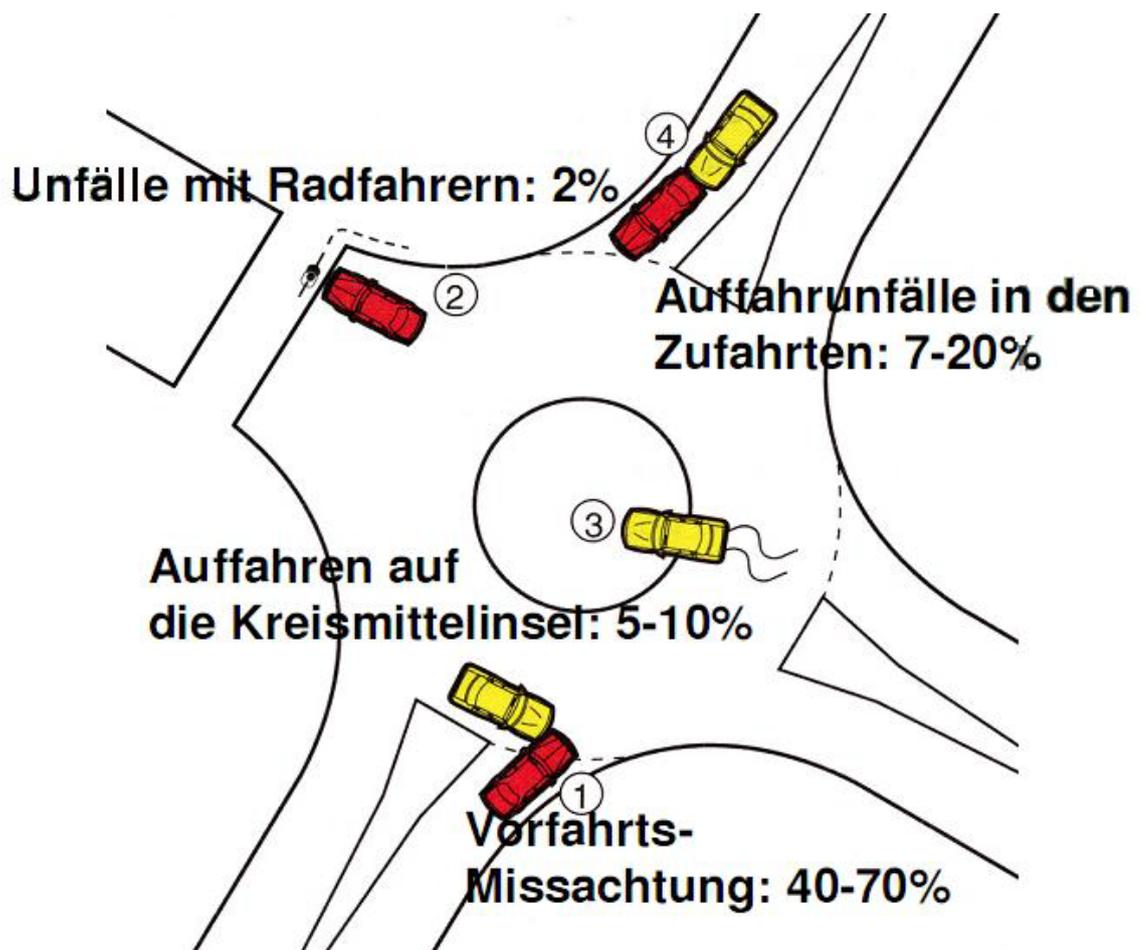


Abb. 52: Typische Unfallursachen an Kreisverkehren [29]

4.3 Umweltverträglichkeit

Eine weitere positive Wirkung eines Kreisverkehrs ist die Verminderung der Lärm- und Schadstoffemissionen. (s. Abb. 53, 54)

4.3.1 Lärmemissionen

Kreisverkehre sind sehr günstig in den Städten zu verwenden, weil sie viel weniger Lärm verursachen. Am meisten wird das in der Nacht bemerkt, wenn die Verkehrsbelastung geringer ist. [18]

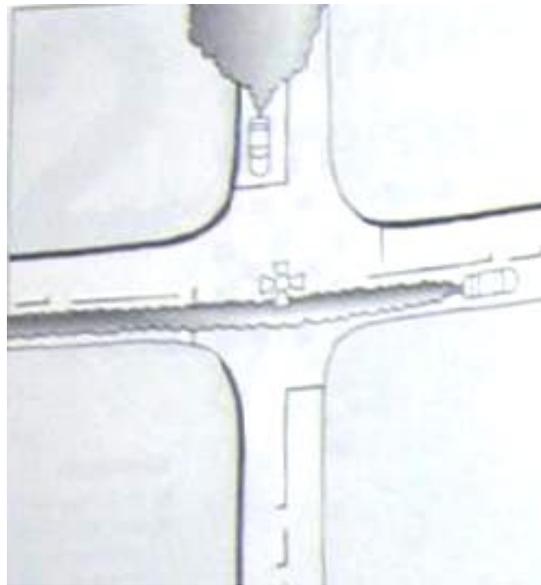


Abb. 53 Lärm- und Schadstoffemissionen einer Kreuzung. [18]

4.3.2 Schadstoffemissionen

An der Abbildung 54 ist im Vergleich zu Abb. 53 die gleichmäßige Fahrweise eines Kreisverkehrs gezeigt. Das führt zur Verminderung des Kraftstoffverbrauchs und in der Folge zu weniger Schadstoffen.

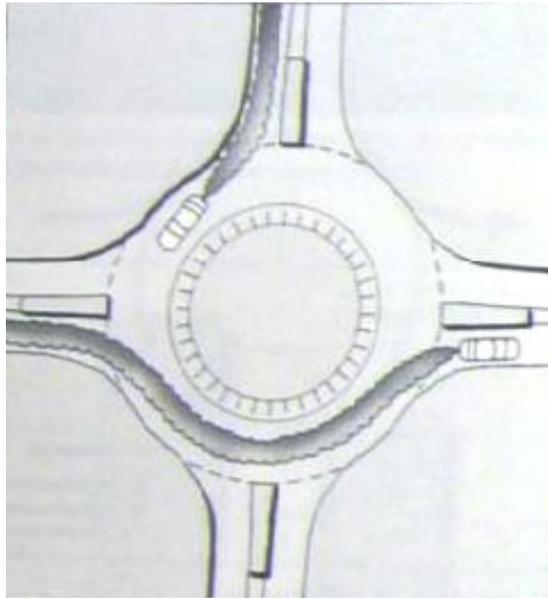


Abb. 54: Lärm- und Schadstoffemissionen eines Kreisverkehrs [18]

4.3.3. Beispiele

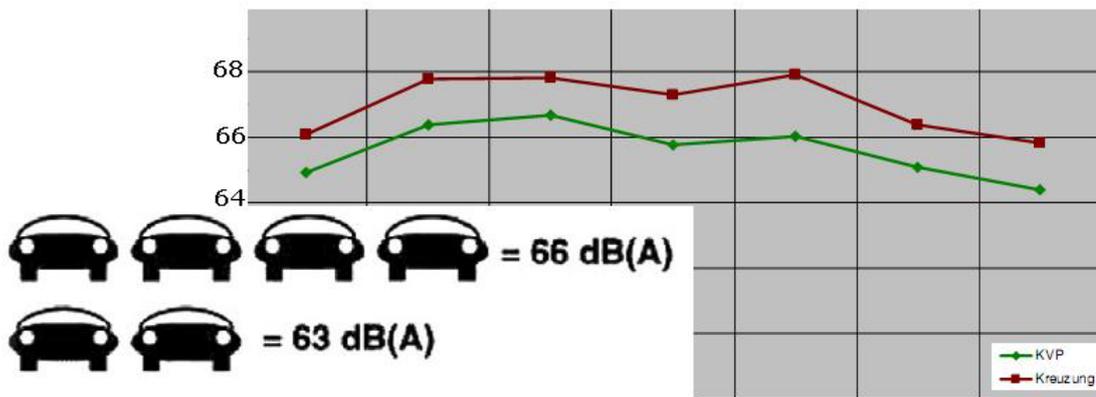


Abb. 55: Umbauung einer Kreuzung zum Kreisverkehr. Die Lärmbelastung ist um bis zu 3 dB(A) bei gleicher Verkehrsbelastung reduziert. [29]



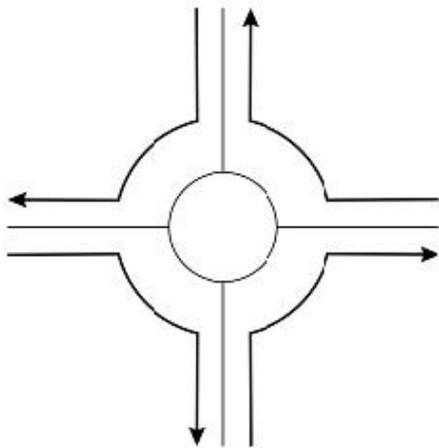
Abb. 56: Kreuzung mit LSA. [29]



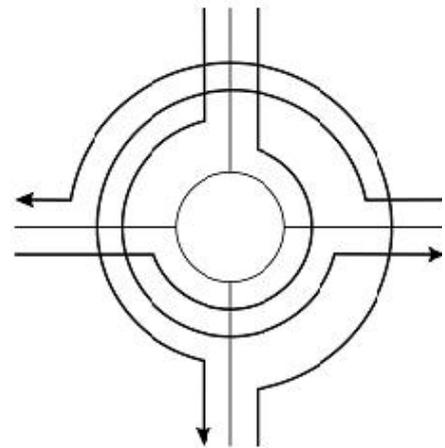
Abb. 57: Umbau der Kreuzung zu einem Kreisverkehr. Das Resultat ist mehr Platz (ca.30%) und gestalterische Elemente [29]

4.4 Leistungsfähigkeit

Kreisverkehre sind leistungsfähiger als ungeregelte, bzw. vorrangeregelt Kreuzungen. Wenn bestimmte Bedingungen vorhanden sind, können Kreisverkehrsplätze sogar leistungsfähiger als Lichtsignalanlagen sein. [19]



Hohe Leistungsfähigkeit



geringe Leistungsfähigkeit

Abb. 58: Bedingungen für eine höhere Leistungsfähigkeit [19]

Das ist der Fall, wenn die meiste Fahrzeuge Rechtsabbieger sind. (Abb. 58) So gibt es auf der Kreisfahrbahn nicht so viel Verkehr, weil die Fahrzeuge gerade nach der Einfahrt ausfahren. Das vermindert die Wartezeiten und vergrößert die Kapazität.

Die verschiedenen Kreisverkehre haben verschiedene Kapazitätsmöglichkeiten: [1]

- Mini-Kreisverkehre:
Sie haben insbesondere im Verhältnis zur benötigten Fläche eine hohe Kapazität. Problemlos können in Mini-Kreisverkehren 12.000 Kfz/Tag abgewickelt werden. Wenn es günstige Bedingungen gibt, kann diese Ziffer auf 18.000 Kfz/Tag ohne Stau oder große Wartezeiten steigen.
- Kleine Kreisverkehre:
Die Leistungsfähigkeit ist höher als bei nichtsignalgeregelten Knoten, aber auch bei signalgeregelte Knoten, die einen großen Anteil von Linksabbiegern haben. Sie bewältigen 25.000 Kfz/Tag und in den Spritzenstunden können sie 2500 - 2800 Kfz/h erreichen, sogar ohne Stau oder große Wartezeiten.

- Große Kreisverkehre:
Die großen Kreisverkehrsplätze können ohne Schwierigkeiten 4000 bis 6000 Kfz/h bewältigen. Pro Tag können sie bis 30 000 Kfz erreichen.

Für eine überschlägige Abschätzung der Leistungsfähigkeit eines vierarmigen Kreisverkehrs mit einstreifigen Ein- und Ausfahrten und einem Fahrstreifen im Kreis dient das folgende Diagramm. [20]

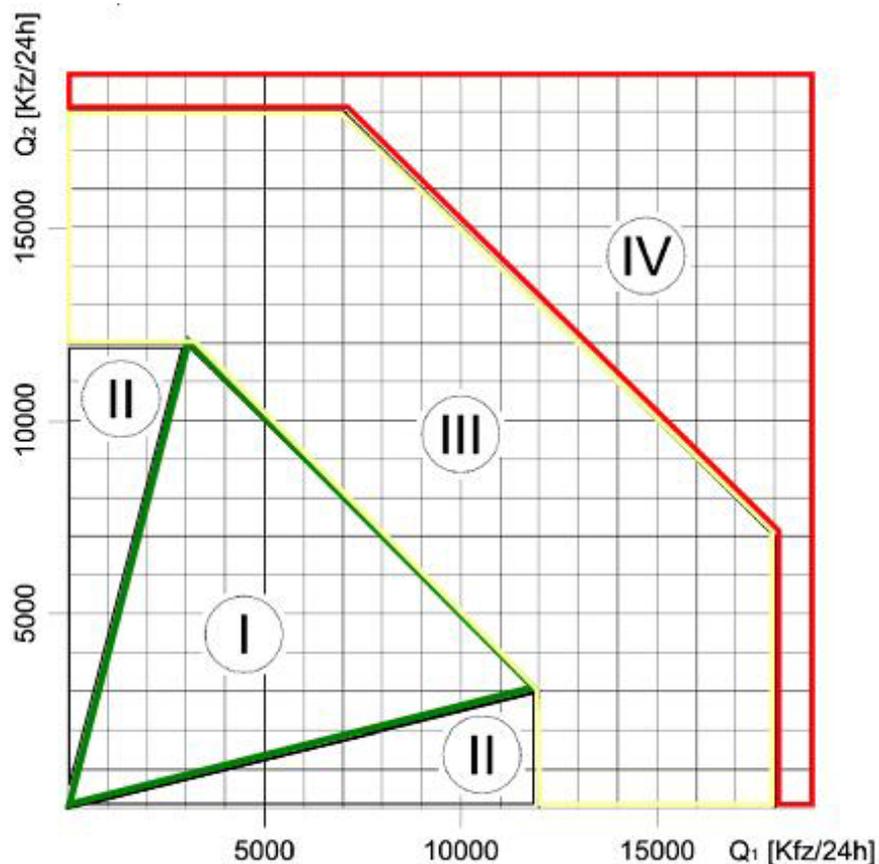


Diagramm 4 – Leistungsfähigkeitsabschätzung für einen vierarmigen Kreisverkehr mit einstreifigen Ein- und Ausfahrten und einem Fahrstreifen im Kreis. [20]

- Q_1 [Kfz/24h] - Summe des durchschnittlichen Zuflusses der zwei am stärksten belasteten Einfahrten
- Q_2 [Kfz/24h] - Summe des durchschnittlichen zufließenden Verkehrs der verbleibenden Einfahrten

- Bereich I:
Kreisverkehr ohne Leistungsfähigkeitsnachweis möglich, günstiges Verhältnis der Verkehrsbelastung.

- Bereich II:
Kreisverkehr ohne Leistungsfähigkeitsnachweis möglich, ungünstiges Verhältnis der Verkehrsbelastung.
- Bereich III:
Kreisverkehr möglich, Leistungsfähigkeitsnachweis notwendig.
- Bereich IV:
Einstreifiger Kreisverkehr nicht mehr möglich.

Für dreiarmige Kreisverkehrsanlagen kann zur Abschätzung der Leistungsfähigkeit sinngemäß Diagramm 4 verwendet werden, wobei Q_2 der durchschnittlich zufließende Verkehr der verbleibenden Einfahrt ist. [20]

Leistungsfähigkeitsberechnung – RVS 03.05.14

$$L_{ekd} = 15000 \cdot Q_2 \cdot \frac{8}{9} \left(\quad \right) \text{ [PKW-E/h]}$$

L_e = Leistungsfähigkeit der Einfahrt [PKW-E/h]

Q_k = Verkehrsstärke der Kreisfahrbahn [PKW-E/h]

Q_a = Verkehrsstärke der Ausfahrt [PKW-E/h]

α = Faktor zur Abminderung der Verkehrsstärke der Ausfahrt

Q_e = Verkehrsstärke der Einfahrt [PKW-E/h]

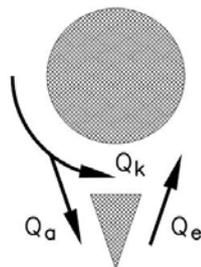


Abb. 59: Systemskizze zur Berechnung der Leistungsfähigkeit [20]

Der Faktor α wird der aufgrund der Distanz b [m] zwischen den Punkten C_a und C_b der Fahrkurven des ausfahrenden bzw. des einfahrenden Verkehrs bestimmt. (Abb. 60)

Bei gegebener Verkehrsstärke der einfahrt Q_e ergibt sich der Auslastungsgrad a der Einfahrt aus:

$$a = \frac{Q_e}{L_e}$$

Für eine ausreichende Verkehrslast, soll der Auslastungsgrad den Wert von 0,9 nicht überschreiten.

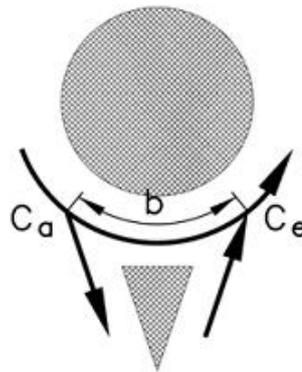


Abb. 60: Systemskizze für die Bestimmung der Distanz b [m] [20]

Wartezeit – RVS 03.05.14

Die mittlere Wartezeit t_w ergibt sich gemäß den aus der Wartenschlangentheorie abgeleiteten Formeln von KIMBER/HOLLIS. Die mittlere Wartezeit ist entsprechend der Leistungsreserve R und der Leistungsfähigkeit in der Einfahrt (L_e) aus Diagramm 6 zu ermitteln. [20]

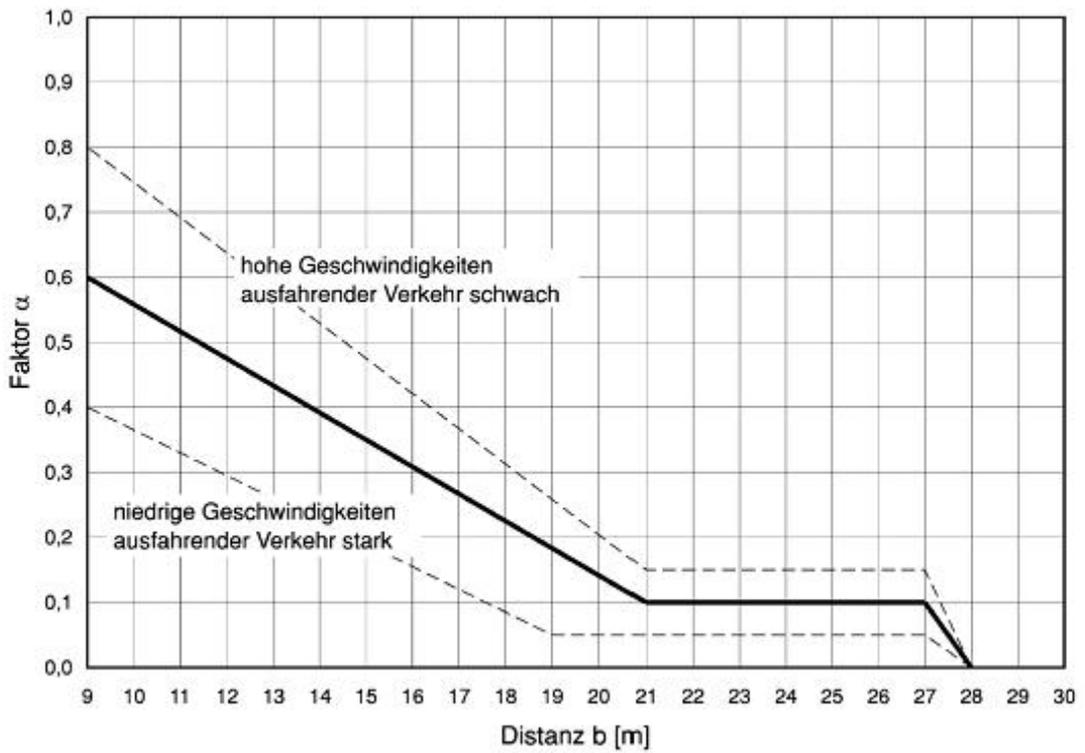


Diagramm 5: Ermittlung des Faktors α [20]

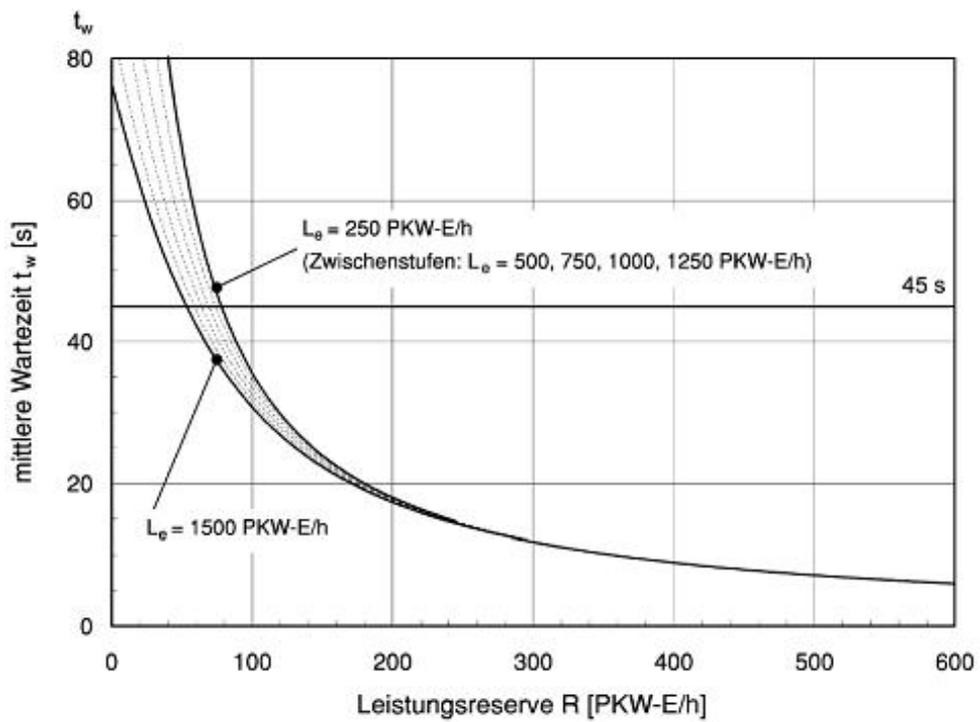


Diagramm 6: Mittlere Wartezeit in Abhängigkeit von Leistungsreserve und Leistungsfähigkeit der Einfahrt [20]

Die Leistungsreserve ergibt sich aus:

$$RL_{ee} \quad [\text{PKW-E/h}]$$

Wartezeiten von mehr als 45 s sollen vermeiden werden.
Wartezeiten von mehr als 1 Minute führen zu Akzeptanzproblemen.

Rückstaulänge – RVS 03.05.14

$$l_{RZ} = \frac{Q_{PKW} \cdot t_{FZ}}{3600}$$

16,00m für einen PKW

l – Rückstaulänge

4.5 Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit von Kreisverkehrsplätzen lässt sich nicht leicht allgemein ausdrücken. Jeder Knotenpunkt hat seine Besonderheiten, die in den Kosten-Nutzen-Vergleich aufgenommen werden müssen. Allerdings haben die Kreisverkehrsplätze einen großen Vorteil im Vergleich zu den anderen Knotenpunkttypen. [21] Das werden die nächsten Tabellen klar ausdrücken. – Quelle [22]

- Vergleich zwischen einem Kreisverkehrsplatz und einer Kreuzung beim Neubau.

Tabelle 3: Vergleich zwischen einem Kreisverkehrsplatz und einer Kreuzung beim Neubau [22]

	Kreuzung		Kreisverkehrsplatz
	ohne LSA	Mit LSA	
Außerhalb bebauter Gebiete	162 000,- €	262 000,- €	152 000,- €
Innerhalb bebauter Gebiete	220 000,- €	290 000,- €	220 000,- €

Die Kostenangaben beruhen auf Erfahrungswerten und sind aus Preisangaben von 1995 grob gemittelt. Alle Preise sind in Euro.

- Kostenvergleich beim Umbau

Tabelle 4: Kostenvergleich eines Kreisverkehrsplatzes und einer Kreuzung beim Umbau an einem Knotenpunkt außerhalb bebauter Gebiete [22]

	Kreuzung mit LSA	Kreisverkehrsplatz
Investitionskosten -Grundbwerb -Herstellungskosten	13 000 EUR/a	25 EUR/a 7 000 EUR/a
Laufende Kosten -Bauliche/betriebliche Unterhaltung -Stromkosten	3 600 EUR/a 4 100 EUR/a	2 600 EUR/a
Gesamtkosten	20 800 EUR/a	9 625 EUR/a

Tabelle 5: Kostenvergleich eines einfach gestalteten Kreisverkehrsplatzes und einer Kreuzung beim Umbau an einem Knotenpunkt innerhalb bebauter Gebiete. [22]

	Kreuzung mit LSA	Kreisverkehrsplatz
Investitionskosten -Grundbwerb -Herstellungskosten	8 400 EUR/a	80 EUR/a 6 750 EUR/a
Laufende Kosten -Bauliche/betriebliche Unterhaltung -Stromkosten	3 600 EUR/a 4 100 EUR/a	2 600 EUR/a
Gesamtkosten	16 100 EUR/a	9 430 EUR/a

Tabelle 6: Kostenvergleich eines aufwendig gestalteten Kreisverkehrsplatzes und einer Kreuzung beim Umbau an einem Knotenpunkt innerhalb bebauter Gebiete. [22]

	Kreuzung mit LSA	Kreisverkehrsplatz
Investitionskosten		
-Grundbwerb		130 EUR/a
-Herstellungskosten	8 400 EUR/a	6 750 EUR/a
Laufende Kosten		
-Bauliche/betriebliche Unterhaltung	3 600 EUR/a	5 600 EUR/a
-Stromkosten	4 100 EUR/a	
Gesamtkosten	16 100 EUR/a	12 480 EUR/a

Tabelle 7: Berücksichtigung der Nutzen aus Unfallkosten am Kreisverkehrsplatz und an einer Kreuzung/Einmündung [22]

	Kreisver- kehrsplatz	Kreuzungen/Einmündungen		
		Ohne LSA	2-Phasen- Steuerung	Mehr- Phasen- Steuerung
Außerhalb bebauter Gebiete	45 – 105	105 – 450	145 – 195	56 – 130
Innerhalb bebauter Gebiete	35 - 60	55 – 105	35 – 105	
Unfallkosten [550 EUR/a]				

Die Schätzung bezieht sich auf Knotenpunkte mit einer Gesamtverkehrsstärke von ca. 15 000 Kfz/24h

4.6 Akzeptanz

Ein Kreisverkehrsplatz wirkt optisch und funktional ansprechend und stößt praktisch überall auf Akzeptanz. Als gestaltendes Element kann er städtebaulich gut eingesetzt werden.

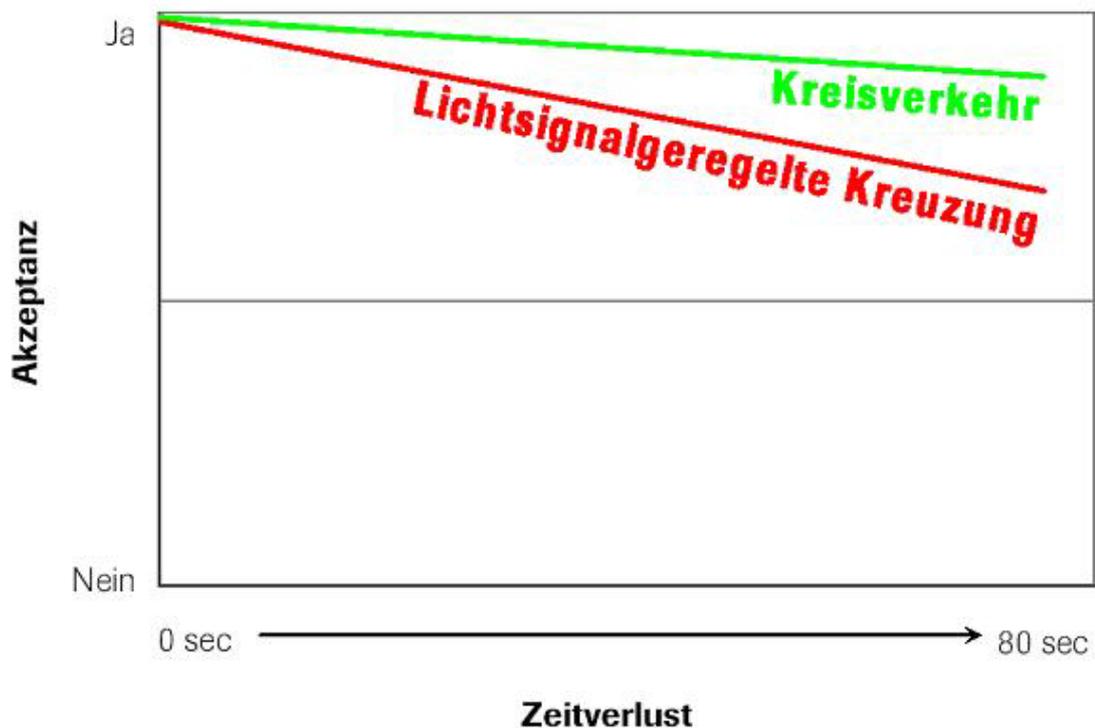


Abb. 61 – Vergleich der Akzeptanz von einem Kreisverkehr und einer lichtsignalgeregelten Anlage. [20]

Die Abbildung 61 veranschaulicht, dass sich im Laufe der Zeit die Akzeptanz bei den lichtsignalgeregelten Kreuzungen viel schneller als bei den Kreisverkehren vermindert.

Der Unterschied von dem geschätzten Zeitverlust zwischen diesen zwei Knotenpunkttypen gibt wieder einen Vorteil an den Kreisverkehrsplätzen. Bei einem Zeitverlust von 80 sec. ist schon der geschätzte Verlust groß. Zu dieser Zeit ist die Situation bei den Kreisverkehren zwischen gering und sehr gering. [20]

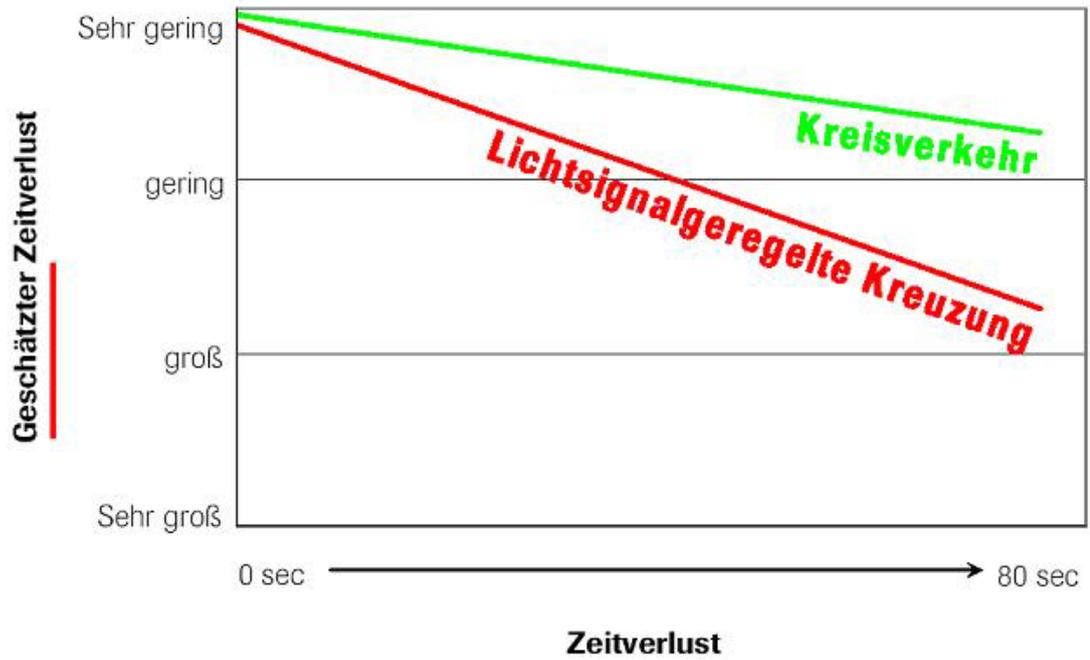


Abb. 62 – Geschätzter Zeitverlust von Kreisverkehr und Lichtsignalgeregelte Kreuzung. [20]

5. Schwerverkehrsfahrzeuge und Buse im Kreisverkehr

5.1 Allgemeines

Der Kreisverkehr bringt einen besseren Verkehrsfluss, auch wenn LKW vorhanden sind. Diese Kreuzungen sind so gestaltet und gerundet, dass sie keine Probleme für größere Fahrzeuge bieten. Die Befahrbarkeit des Kreisverkehrs soll wegen diesen Fällen generell mit den Schleppkurven der zum Einsatz kommenden Fahrzeuge unter Beachtung der maßgebenden Fahrbeziehungen überprüft werden.

Soweit erforderlich und möglich, sind die Geometrie (Bordausrundungen usw.) und die Konstruktion der Bauteile (Überfahrbarkeit, Aufbau – siehe auch Kapitel 3) anzupassen, um eine Befahrbarkeit für diese Transporte abzusichern.

Ggf. ist auch die Mittelinsel in den entsprechend notwendigen Teilbereichen (Schleppkurve) als Verkehrsfläche (z.B. in Sonderbauweise mit Pflaster) zu befestigen. Alternativ können auch die Randbereiche überfahrbar hergestellt werden. Auch bei der Beschilderung und Ausstattung ist erforderlichenfalls den Belangen der Sondertransporte Rechnung zu tragen (leicht demontierbare Verkehrszeichen, zusätzliche Leiteinrichtungen, zurückgesetzte Straßenbeleuchtung, u. a.). [23]

Wenn ein Planer darauf nicht achtet, ist der Befund eindeutig: Radspuren im Bankett, umgefahrene Poller und Verkehrszeichenmasten, beschädigte Bordsteine und herausgerissene Einfassungen von Kreisverkehrsrondellen, überfahrene Grüninsel, an Kreuzungsecken wartende Radfahrer, die von abbiegenden, über zu enge Ausrundungen schneidende Großfahrzeuge gefährdet werden. Tiefbauunternehmen, die sich häufig mit langen, teilweise überbreiten Lkw und Sattelzügen auf kleinen Außerortsstraßen oder in Ortskernen bewegen müssen, sind von den immer knapper bemessenen Fahrbahnflächen, vor allem in Kreisverkehren, betroffen.

5.2 Schleppkurve

Die Schleppkurve spielt eine wesentliche Rolle in der Modellierung des Fahrverhaltens, speziell beim Durchfahren einer Kurve. Beim Lenkvorgang laufen die Achsen hinter der Lenkachse „*aus der Spur*“ d.h. die Hinterachse hat nicht dieselbe Spur. So kommt das Bedürfnis für eine größere Fläche bei einer Kurvenfahrt. Diese Fläche wird mit Hilfe von Schleppkurven von Bemessungsfahrzeugen ermittelt.

Die Größe und Art der überstrichenen Fläche hängt von mehreren Faktoren ab: [24]

- Dem Kurvenradius: Je enger eine Kurve gefahren wird, desto größer ist die überstrichene Fläche.
- Die Länge des Fahrzeuges: Je länger ein Fahrzeug ist, desto größer ist die überstrichene Fläche.
- Die Lage der Achsen: Je nachdem, wo die Achsen im Verhältnis zur Fahrzeuglänge liegen, wird entweder eine größere Fläche zur Kurveninnenseite oder zur Kurvenaußenseite überstrichen. Die Fahrspur der Hinterräder bestimmt die Schleppkurve, die bogenäußere vordere Fahrzeugecke bestimmt die äußere, der Bereich neben dem bogeninneren Hinterrad die innere Begrenzung des Fahrraumbedarfes.
- Der Gliederung des Fahrzeuges: Anhänger, Sattelaufleger, etc. Die Schleppkurve des Anhängers verläuft weiter Bogeninnen als die des Zugfahrzeuges.
- Der Anzahl der gelenkten oder drehbaren Achsen. Die ungelenkten Hinterräder eines Fahrzeuges beschreiben bei Bogenfahrt einen engeren Bogen als die gelenkten Vorderräder
- Dem Winkel der während der Kurve zurückgelegt wird, die Angaben von Winkel im Straßenbau erfolgt in Gon, $90^\circ = 100\text{gon}$, $360^\circ = 400\text{gon}$ und gemeint ist die zurückgelegte Richtungsänderung.

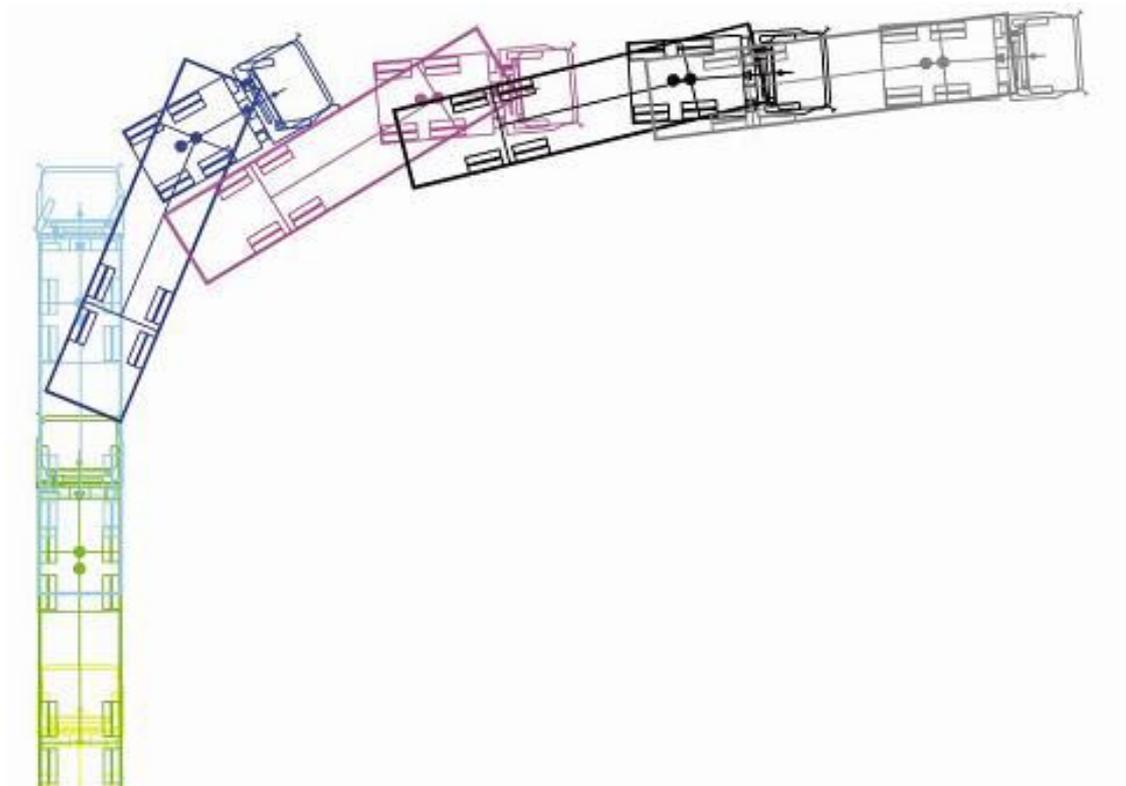


Abb. 63: Beispiel einer Schleppkurve für einen Sattelauflieger, Kurvenwinkel 90° , das Ausschwenken des Anhängers und der andere Weg der un gelenkten Hinterachsen ist hier schon ersichtlich. [24]

Für die öffentliche Straße gilt meistens das nach der Straßenverkehrsordnung (StVO) maximal zulässige Fahrzeug. Nur für die kleineren Erschließungsstraßen wird oft das Feuerwehr- oder Müllfahrzeug als maßgebend angesetzt. Für Sonderrouten mit regelmäßigen Schwertransporten oder Militärtransporten gelten Einzelfallregelungen. [23]

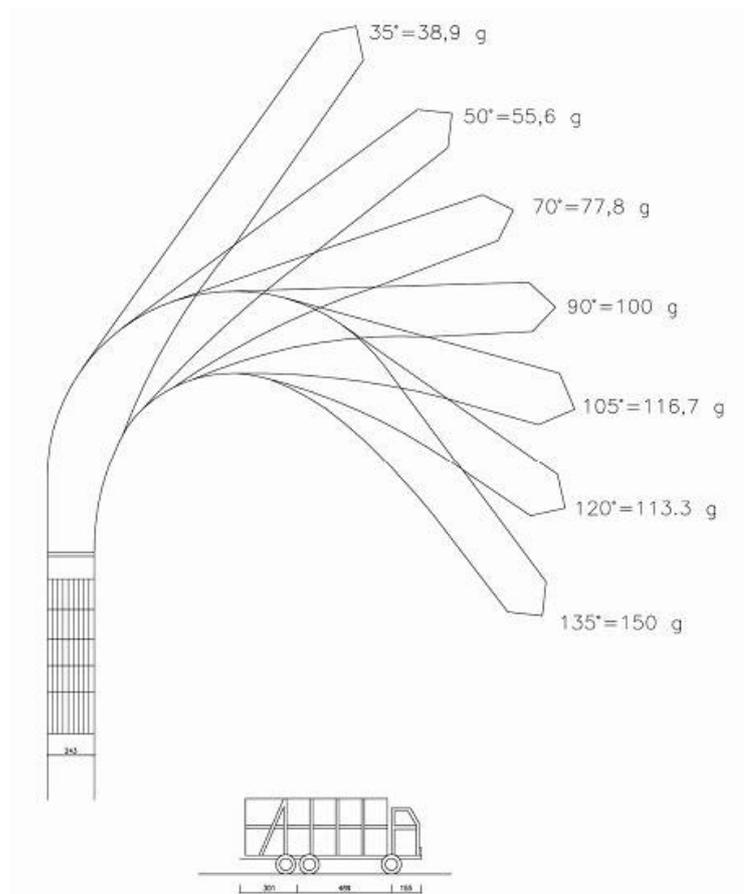


Abb. 64: Beispiel einer Schleppkurve für das Bemessungsfahrzeug Müllwagen [24]

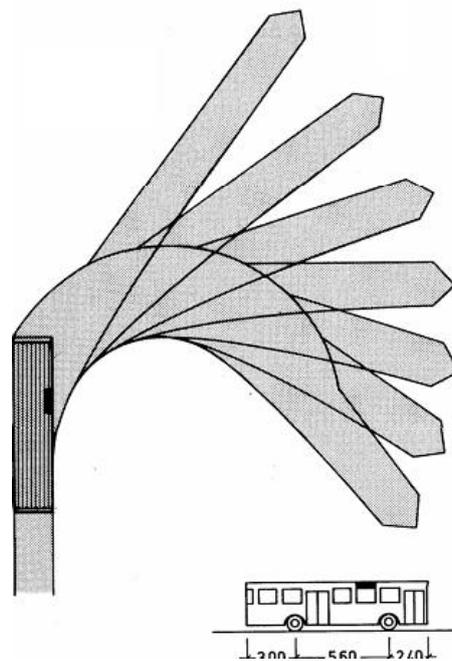


Abb. 65: Beispiel einer Schleppkurve für das Bemessungsfahrzeug Linienbus [16]

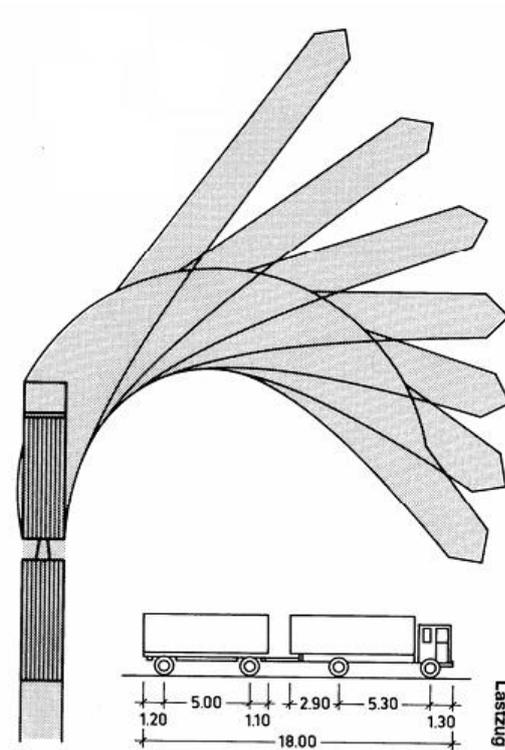


Abb. 66: Beispiel einer Schleppkurve für das Bemessungsfahrzeug Lastzug [16]

5.3 Fahrverhalten in der Praxis

5.3.1 Mini-Kreisverkehr Amstetten

Der Kreisverkehr befindet sich in Amstetten, Kreuzung Bahnhofstraße und Wiener Straße. (s. Abbildung 67) Er ist sehr belebt. Die Summe aller Zufahrten beträgt pro Tag ca. 10.300 Fahrzeuge (Grenzwert: ca. 15.000 Zufahrten pro Tag). [25]

Für die folgenden Untersuchungen wurde der Kreisverkehr 4:15 Stunden lang beobachtet (von 8:00 Uhr bis 12:15 Uhr).

Der Mini-Kreisverkehr ist in der Nähe des Bahnhofs. Das erklärt die Befahrbarkeit nicht nur für PKW, sondern auch für LKW und Linienbusse. Der Schwerververkehrsanteil beträgt ca. 4,8 %.

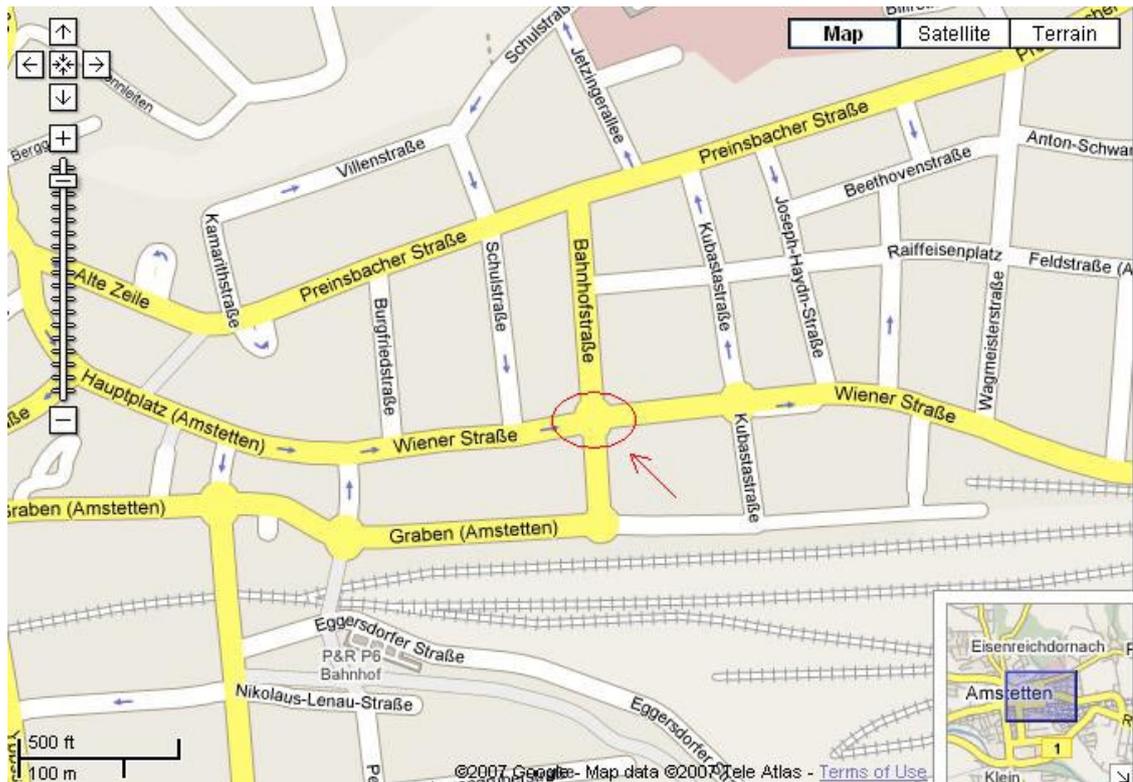


Abb. 67: Lageplatz des Mini-Kreisverkehrs in Amstetten [27]

Wegen der beengten Platzbedingungen ist eine Beobachtung mit einer Kamera, ohne dass die Fahrer es merken, kaum möglich. Das erregt die Aufmerksamkeit der Fahrer und bewirkt eine höhere Achtsamkeit. Einige der Fahrer haben geparkt und gefragt, warum die Erhebungen durchgeführt werden.

Geschwindigkeitsverhalten:

Die Geschwindigkeit 15 m vor dem Mini-Kreisverkehr ist wegen des kleinen Durchmessers sehr klein (im Vergleich mit den anderen untersuchten Kreisverkehren). Die Beobachtungen zeigen, dass der Schwerverkehr mit einer mittleren Geschwindigkeit von 13 km/h fährt, wobei die Geschwindigkeit im Bereich von 6 km/h bis 22 km/h variiert.

Im folgenden Diagramm ist die Geschwindigkeitsverteilung Dargestellt. Hier sieht man, dass fast 45% nicht mehr als 15 km/h fahren und der Anteil der schnellfahrenden Fahrzeuge beträgt ca. 5%.

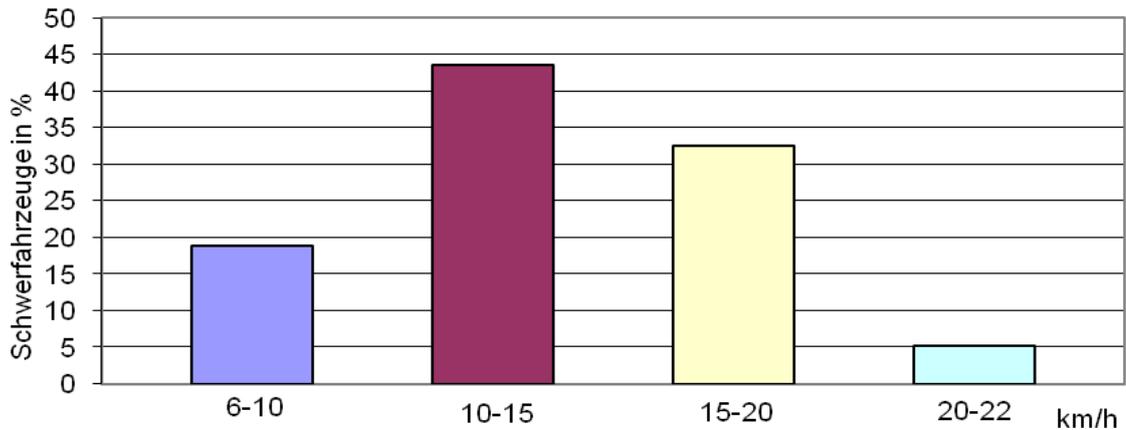


Diagramm 7: Geschwindigkeitsverteilung der Schwerfahrzeuge.

Aus den Diagrammen 7 und 8 kann man einen Vergleich zwischen den Geschwindigkeiten von LKW und PKW ziehen. Die mittlere Geschwindigkeit der Autos ist 19 km/h (6 km/h mehr als LKW und Busse). Diese schwankt zwischen 13 km/h und 30 km/h (maximale Geschwindigkeit um 8 km/h höher). Wieder bewegen sich fast 45% der Fahrer im mittleren Geschwindigkeitsbereich. Über 25 km/h fahren kaum 5% der PKWs.

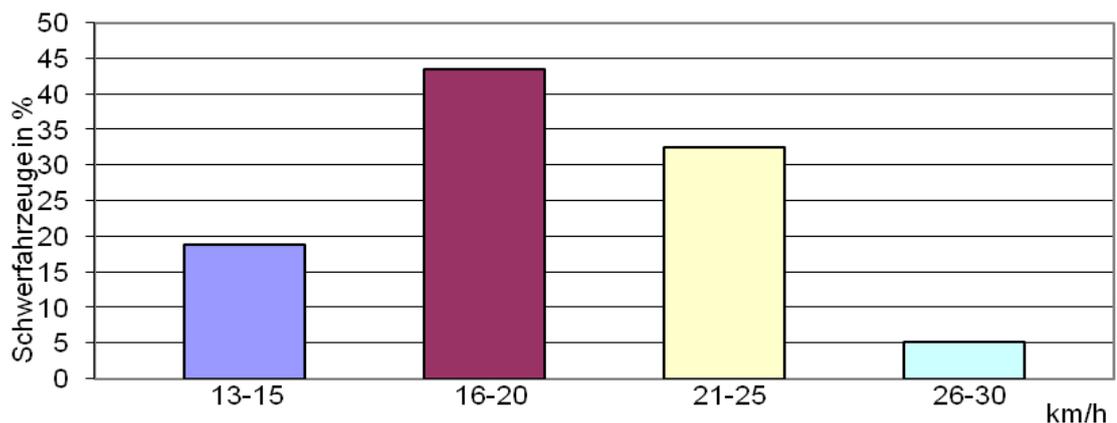


Diagramm 8: Geschwindigkeitsverteilung der PKW.

Charakteristisch für den Mini-Kreisverkehr ist die kleine Distanz zwischen den Autos. Das passiert wegen der niedrigen Geschwindigkeit und eventuell den Wartezeiten. Das macht die

Fahrer nervös und einige fahren in den Kreis ein, gerade vor den Autos, die Vorfahrt haben. Wenn das Auto im Kreis nicht bremst, passiert einen Unfall. Allerdings bleiben die Schäden wegen der kleinen Geschwindigkeit leicht, sehr oft ohne Verletzte.

Das Verhalten der Autos, wenn ein Kfz im Kreis ist, ist ganz verschieden. Die Größe eines Schwerfahrzeugs in Kombination mit dem Platzmangel führt zu einer wirklich langsamen Geschwindigkeit im Kreis. Das macht die einfahrenden Fahrer sehr vorsichtig.

Spurverhalten:

Bei den Mini-Kreisverkehren hängt das Spurverhalten stark vom Fahrer ab. Im Prinzip benötigen sogar LKW mit Anhänger nicht viel Platz von der Kreisinsel. In Abbildung 68 ist ein solches Fahrzeug photographiert.



Abb. 68: Schwerfahrzeug fährt durch den Kreisverkehr. Es benutzt die ganze Fahrbahnbreite mit dem Resultat, dass nur ein kleiner Teil der Kreisinsel mitbenutzt wird. [eigenes Photo]

Viele Fahrer benutzen aber einen großen Teil der Insel. Auf den nächsten Abbildungen 69 und 70 ist ein Linienbus dargestellt. Seine Hinterachse fährt sogar auf den linken Teil der Insel. Das konnte nicht nur einmal, sondern wiederholt beobachtet werden.



Abb. 69: Linienbus fährt links von der Inselmitte. [eigenes Photo]



Abb. 70: Linienbus befährt wieder die ganze Insel. [eigenes Photo]

Die Untersuchung zeigt in Prozenten, welche Bereiche des Kreisverkehrs von Schwerfahrzeugen befahren werden (Diagramme 9 und 10). In der Statistik wurden auch 3,5 t Fahrzeuge berücksichtigt.

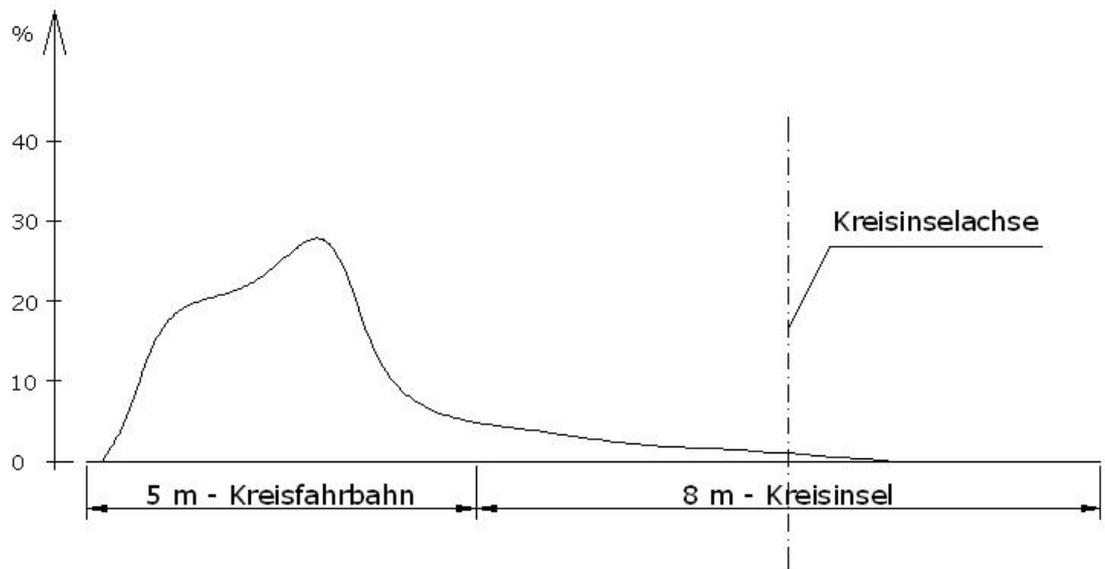


Diagramm 9: Verteilung der Position des rechten vorderen Reifens eines Schwerfahrzeuges im Kreisverkehr

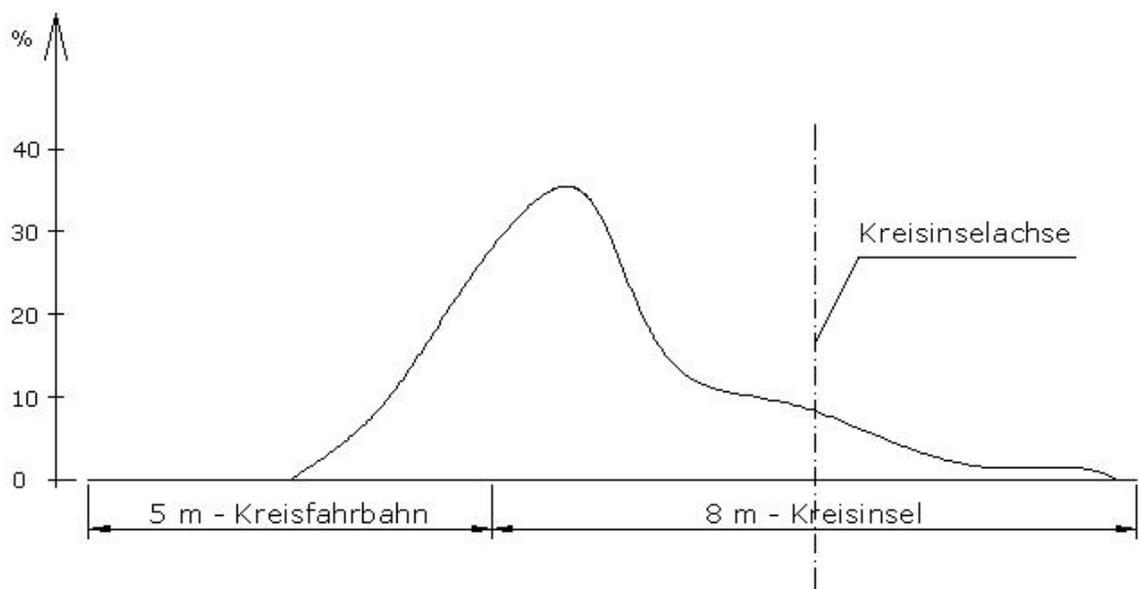


Diagramm 10: Verteilung der Position des linken hinteren Reifens eines Schwerfahrzeuges im Kreisverkehr

Die inneren Reifen sind fast immer auf der Insel. Es gibt kleine LKW, die nur die Kreisfahrbahn benutzen. Fahrer, die mit den inneren Reifen die linke Seite der Insel benutzen, befahren mit den rechten Reifen die rechte Seite der Insel (Diagramm 9 und 10).

Trotz der Überfahrungen der Insel bringt das keine Probleme für die anderen Verkehrsteilnehmer. In solchen Situationen sind diese sogar aufmerksamer und vermindern noch mehr die Geschwindigkeit.

Einfahrende in den Kreisverkehr warten auf die Ausfahrt des Schwerfahrzeugs und fahren erst dann in den Kreis ein.

Einen Vergleich des Spurverhaltens zwischen LKW und PKW kann man mit Hilfe des folgenden Diagramms ziehen. Die Schleppekurven der verschiedenen Autos unterscheiden sich ganz wenig. Deshalb gibt es nur ein Diagramm für die inneren Reifen.

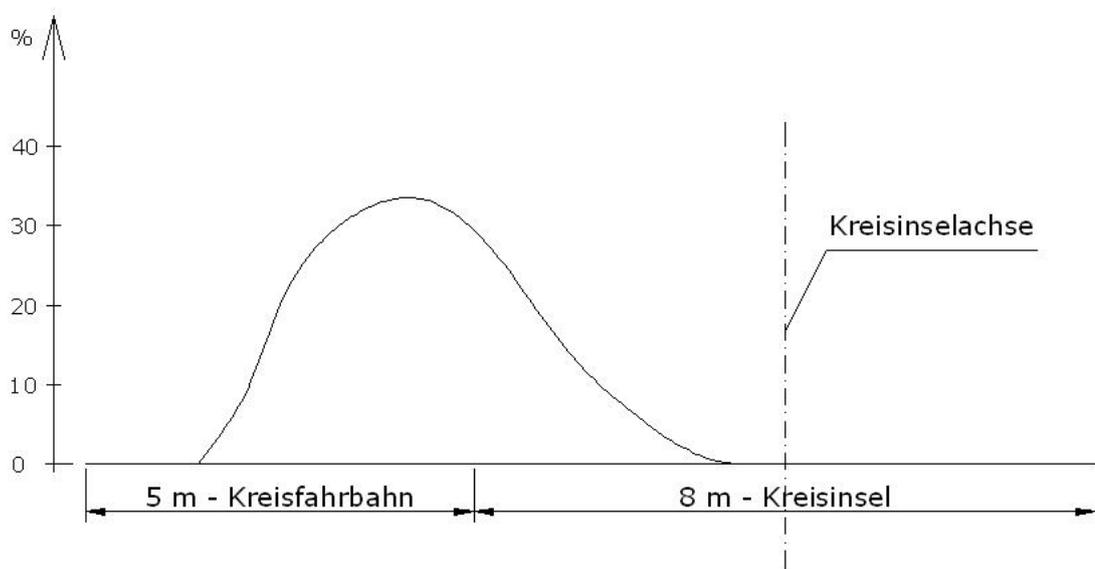


Diagramm 11: Verteilung der Position des linken hinteren Reifens eines PKWs im Kreisverkehr

Fast 20 % der Autos benutzen die Insel (Diagramm 11), der andere Teil benutzt nur die Kreisfahrbahn.

Im Folgenden noch einige Fotobeispiele für das Spurverhalten von LKW im Kreisverkehr (Abb. 71, 72, 73, 74)



Abb. 71: LKW auf der Kreisinsel [eigenes Photo]



Abb. 72: LKW auf der Kreisinsel [eigenes Photo]



Abb. 73: LKW auf der Insel [eigenes Photo]



Abb. 74: Schleppkurve eines rechtsabbiegenden LKW [eigenes Photo]

5.3.2 Kleiner Kreisverkehrsplatz

Der Kreisversplatz befindet sich in Wien an der Kreuzung Forsthausgasse und Leystraße (s. Abb. 75).



Abb. 75: Lageplatz des Kreisverkehrs [27]

Dieser Knotenpunkt ist seit erst seit kurzem ein Kreisverkehr. Er hat einen Kreisinseldurchmesser von 10 m. Die Innenringbreite ist 3 m und die Außenringbreite ist 5 m, der Außendurchmesser beträgt 26 m. Der Kreisverkehr ist wenig belebt, aber der Schwerverkehrsanteil ist relativ hoch – etwa 8 %. Dazu tragen die zwei Linienbusse (Linie 5A und Linie 11A) und auch die danebenliegende Baustelle bei.

Im Bezug auf die Verkehrssicherheit ist die Kreuzung nicht optimal gestaltet. Die Arme sind schlecht positioniert, wie es in den Abb. 76 und 77 gezeigt ist. Das erlaubt eine höhere Geschwindigkeit vor und im Kreisverkehr. Ein weiterer Nachteil aus meiner Sicht ist die Außenringbreite. Fünf Meter sind zu viel. Meiner Meinung nach, kann die Kreisinsel vergrößert werden. Das verkleinert den Außenring. Daraus sollte eine niedrigere Geschwindigkeit resultieren und mit Sicherheit wird das obengenannte Problem (Abb. 76, 77) damit gelöst.

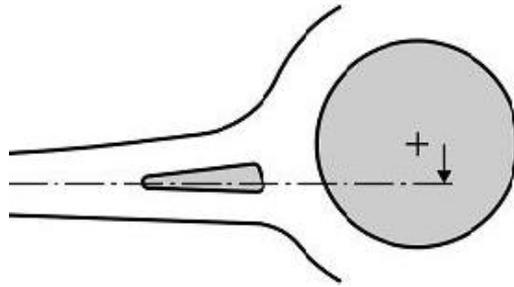


Abb. 76: Schlechte Positionierung eines Armes im Bezug auf die Mittelinsel [6]



Abb. 77: Positionierung des Armes [eigenes Photo]

Trotzdem aber bietet diese Kreuzung einen höheren Sicherheitsgrad im Vergleich mit einem vorrangeregelten Knotenpunkt. Die Untersuchungen zeigen eine sehr gute mittlere Geschwindigkeit und eine relativ hohe Belastung ohne Wartezeiten und ohne Konfliktsituationen.

Für diesen Kreisverkehr wurde die gleiche Untersuchung wie beim Mini-Kreisverkehr durchgeführt. Die Geschwindigkeit des Schwerverkehrs 10 m vor dem Knoten schwankt zwischen 9 km/h und 24 km/h, wobei diese durchschnittlich ca. 15 km/h ist.

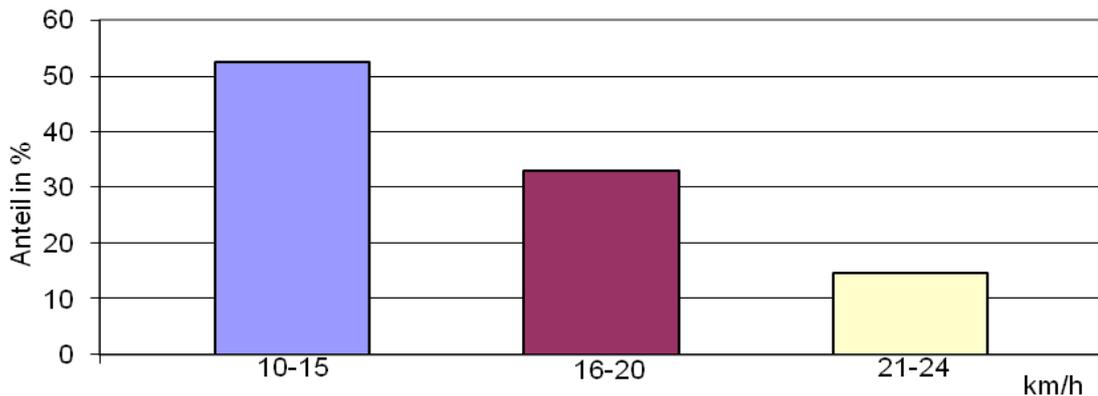


Diagramm 12: Geschwindigkeitsverteilung der Schwerfahrzeuge gemessen 10 m vor dem Kreisverkehr.

Die PKW Geschwindigkeit unterscheidet sich durchaus von den Schwerfahrzeugen. Die untere Grenze liegt 3 km/h (12 km/h) und die obere 13 km/h (37 km/h) über derjenigen der LKW. Die mittlere Geschwindigkeit beträgt ca. 21 km/h.

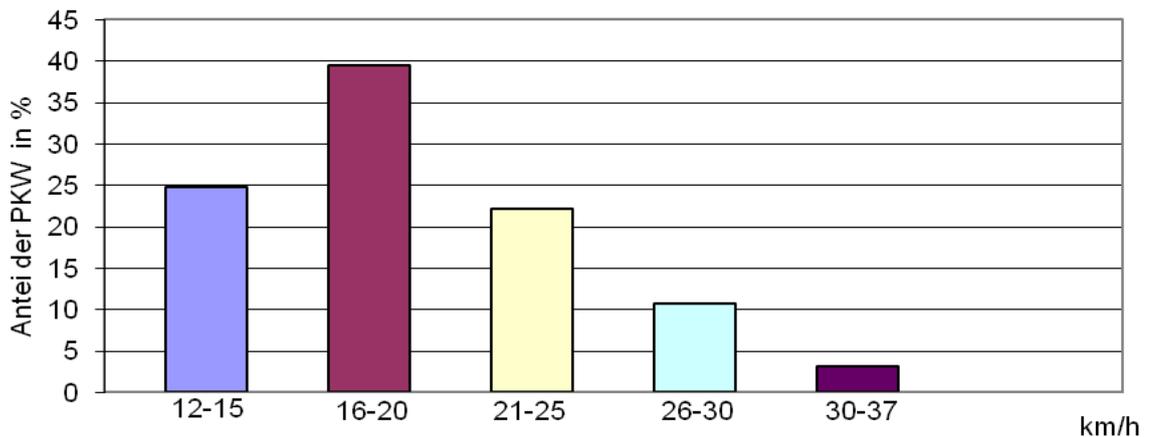


Diagramm 13: Geschwindigkeitsverteilung der PKWs in %.

Spurverhalten

Auffallend hier ist, dass viele Autos (ohne die Rechtsabbieger) durch den Innenring fahren. Der Schwerverkehr benutzt diesen fast immer. Das Diagramm 15 zeigt die am meisten befahrene Fläche von der Schleppkurve der Schwerfahrzeuge. Es ist klar veranschaulicht, dass ca. 15 % nur die Außenringbreite benutzen. Alle andere fahren mit dem linken Hinterrad durch den Innenring, obwohl dies in den meisten Fällen nicht nötig wäre.

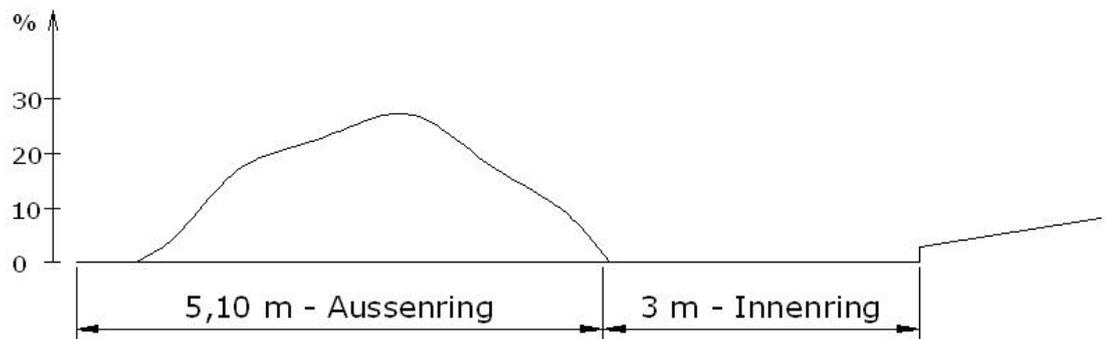


Diagramm 14: Verteilung der Position des rechten vorderen Reifens eines Schwerfahrzeuges im Kreisverkehr

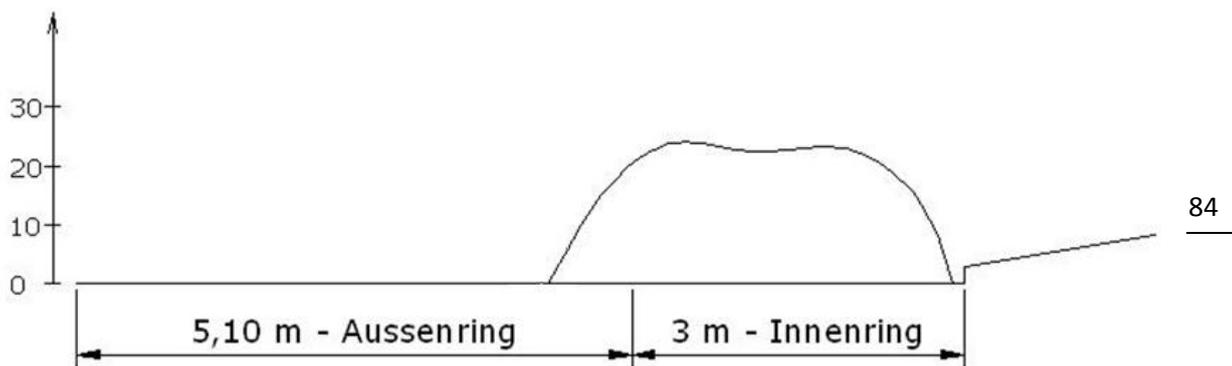


Diagramm 15: Verteilung der Position des linken hinteren Reifens eines Schwerfahrzeuges im Kreisverkehr

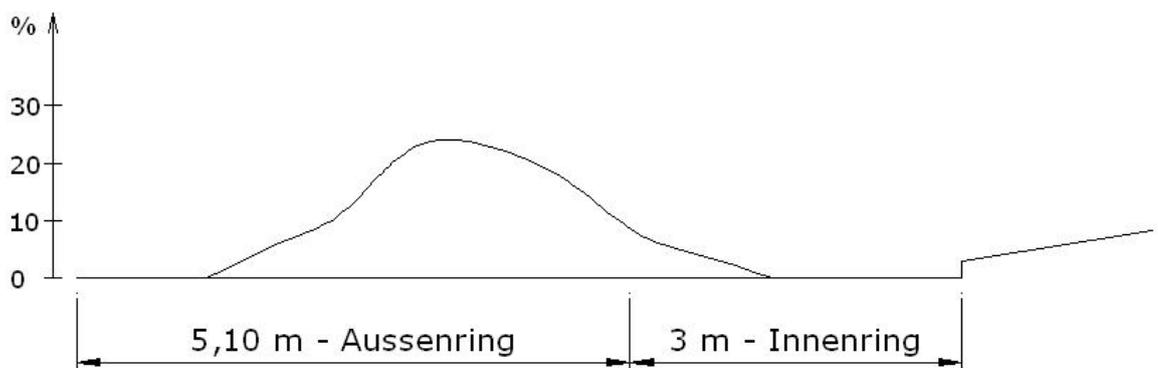


Diagramm 16: Verteilung der Position des linken hinteren Reifens eines PKWs im Kreisverkehr

Das Diagramm 16 zeigt, dass ca. 18 % der Autos durch den Innenring fahren. Der größte Teil fährt in der Mitte des Außenrings und nur 3% - 4% fahren ganz am äußeren Rand der Fahrbahn. Diese sind aber meist rechtsabbiegende PKW.

Ein Beispiel für die Benutzung des Innenrings zeigen die folgenden Abbildungen 78 bis 79.



Abb. 78: Schleppkurve des Linienbusses 11A. Dieser Bus benutzt nicht die ganze Außenringbreite, ist in diesem Fall auch nicht nötig. [eigenes Photo]



Abb. 79: Einfahrt eines LKW in den Kreisverkehr. Er macht fast kein Bogen. Das erlaubt eine höhere Geschwindigkeit. [eigenes Photo]



Abb.80: LKW und PKW fahren durch den Innenring. [eigenes Photo]



Abb. 81: Rechtsabbiegender Linienbus und Verhalten eines Autos auf dem Kreisverkehr. [eigenes Photo]



Abb. 82: Rechtsabbiegender Linienbus A5. [eigenes Photo]

5.3.3 Zweistreifiger Kreisverkehr

Dieser Kreisverkehr befindet sich südlich von Wien, bei der Autobahnauffahrt (27) Kottingbrunn (Abb. 83)

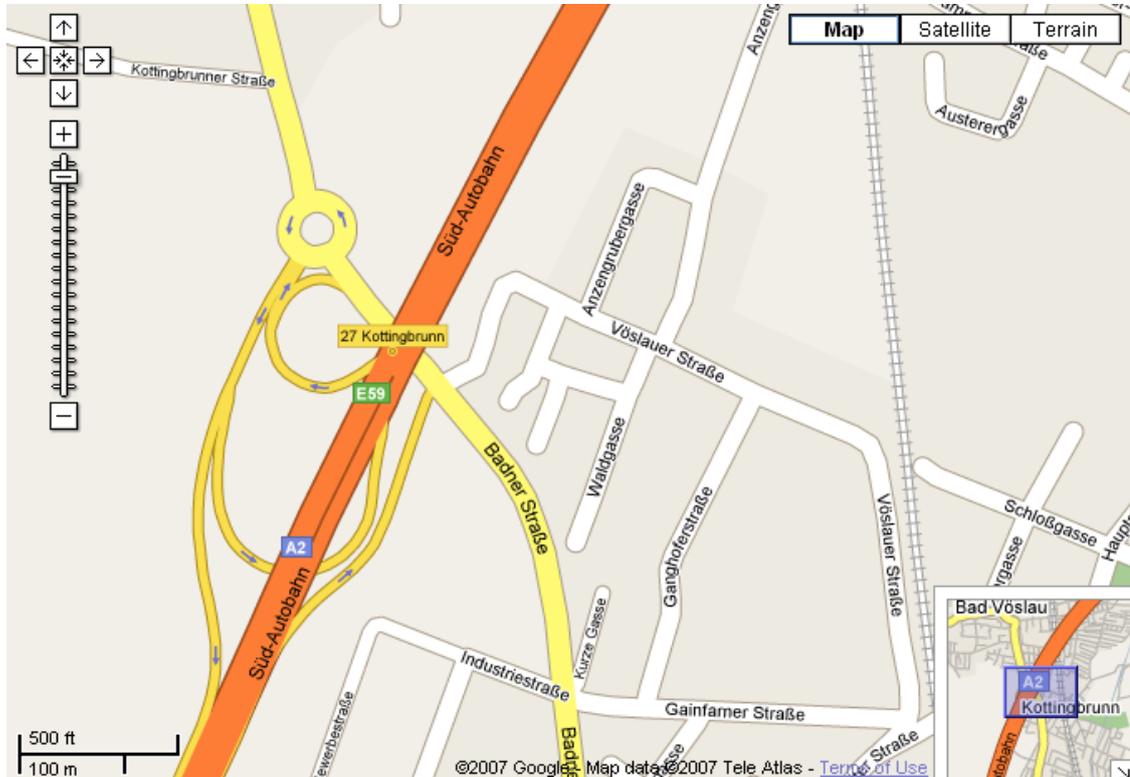


Abb. 83: Lageplatz des Kreisverkehrs Kottingbrunn [27]

Es handelt sich um einen dreiarmigen, zweistreifigen Kreisverkehr, der mit einem Bypass ausgestattet ist. Er liegt nach der Autobahnausfahrt in Richtung „Badner Straße“.



Abb. 84: Lageplatz der Kamera gegenüber dem Kreisverkehr. [eigenes Photo]

Die Umgebung dieser Kreuzung ermöglicht eine Beobachtung mit Video Kamera, ohne die Aufmerksamkeit der Fahrer zu erregen. Das ist eine Voraussetzung, um eine realistische Beobachtung durchzuführen.

Der Kreisverkehr besitzt eine der größten Sicherheiten von alle Knoten, die ich beobachtet habe. Die notwendige Sicht der Fahrer ist von alle Seiten berücksichtigt (siehe Kapitel 3). Das spielt sehr große Rolle um die Verminderung der Unfälle.



Abb. 85: Sicht bei der Einfahrt. [eigenes Photo]

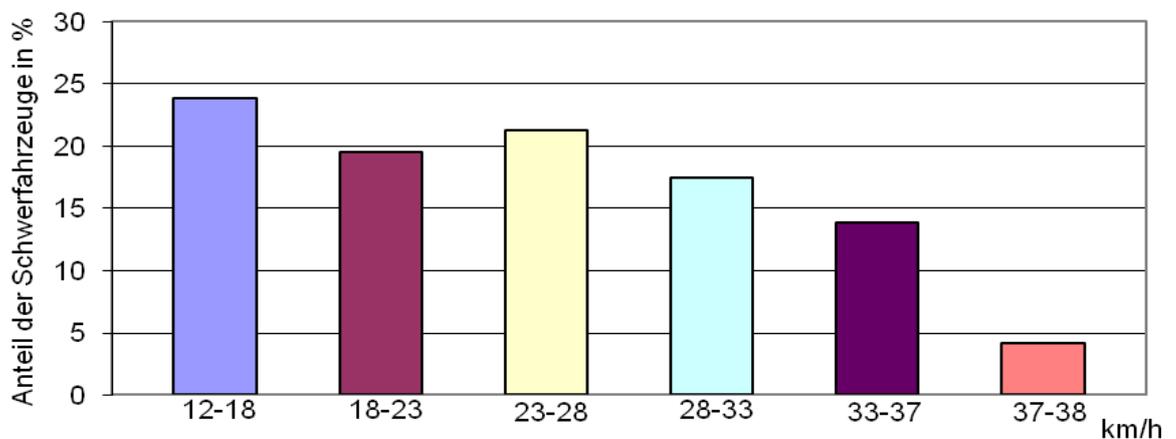


Diagramm 17: Geschwindigkeitsverhalten in km/h der Schwerfahrzeugen in %.

Der große Durchmesser und die größeren Ausrundungsradien ermöglichen aber eine größere Geschwindigkeit, sowohl bei den Ein- und Ausfahrten, als auch im Kreis. Die Arme sind aber so gestaltet, dass die mittlere Geschwindigkeit von den Schwerfahrzeugen 20 m vor dem Kreis 26 km/h beträgt, wobei sie zwischen den Grenzen von 12 km/h bis 38 km/h schwankt. Diagramm 17 zeigt die Geschwindigkeitsverteilung der Schwerfahrzeuge. Der Vergleich mit einem kleinen Kreisverkehr zeigt, dass die mittlere Geschwindigkeit nur um 5 km/h gestiegen ist, obwohl hier der Außendurchmesser fast doppel so groß ist.

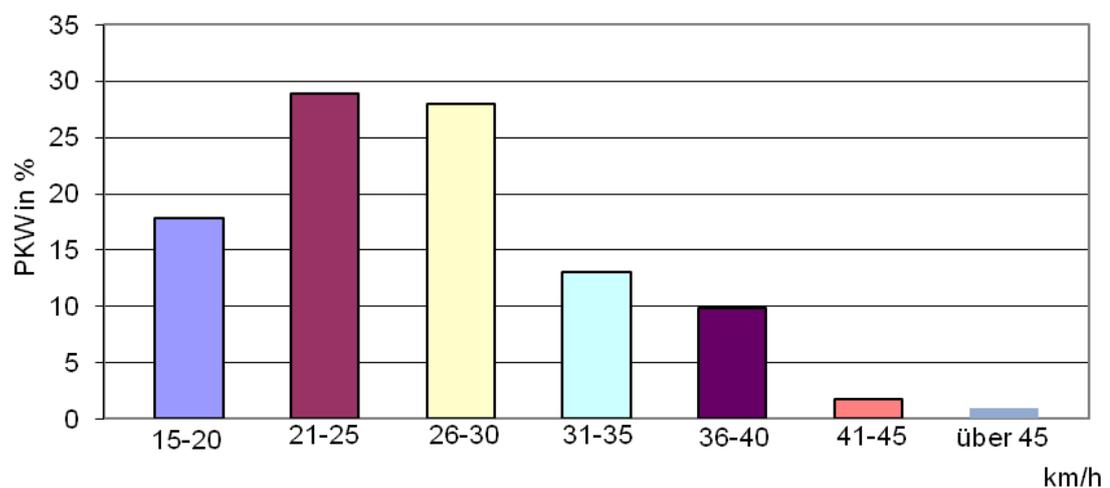


Diagramm 18: Geschwindigkeitsverhalten der PKW.

Die PKW fahren um einiges schneller als Schwerfahrzeuge. Die mittlere Geschwindigkeit beträgt ca. 30 km/h und umfasst einen großen Bereich. Dieser schwankt zwischen 15 km/h und 52 km/h. Der Anteil der Schnellfahrenden ist trotzdem gering. Höhere Geschwindigkeiten als 40 km/h wählen nur 3% der Autos. Der größte Teil fährt zwischen 20 km/h und 25 km/h.

Trotz die Sicherheit des Kreisverkehrs gibt es auch Konfliktsituationen. Sie werden gewöhnlich von den schnellfahrenden Fahrzeugen verursacht. Aus den Beobachtungen können folgende Schlüsse gezogen werden

- Hohe Geschwindigkeit vor der Einfahrt und starkes Bremsen im letzten Moment vor dem Kreisverkehr verwirrt die

Fahrer im Kreisverkehr und verursacht auch Bremsvorgänge, was den Abstand zwischen den Autos im Kreis vermindert und die Unfallwahrscheinlichkeit erhöht.

- Schnelles Fahren im Kreis verursacht ebenfalls Bremsvorgänge (beim Einholen von anderen Kfz) und verursacht manchmal Probleme bei den anderen Verkehrsteilnehmern.

Das Verhalten der Schwerfahrzeuge vor und im Kreisverkehr ist relativ konstant. Die Unfallwahrscheinlichkeit mit anderen Kfz ist kleiner. Der Schwerverkehr hat folgende Vorteile im Vergleich mit den Autos:

- Bessere Sicht.
- Konstante, nicht hohe Geschwindigkeit.
- Seltene Spurwechsel. Das ermöglicht weniger Konfliktpunkte zwischen den Spuren, als auch bei der Ausfahrt.
- Bessere Gleitsicherheit im Winter wegen des Gewichts.

Mögliche Ursachen für einen Unfall mit Kfz:

- Zu große Geschwindigkeit bei Ein-, Ausfahrten und/oder im Kreis
- Nicht befestigte Ladung
- Zerstreutheit des Fahrers

Unfälle passieren oft bei der Einfahrt. Zweistreifige Kreisverkehre haben einen relativ großen Außendurchmesser. Deshalb erwartet man hier größere Geschwindigkeiten im Vergleich mit kleinen und Mini-Kreisverkehren. Die mittlere Geschwindigkeit im Kreis (in km/h) ist ungefähr gleich dem Außendurchmesser (in Meter). Das ist eine Voraussetzung für größere Unfallkosten, als auch Verletzte. Deswegen sind die Fahrer intuitiv vorsichtiger und die meisten sind sehr geduldig und berücksichtigen die Vorfahrt. Es gibt auch solche, die Risiko übernehmen und gerade vor den Kfz in den Kreis einfahren.

Der Spurwechsel bei den Schwerfahrzeugen ist selten. Die Beobachtungen zeigen, dass fast nur kürzere LKW die innere Spur benutzen.

Als Bestätigung ist hier eine Untersuchung [20] des Kreisverkehrs Lengfelden vorgestellt. Abbildung 86 zeigt die befahrenen Spuren. Die Klammerwerte veranschaulichen den Schwerverkehr. Die Beobachtung wurde am Morgen zwischen 7:15 und 8:15 durchgeführt.

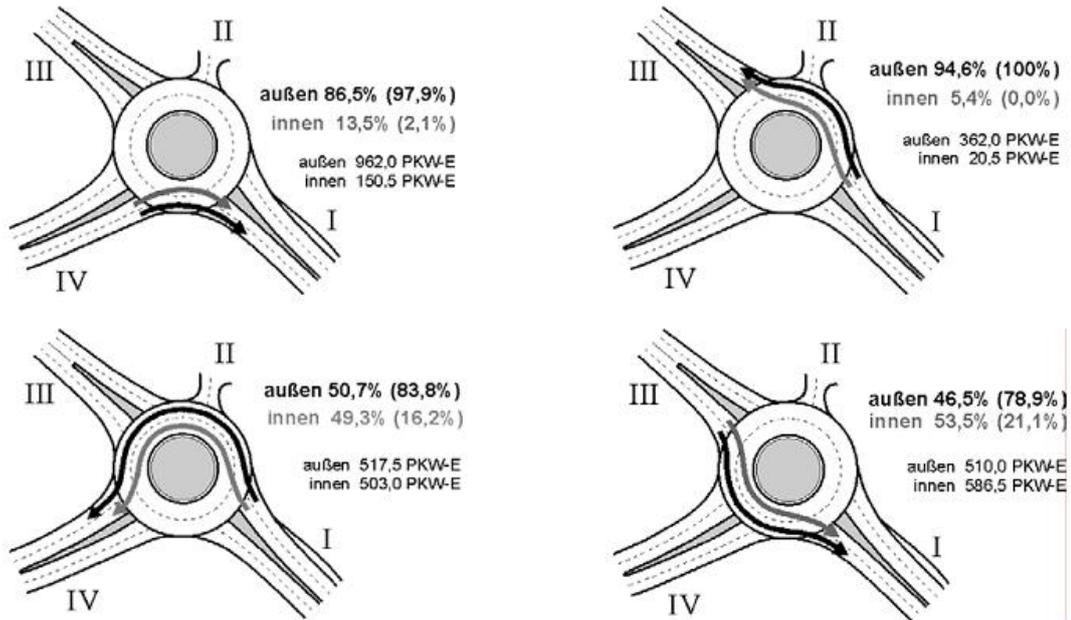


Abb. 86: Fahrverhalten – Fahrstreifenwahl [20]

Im Folgenden einige Abbildungen des Kreisverkehrs Kottlingbrunn:

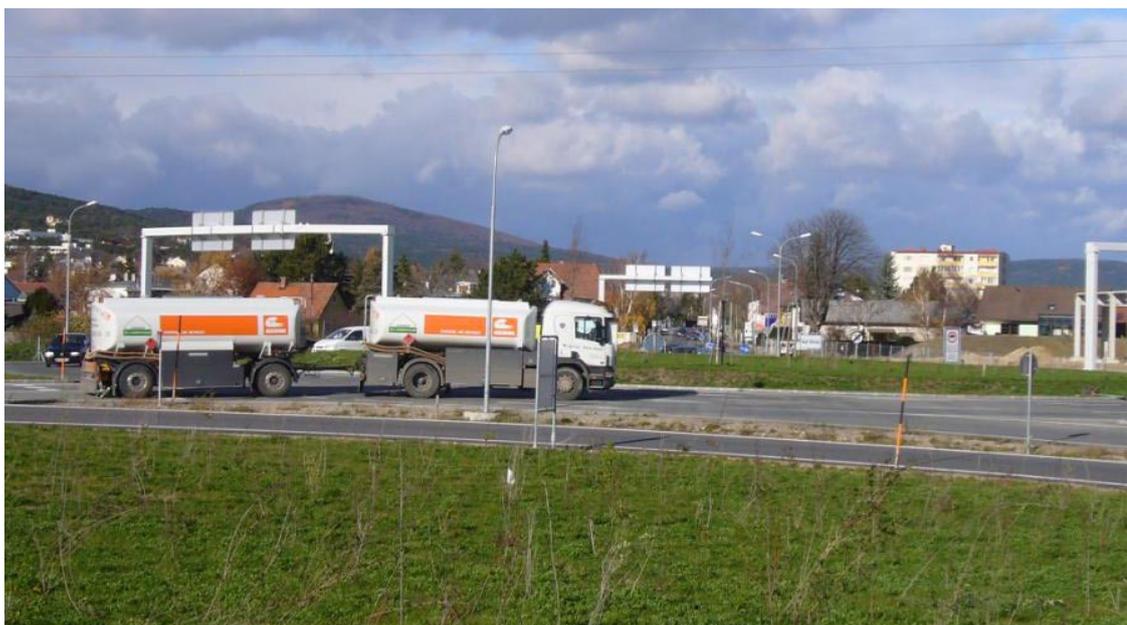


Abb. 87: Einfahrt eines LKWs mit Anhänger [eigenes Photo]



Abb. 88: Ausfahrt eines LKWs aus dem Kreisverkehr [eigenes Photo]



Abb. 89: Kreisverkehr Kottingbrunn [eigenes Photo]

5.3.4 Kreisverkehr außerhalb bebauter Gebiete

Der untersuchte Kreisverkehr befindet sich in der Nähe von Korneuburg, Richtung Leobensdorf, bei der Autobahnanfahrt Korneuburg (Abbildung 90).

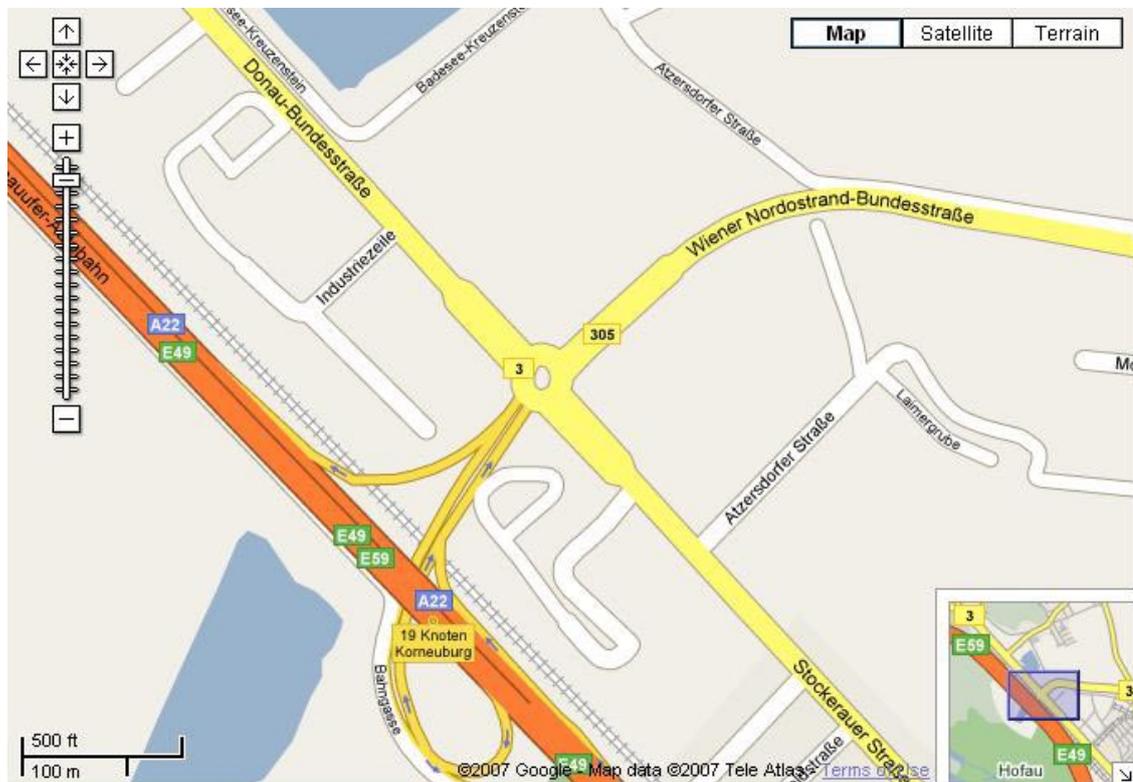


Abb. 90: Lageplatz des Kreisverkehrs Korneuburg [Google]

Der Kreisverkehr besteht im Moment aus drei Armen. Er ist wieder nicht nur von Autos, sondern auch von LKW stark befahren. LKW haben einen Verkehrsanteil von ca. 9%. Die Bauarbeiten im Umfeld spielen hier auch eine Rolle.

Das Verhalten der Autos und Schwerfahrzeuge außerhalb bebauter Gebiete unterscheidet sich nicht wesentlich von den anderen Kreisverkehrstypen im bebauten Gebiet. Die mittlere Geschwindigkeit von Autos und LKW ist jedoch höher (ca. 24 km/h), aber in diesem Fall wurde sie 20 m vor dem Kreisverkehr gemessen. Andererseits verzögern die Fahrzeuge von 80 km/h und nicht von 50 km/h. Trotzdem ist das Verhalten der LKW und Busse ganz normal. Die Geschwindigkeit schwankt wieder von unter 15 km/h bis 40 km/h. 40 km/h ist bereits eine sehr hohe Geschwindigkeit, mit der nur dann gefahren wird, wenn sich im Kreisverkehr keine Fahrzeuge

befinden. So können sie direkt mit einer höheren Geschwindigkeit in den Kreisverkehr einfahren. Gewöhnlich liegt die Geschwindigkeit zwischen 20 km/h und 30 km/h (Diagramm 19).

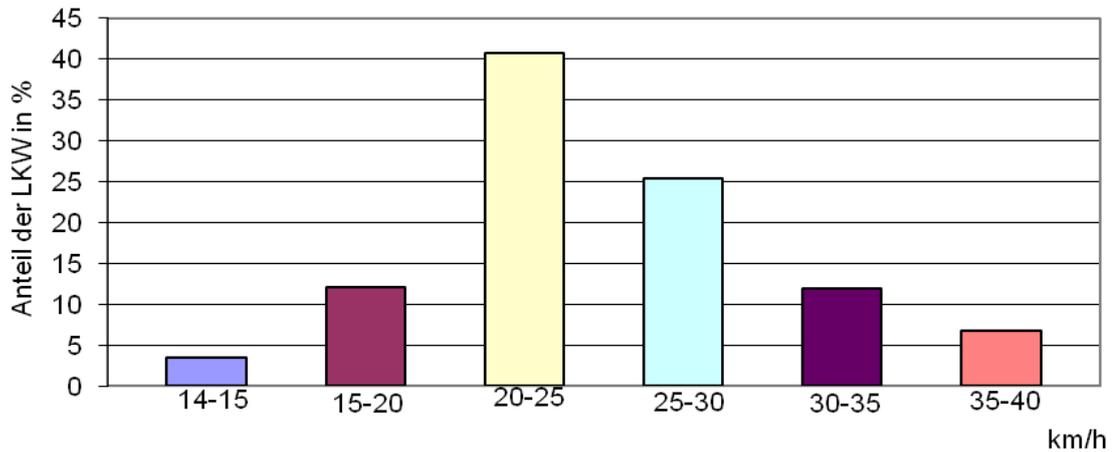


Diagramm 19: Geschwindigkeitsverhalten der Schwerfahrzeugen.

PKW fahren wie immer schneller. Die mittlere Geschwindigkeit ist ca. 29 km/h - wieder 20 m vor dem Kreisverkehr. Sehr selten wird mit weniger als 15 km/h gefahren. Mehr als 35 km/h wird auch selten gefahren – ca. 7%.

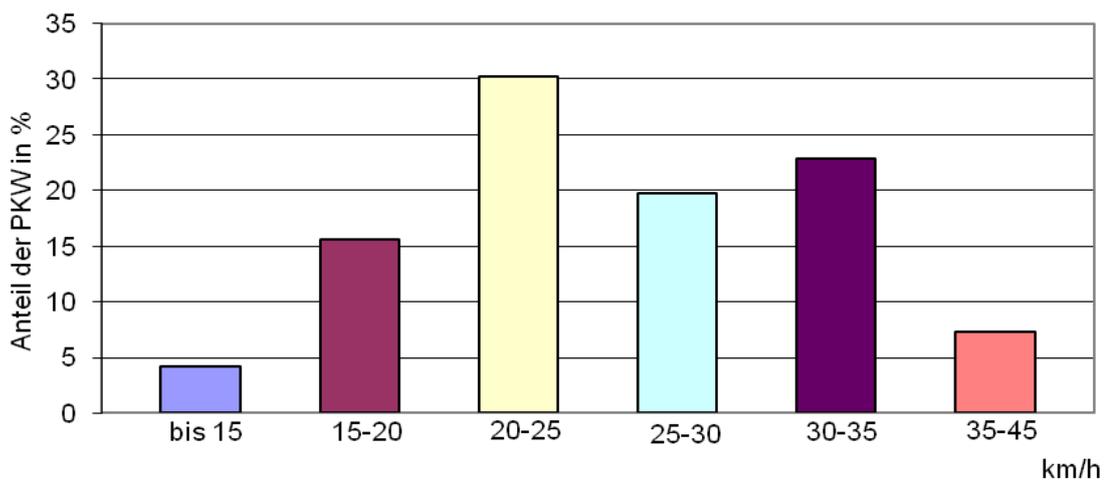


Diagramm 20: Geschwindigkeitsverhalten der PKW.

Spurverhalten

Der Innenring wird hier im Vergleich mit dem kleinen Kreisverkehr öfter benutzt. Nur die Außenfahrbahn benutzen ca. 18% der LKW und Busse.

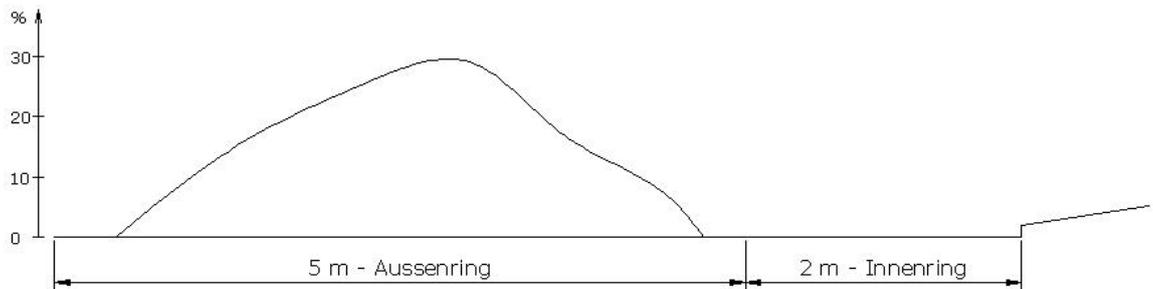


Diagramm 21: Verteilung der Position des rechten vorderen Reifens eines Schwerfahrzeuges im Kreisverkehr.

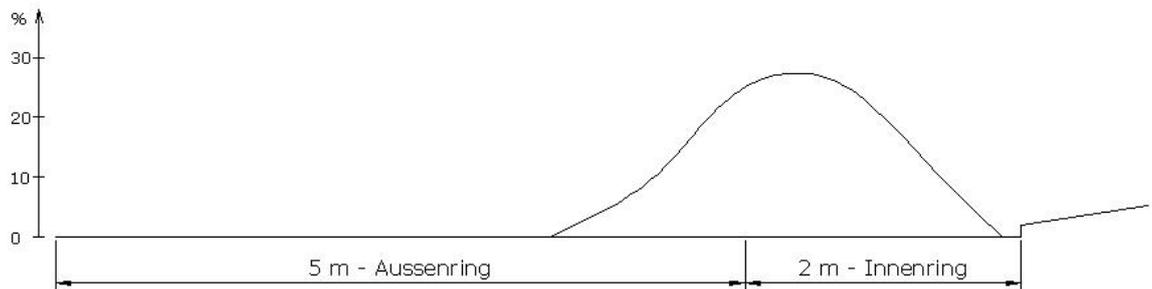


Diagramm 22: Verteilung der Position des linken hinteren Reifens eines Schwerfahrzeuges im Kreisverkehr.

Die Verteilung der hinteren inneren Reifenspuren ist ganz klar verteilt. Die Spitze liegt im ersten 1/3 des Innenrings. Befahren wird aber der ganze Innenring (Diagramm 22).

Die rechten Reifenspuren haben eine fließende Verteilung. Die Kurve ist flach und zeigt, dass fast die ganze Außenringbreite befahren wird. Als Maximum der Verteilungskurve kann man die Mitte des Außenrings annehmen.

Das Diagramm, das die entsprechende Verteilung der Autos darstellt, hat eine ausgeprägte Spitze. Diese befindet sich ca. in der Mitte des Außenrings. Sehr wenig Autos fahren ganz am Rand. Das

sind wie bei den anderen Kreisverkehrstypen die rechtsabbiegenden Autos.

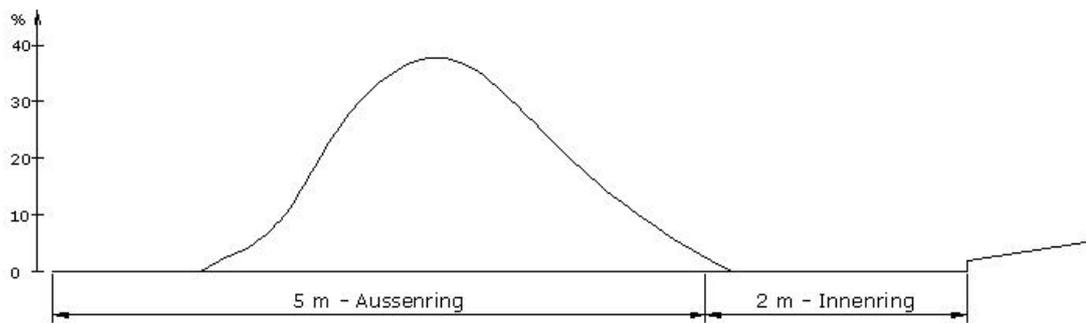


Diagramm 23: Verteilung der Position des linken hinteren Reifens eines PKW im Kreisverkehr.

Abbildungen aus dem Kreisverkehr



Abb. 91: Einfahrt eines LKW in den Kreis [eigenes Photo]



Abb. 92: Schlepkkurve eines LKW [eigenes Photo]



Abb. 93: Schlepkkurve eines LKW [eigenes Photo]

5.4 Resümee

Mit diesen Untersuchungen beweisen die Kreisverkehre, dass sie zumindest zwei der wichtigsten Eigenschaften eines Knotenpunkts besitzen. Das sind die Verkehrssicherheit und die Leistungsfähigkeit.

Die Verkehrssicherheit begründet sich aus der niedrigen mittleren Geschwindigkeit. Die durchgeführten Untersuchungen zeigen die mittlere Geschwindigkeit und die Grenzen, in welchen sie schwankt. Mit den nächsten Diagrammen ist auch einen Vergleich der Geschwindigkeiten von PKW und LKW gezogen.

Mini-Kreisverkehr

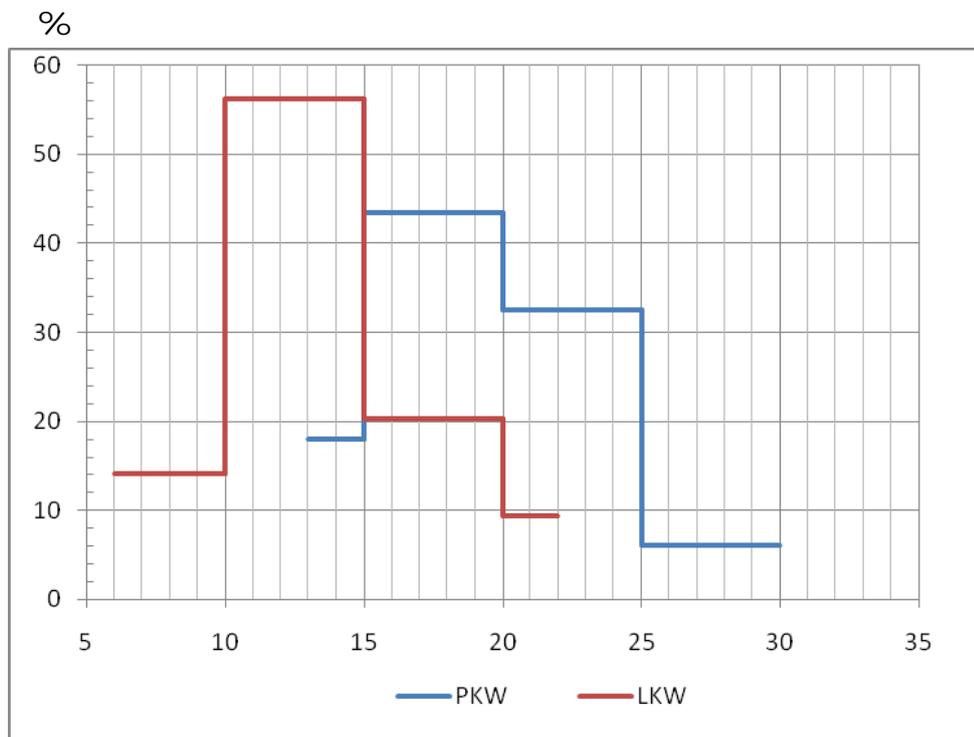


Diagramm 24: Vergleich der Geschwindigkeiten von PKW und LKW. Die horizontale Achse zeigt die Geschwindigkeit und die vertikale Achse zeigt der Anteil in %.

LKW haben eine mittlere Geschwindigkeit von 13 km/h und die PKW 19 km/h. Der größte Anteil von LKW fährt zwischen 10 km/h und 15 km/h und schwankt von 6 km/h bis 23 km/h. Die meisten Autos fahren zwischen 15 km/h und 20 km/h, wobei sie im Rahmen von 13 km/h bis 30 km/h schwanken.

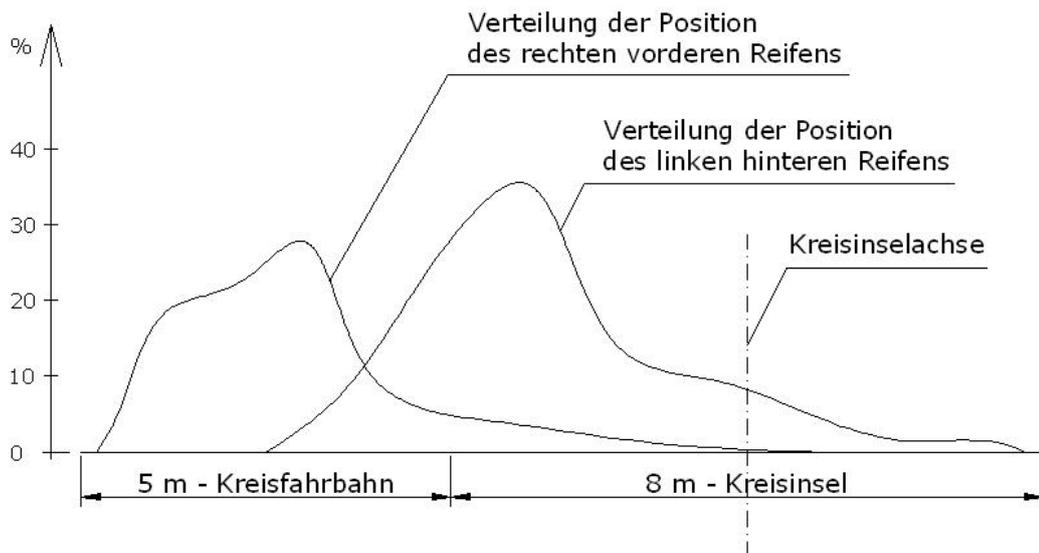


Diagramm 25: Verteilung der Position des linken hinteren und rechten vorderen Reifens eines Schwerfahrzeuges im Mini-Kreisverkehr.

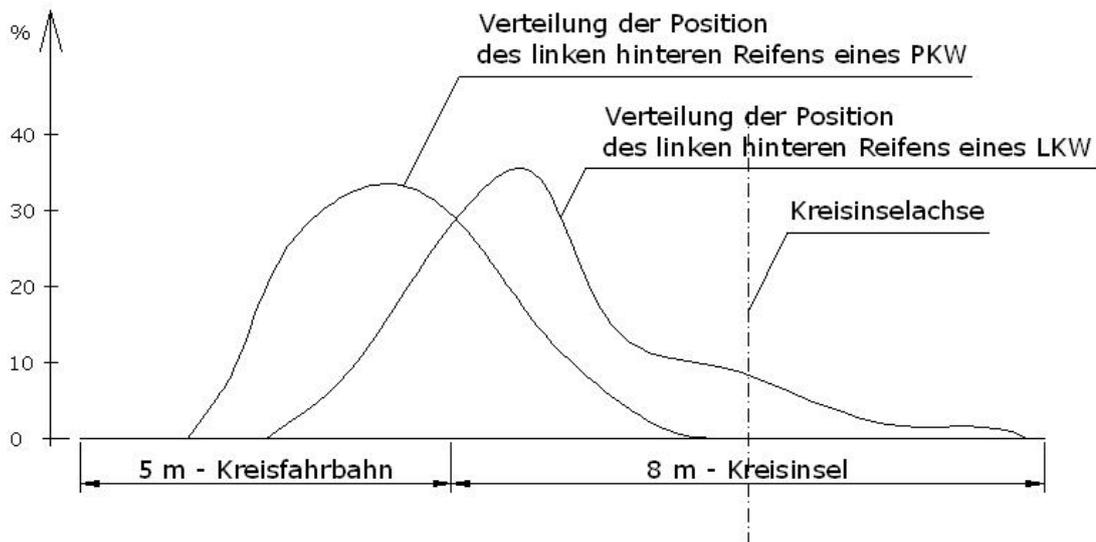


Diagramm 26: Vergleich der Position des linken hinteren Reifens eines Schwerfahrzeuges und PKW im Kreisverkehr.

Das Diagramm veranschaulicht den großen Anteil der Kfz, die über die Kreisinsel fahren. Mehr als 50% der LKW benutzen die Insel. Trotz der breiten Kreisfahrbahn gibt es auch viele Autos die durch die Kreisinsel fahren.

Kleiner Kreisverkehr

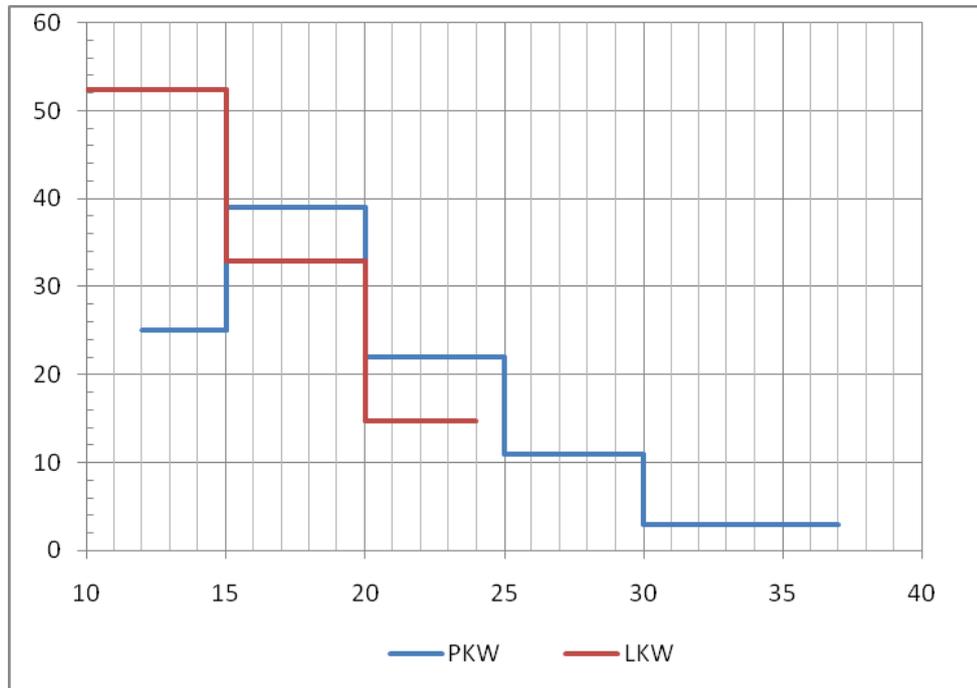


Diagramm 27: Vergleich der Geschwindigkeiten von PKW und LKW. Die horizontale Achse zeigt die Geschwindigkeit und die vertikale Achse zeigt der Anteil in %.

101

Die mittlere Geschwindigkeit des Schwerverkehrs ist 15 km/h und schwankt zwischen 9 km/h und 15 km/h. Respektive für PKW sind diese Daten 21 km/h und schwankt zwischen 12 km/h und 37 km/h. Von dem Diagramm sieht man, dass mehr als 50% der Schwerverfahrzeuge nicht mehr als 15 km/h fahren. Fast 40% der Autos fahren im Rahmen von 15 km/h bis 20 km/h

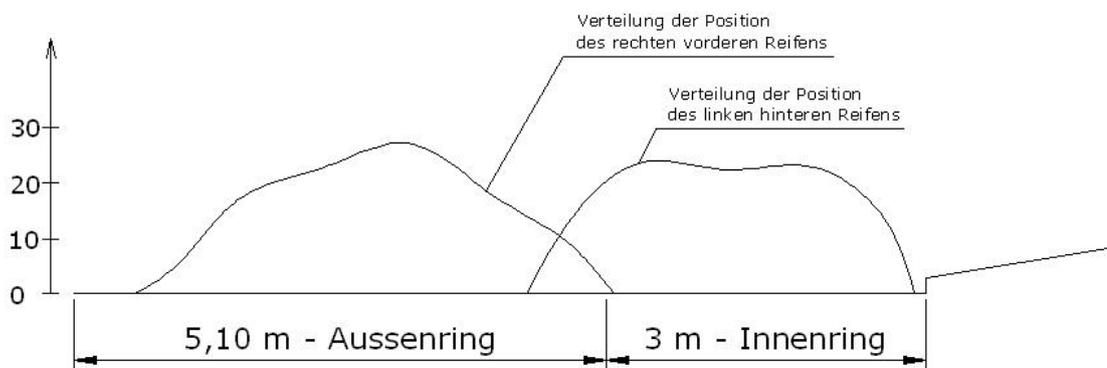


Diagramm 28: Verteilung der Position des linken hinteren und rechten vorderen Reifens eines Schwerverzeuges im Kreisverkehr.

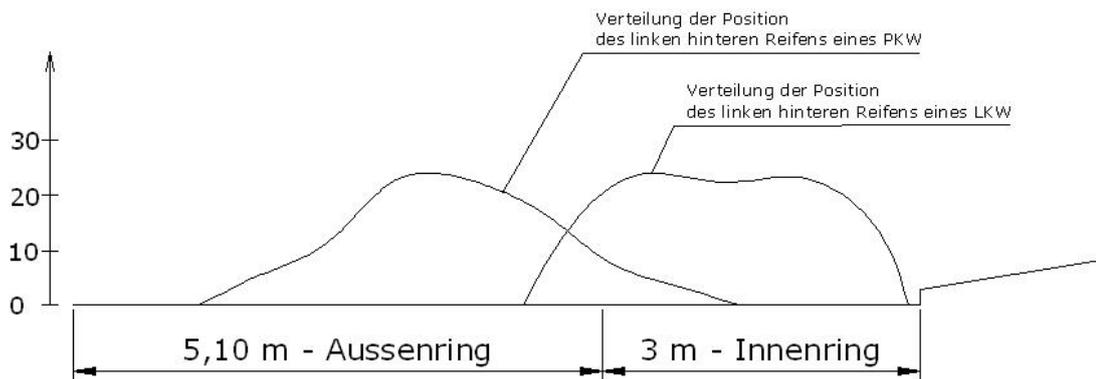


Diagramm 29: Vergleich der Position des linken hinteren Reifens eines Schwerverfahrzeuges und PKW im Kreisverkehr.

In diesem Fall gibt es einen wesentlichen Unterschied zwischen PKW und LKW. Die linken hinteren Reifen eines Schwerverfahrzeuges sind fast immer im Innenring. Nur ein kleiner Teil der Autos fährt durch die Insel.

Zweistreifiger Kreisverkehrsplatz

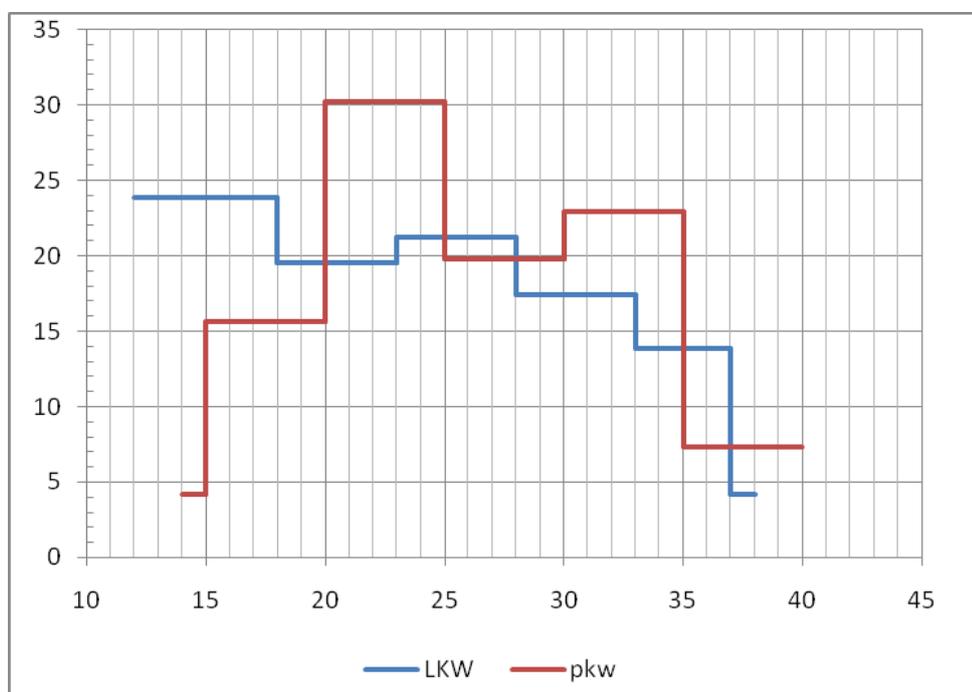


Diagramm 30: Vergleich der Geschwindigkeiten von PKW und LKW. Die horizontale Achse zeigt die Geschwindigkeit und die vertikale Achse zeigt der Anteil in %.

Die größte Geschwindigkeit liegt bei dem zweistreifigen Kreisverkehr. LKW fahren kurz vor dem Knotenpunkt durchschnittlich mit 26 km/h. Die Geschwindigkeit reicht bis zu 38 km/h. Bei der gleichen Situation haben die Autos eine mittlere Geschwindigkeit von 30 km/h und kann bis 52 ansteigen. Das passiert aber selten und nur dann, wenn sich im Kreis keine Kfz befinden. Sehr oft fahren sie zwischen 20 km/h und 25 km/h. Der Anteil in diesen Grenzen ist mehr als 30 %.

Kreisverkehr außerhalb bebauter Gebiete

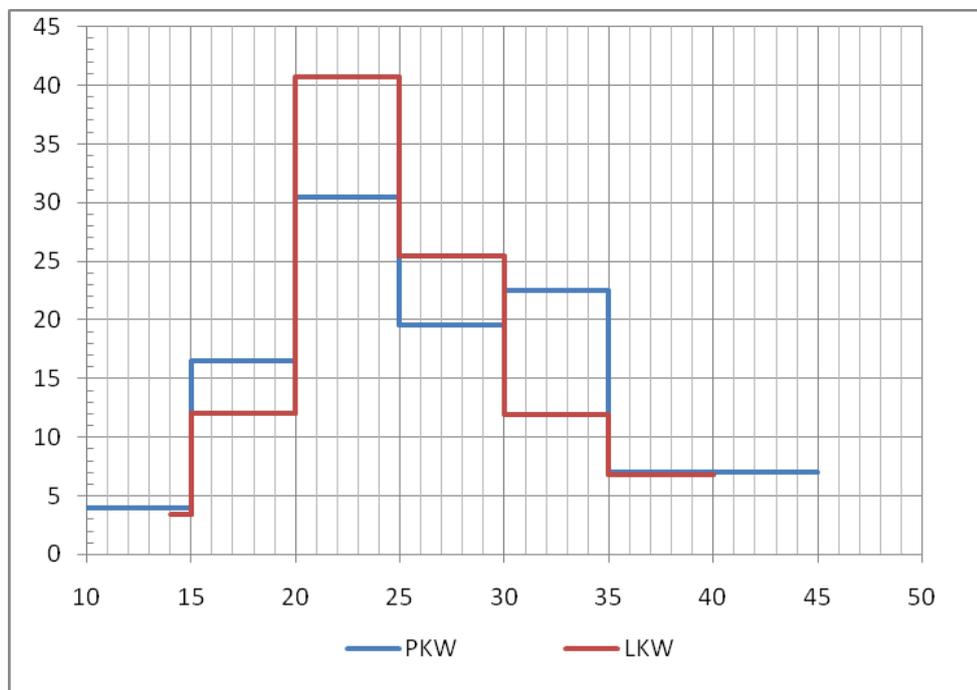


Diagramm 31: Vergleich der Geschwindigkeiten von PKW und LKW. Die horizontale Achse zeigt die Geschwindigkeit und die vertikale Achse zeigt der Anteil in %.

Der größte Anteil von PKW und LKW fährt zwischen 20 km/h und 25 km/h – 41% LKW und 31% PKW. Die Mittlere Geschwindigkeit liegt bei 24 km/h und 29 km/h. LKW fahren zwischen 14 km/h und 40 km/h und PKW zwischen 10 km/h und 45 km/h.

Im Bezug auf die Position des linken hinteren Reifens der PKW und LKW ist zu sagen, dass PKW fast nicht durch den Innenring fahren. Das ist für die Schwerfahrzeugen nicht typisch, die meisten benutzen der Innenring. (s. Diagramm 33)

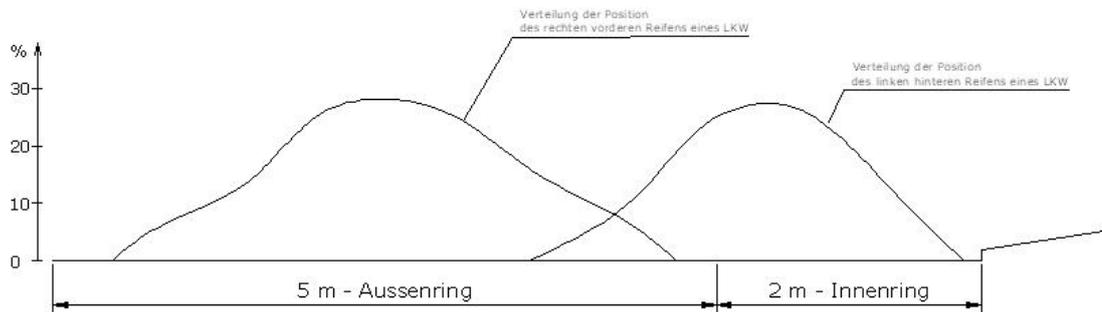


Diagramm 32: Verteilung der Position des linken hinteren und rechten vorderen Reifens eines Schwerfahrzeuges im Kreisverkehr.

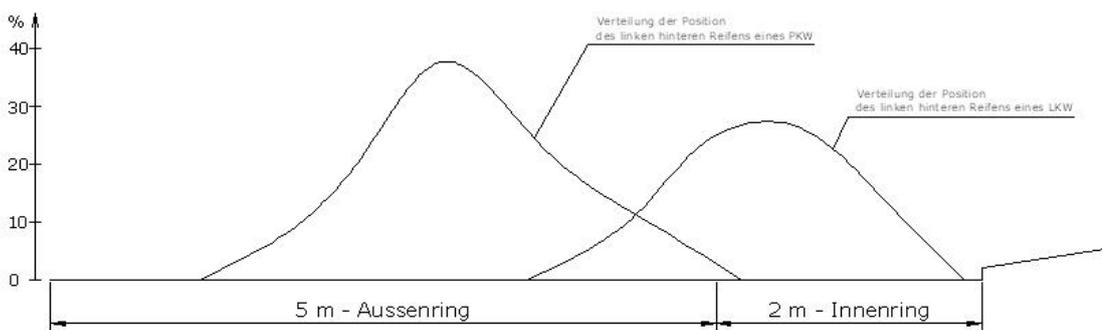


Diagramm 33: Vergleich der Position des linken hinteren Reifens eines Schwerfahrzeuges und PKW im Kreisverkehr.

Die nächsten zwei Diagramme veranschaulichen das Verhalten des Schwerfahrzeuges und Autos in den verschiedenen Kreisverkehrstypen. Damit kann man sich ein richtiges Bild von der Geschwindigkeit machen. Diagramm 34 betrifft die LKW und Diagramm 35 die PKW.

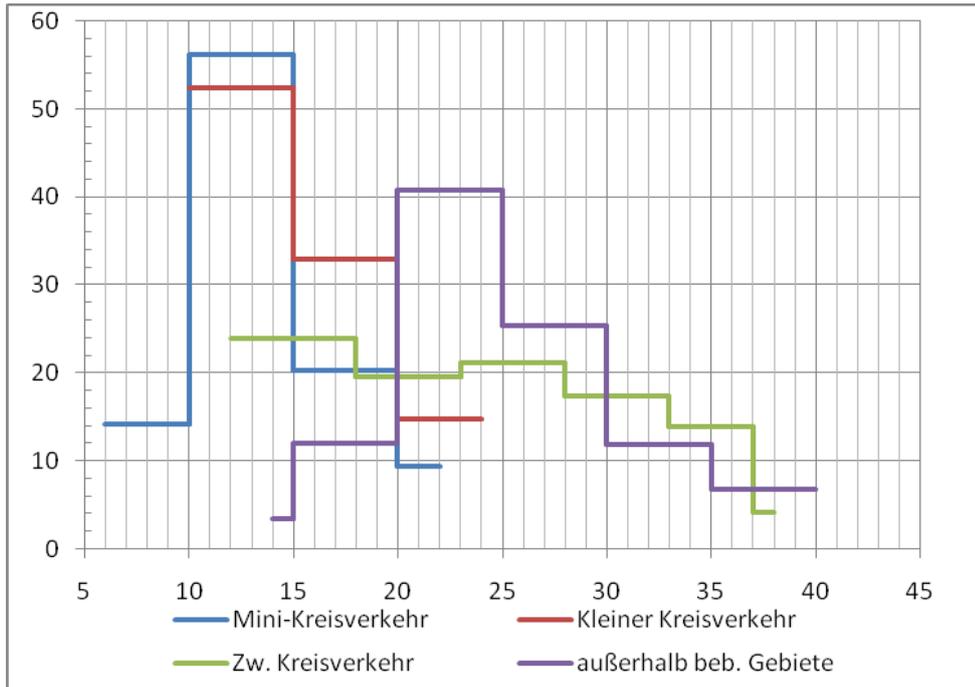


Diagramm 34: Verhalten des Schwerfahrzeuges in den verschiedenen Kreisverkehren. Die horizontale Achse zeigt die Geschwindigkeit und die vertikale Achse der Anteil in %.

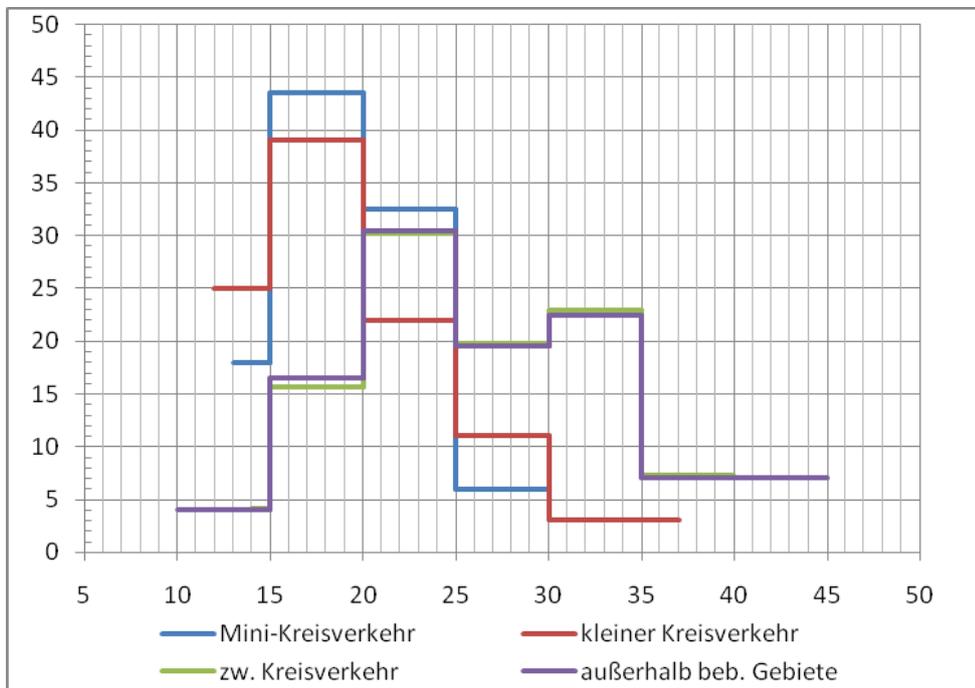


Diagramm 35: Verhalten des PKW in den verschiedenen Kreisverkehren. Die horizontale Achse zeigt die Geschwindigkeit und die vertikale Achse der Anteil in %.

6. Zusammenfassung

Die Kreisverkehre existieren seit vielen Jahren. Die ersten Länder mit Kreisverkehren waren USA, England und Frankreich. Die große Entwicklung beginnt aber erst seit weniger als 20 Jahren.

Der Kreisverkehr ist eine Einmündung oder Kreuzung mit mehr als zwei Armen. Die Bestandteile eines Kreisverkehrs sind Kreisfahrbahn, Kreisinsel und Fahrbahnteiler. Die Kreisfahrbahn kann aus Innenring und Außenring bestehen.

Heutzutage unterscheidet man drei Kreisverkehrstypen. Das sind Mini-Kreisverkehr, kleiner Kreisverkehr und zweistreifiger Kreisverkehr. Die neuste Kreisverkehrsform ist der Mini-Kreisverkehr. Er wird nur in den Städten bei engen Situationen benutzt. Charakteristisch sind die überfahrbare Kreisinsel und der kleine Außendurchmesser. Er kann bis 26 m reichen. Der kleine Kreisverkehr hat einen Außendurchmesser von 26 m bis 35 m und im Ausnahmefall außerhalb bebauter Gebiete kann er bis 45 m erreichen. Mehr als 40 – 45 m (aber maximal 60 m) Außendurchmesser haben nur die zweistreifigen Kreisverkehre.

106

Der Kreisverkehr besitzt viele positive Wirkungen, sowohl auf den Verkehr, als auch auf den Menschen. Die wichtigsten davon sind die Verkehrssicherheit, Umweltverträglichkeit, Leistungsfähigkeit, Wirtschaftlichkeit und die Akzeptanz.

Verkehrssicherheit

Viele Kreuzungen und Einmündung, die in den vergangenen Jahren zu Kreisverkehrsplätzen umgebaut wurden, haben danach ein höheres Sicherheitsniveau erreicht. Allerdings wurde nicht immer ein absoluter Rückgang der Unfälle erreicht, aber auf alle Fälle kommt es zu einer erheblichen Reduktion der Unfallschwere. Die wichtigste Ursache dafür ist, dass ein vierarmiger Kreisverkehr nur acht Konfliktpunkte hat. Eine einfache Kreuzung hat 32 Konfliktpunkte. Eine andere Voraussetzung ist die niedrige Geschwindigkeit und der direkte Sichtkontakt mit dem anderen Fahrer im Kreis.

Umweltverträglichkeit

Die Kreisverkehre sind wesentlich umweltfreundlicher als ein einfacher Knotenpunkt. Die Lärm- und Schadstoffemissionen sind spürbar geringer.

Leistungsfähigkeit

Die Kreisverkehre sind sehr leistungsfähig. Mini-Kreisverkehre haben eine Kapazitätsmöglichkeit bis 18.000 Kfz pro Tag. Die Spitze liegt bei den großen Kreisverkehren. Sie können bis 30.000 Kfz pro Tag bewältigen. Außerdem ist die Wartezeit stark vermindert und das führt zu einer besseren Akzeptanz.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit sind auch einige Untersuchungen an vier Kreisverkehren (Mini-Kreisverkehr, kleiner Kreisverkehr, zweistreifiger Kreisverkehr und einer außerhalb bebauter Gebiete) durchgeführt worden. Die Analyse zeigt, welche Zonen der Kreisfahrbahn am meisten benutzt werden. Außerdem ist auch die mittlere Geschwindigkeit einige Meter vor dem Kreisverkehr gemessen worden. Das Resultat zeigt, dass die mittlere Geschwindigkeit beim Mini-Kreisverkehr 13 km/h für Schwerfahrzeugen und 19 km/h für PKW ist. LKW fahren im kleinen Kreisverkehr durchschnittlich mit 15 km/h und PKW mit 21 km/h ein. Der zweistreifige Kreisverkehr hat die größte Geschwindigkeit – 26 km/h LKW und 30 km/h PKW. Außerhalb bebauter Gebiete liegt der Wert bei 24 km/h für die LKW und 29 km/h für die PKW.

Daraus kann man als Schlussfolgerung ziehen, dass Kreisverkehre eine zuverlässige Zukunft haben. Alle diese positiven Wirkungen machen Kreisverkehrsplätze beliebt und sie kommen schon oft zum Einsatz. Leider sind sie in viele Länder noch nicht weit verbreitet, aber das wird sich in Zukunft vielleicht ändern.

Inhaltsverzeichnis

- [1] ADAC: *Der Kreisverkehr*, 2008
- [2] <http://members.a1.net>: *Es geht rund*, 18.02.2007
- [3] W. BRILON, L. BONDZIO: *Ingenieurwissenschaften: Mini-Kreisverkehr – „Eine runde Sache“*
- [4] ANITA CHWATAL: *Wie dreht man sich im Kreisverkehr?*, Mai 2003
- [5] BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU- UND WOHNUNGSWESEN: *Forschung Straßenbau und straßenverkehrstechnik – Einsatzkriterien für große Kreisverkehrs-plätze mit und ohne Lichtsignalanlage an klassifizierten Straßen*: Heft 788, 2000
- [6] ERSTELLT VOM AMT DER Oö LANDESREGIERUNG: *Standarts für Kreisverkehre an oö Landesstraßen*, Merkblatt - Juni 2007
- [7] MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND MITTELSTAND, TECHNOLOGIE UND VERKEHR DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN: *Empfehlungen zum Einsatz und zur Gestaltung von Mini-Kreisverkehrsplätzen*: Düsseldorf, März 1999
- [8] HESSISCHES LANDESAMT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSTECHNIK; DEZERNAT FÜR VERKEHRSTECHNIK, VERKEHRSSICHERHEIT UND STRASSENERHALTUNG: *Leitfaden zur Qualitätssicherung, Bau und Betrieb von Kreisverkehren*; Bohum, 2004
- [9] <http://www.hupferingenieure.de>: *Mini-Kreisverkehrsplätze*
- [10] L. BONDZIO, IVU-SEMINAR 14.11.2006 IN LUDWIGSBURG: *Das neue Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren*
- [11] §9a StVO: *Kreisverkehr*
- [12] W. HALLER: *Aktuelle Entwicklungen beim Kreisverkehr*, Hannover 2006

- [13] PETER CERWENKA, GEORG HAUGER, BARGO HÖRL, MICHAEL KLAMER: *Einführung in die Verkehrssystemplanung*
- [14] KLAUS FÜSSER: *Stadt, Straße und Verkehr*
- [15] MINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT, WIRTSCHAFT UND VERKEHR DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN: *Kreisverkehre*, Dezember 2005
- [16] PAUL PFAFFENBICHLER: *MIV - Knotten innenorts*, Juni 2006
- [17] W. BRILON: *Sicherheit von Kreisverkehrsplätzen*, "In *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 1997
- [18] NÖ STRASSENDIENST IN ZUSAMMENARBEIT MIT DEM KURATORIUM FÜR VERKEHRSSICHERHEIT, INSTITUT FÜR VERKEHRSTECHNIK UND UNFALLSTATISTIK: *Der Kreisverkehr: Empfehlungen zum Einsatz und zur Gestaltung*
- [19] INFORMATION ZUR PRESSKONFERENZ MIT LANDESHAUPTMANN – STELLVERTRETER FRANZ HIESL: *Thema: „Kreisverkehr – Die Lösung?“*, Juli 2007
- [20] WERNER GOBIET, INSTITUT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN; TU GRAZ: *Vorlesungen aus Verkehrsplanung, Kreisverkehr*, WS 2003/2004
- [21] RONALD PFEFFERLE: *Diplomarbeit über das Thema "Der Kreisverkehr als sinnvolle Lösung für innerörtliche Verkehrsknotenpunkte"*, Studienjahr 2002/2003
- [22] <http://www.hupferingenieure.de>: *Kreisverkehrsplätze*
- [23] *Vorläufige Festlegungen zur bautechnischen Gestaltung von Kreisverkehrsplätzen – KVP*, 01.07.2005
- [24] J. HOFER: *Schleppkurven*
- [25] <http://www.noe.gv.at>: *Mini-Kreisverkehr in Amstetten, Kreuzung Wiener Straße – Bahnhofstraße*
- [26] J. W. KORTE: *Grundlagen der Straßenverkehrsplanung in Stadt und Land*

[27] <http://images.google.at>

[28] MARTINA KÖRBER: *Vortragsveranstaltung der VSVI Hessen*,
Jan. 2003

[29] H. NIKOLAUS: *Kreisverkehr statt Ampeln – Erfahrungen aus
der Praxis*: Köln, August 2007

Abbildungsverzeichnis

1	Columbus Circle ca. 1915 [27]	6
2	Arc de Triomphe [27]	7
3	Eine frühere Kreisverkehrsanlage im Freiland in Großbritannien (Horn House Junction 1934) [2]	8
4	Kreisverkehr im Freiland [27]	10
5	Elemente und geometrische Maße von Kreisverkehren [8] ...	11
6	Beleuchtung von dem Außenrand der Kreisfahrbahn [27]	14
7	Beleuchtung eines Kreisverkehrs von der Mittelinsel [27]	14
8	Positionierung der Beleuchtungsmasten an einem kleinen Kreisverkehr [6]	15
9	Beleuchtung eines Kreisverkehrs mit Außendurchmesser 50 m [6]	16
10	Beschilderung eines Kreisverkehrs [6]	16
11	Beschilderung eines Kreisverkehrs mit Bypass [6]	17
12	Sicht im Kreisverkehr [6]	18
13	Mini-Kreisverkehr [8]	19
14	Gestaltungselemente und Maße eines Mini- Kreisverkehrsplatzes [7].....	20
15	Schleppkurve eines Kfz im Kreisverkehrsplatz [7]	21
16	Schleppkurve eines PKWs im Mini-Kreisverkehrsplatz [7]	22
17	Aufgelöster Radweg [7]	23
18	Ansicht vor dem Umbau [7]	24
19	Lageplan [7]	25
20	Ansicht nach dem Umbau [7]	25
21	Lageplan [1]	26
22	Knotenansicht nach dem Umbau [1]	26

23	Rund gestaltete Kreisfahrbahn [27]	27
24	Oval angelegte Kreisfahrbahn [27]	28
25	Kleiner Kreisverkehr innerhalb bebauter Gebiete [27]	29
26	Außen und Innenring eines kleinen Kreisverkehrs- platzes [27]29	29
27	Elemente eines Kreisverkehrs außerhalb bebauter Gebiete [11]	30
28	Kleiner Kreisverkehr außerorts [10]	31
29	Zweistreifiger Kreisverkehr in Linz [27]	32
30	Einstreifiger Kreisverkehr mit Bypässen [10]	34
31	Dreiarmligen Kreisverkehr mit drei Bypässen [27]	34
32	Kreisverkehr mit Bypass [10]	35
33	Ausbildung eines Bypasses [6]	36
34	Querschnitt Kreisinsel eines Mini-Kreisverkehrs [7]	36
35	Kreisinsel eines Mini-Kreisverkehrs, die aus Asphalt gemacht ist. Man sieht klar die Höhe der Bordstein. [8]	39
36	Kreisinsel aus Asphalt [7]	40
37	Kreisinsel aus Naturpflasterung. [7]	41
38	Kreisinsel aus Betonpflaster. Hier wird auch die Schleppkurve eines LKWS mit Anhänger gezeigt. [28]	41
39	Bord zur Einfassung der Kreisinsel. Hier ist er sehr attraktiv ausgefertigt – mit Naturpflaster und Asphalt. [7]	41
40	Kreisinsel aus Asphalt. Randeinfassung durch Rundborde[7]..	42
41	Umbau zu Mini-Kreisverkehr: die Kreisinsel ist die frühere Fahrbahnoberfläche, Randeinfassung durch Beton- Leitelemente. [7]	42
42	Kreisinselhügel. [10]	43
43	Ausbildung eines Fahrbahnteilers [6]	44

44	Bepflanzte Fahrbahnteiler mit Querungshilfe für Fußgänger [10]	45
45	Fahrbahnteiler ohne Bepflanzung. [7]	46
46	Fünfarmige Kreisverkehr [27]	47
47	Fünfarmige Kreisverkehre [27]	48
48	Konfliktpunkt zwischen den Kfz im Kreis und eifahrenden Kfz. [12]	49
49	Vergleich der Konfliktpunkte zwischen Kreisverkehr und Kreuzung. [12]	49
50	Verringerung der Geschwindigkeit im Kreis [10]	52
51	Positionierung der Arme gegenüber der Mittelinsel. [6]	53
52	Typische Unfallursachen an Kreisverkehren [29]	54
53	Lärm- und Schadstoffemissionen einer Kreuzung. [18]	55
54	Lärm- und Schadstoffemissionen einer Kreuzung [18]	56
55	Umbauung einer Kreuzung zum Kreisverkehr. Die Lärmbelastung ist um bis zu 3 dB(A) bei gleicher Verkehrsbelastung reduziert. [29]	56
56	Kreuzung mit LSA. [29]	57
57	Umbau der Kreuzung zu einem Kreisverkehr. Das Resultat ist mehr Platz (ca.30%) und gestalterische Elemente [29]	57
58	Bedingungen für eine höhere Leistungsfähigkeit [19]	58
59	Systemskizze zur Berechnung der Leistungsfähigkeit [20] ..	60
60	Systemskizze für die Bestimmung der Distanz b [m] [20] ..	61
61	Vergleich der Akzeptanz von einem Kreisverkehr und einer lichtsignalgeregelten Anlage. [20]	66

62	Geschätzter Zeitverlust von Kreisverkehr und Lichtsignalgeregelter Kreuzung. [20]	67
63	Beispiel einer Schleppkurve für einen Sattelaufleger, Kurvenwinkel 90°, das Ausschwenken des Anhängers und der andere Weg der un gelenkten Hinterachsen ist hier schon ersichtlich. [24]	70
64	Beispiel einer Schleppkurve für das Bemessungsfahrzeug Müllwagen [24]	71
65	Beispiel einer Schleppkurve für das Bemessungsfahrzeug Linienbus [16]	71
66	Beispiel einer Schleppkurve für das Bemessungsfahrzeug Lastzug [16]	72
67	Lageplatz des Mini-Kreisverkehrs in Amstetten [27]	73
68	Schwerfahrzeug fährt durch den Kreisverkehr. Es benutzt die ganze Fahrbahnbreite mit dem Resultat, dass nur ein kleiner Teil der Kreisinsel mitbenutzt wird	75
69	Linienbus fährt links von der Inselmitte	76
70	Linienbus befährt wieder die ganze Insel	76
71	LKW auf der Kreisinsel	79
72	LKW auf der Kreisinsel	79
73	LKW auf der Kreisinsel	80
74	Schleppkurve eines rechtsabbiegenden LKW	80
75	Lageplatz des Kreisverkehrs [27]	81
76	Schlechte Positionierung eines Armes im Bezug auf die Mittelinsel [6]	82
77	Positionierung des Armes	83
78	Schleppkurve des Linienbusses 11A. Dieser Bus benutzt nicht die ganze Außenringbreite, ist in diesem Fall auch nicht nötig	85

79	Einfahrt eines LKW in den Kreisverkehr. Er macht fast kein Bogen. Das erlaubt eine höhere Geschwindigkeit	86
80	LKW und PKW fahren durch den Innenring	86
81	Rechtsabbiegender Linienbus und Verhalten eines Autos auf dem Kreisverkehr	87
82	Rechtsabbiegender Linienbus A5	87
83	Lageplatz des Kreisverkehrs Kottlingbrunn	88
84	Lageplatz der Kamera gegenüber dem Kreisverkehr	88
85	Sicht bei der Einfahrt	89
86	Fahrverhalten – Fahrstreifenwahl [20]	92
87	Einfahrt eines LKWs mit Anhänger	92
88	Ausfahrt eines LKWs aus dem Kreisverkehr	93
89	Kreisverkehr Kottlingbrunn	93
90	Lageplatz des Kreisverkehrs Korneuburg	94
91	Einfahrt eines LKW in den Kreis	97
92	Schleppkurve eines LKW	98
93	Schleppkurve eines LKW	98

Tabellenverzeichnis

1	Definitionen zu den Elementen von Kreisverkehren [8]	12
2	Vor- und Nachteile der verschiedenen Baumöglichkeiten [8]	37
3	Vergleich zwischen einem Kreisverkehrsplatz und einer Kreuzung beim Neubau [22]	63
4	Kostenvergleich eines Kreisverkehrsplatzes und einer Kreuzung beim Umbau an einem Knotenpunkt außerhalb bebauter Gebiete [22]	64
5	Kostenvergleich eines einfach gestalteten Kreisverkehrsplatzes und einer Kreuzung beim Umbau an einem Knotenpunkt innerhalb bebauter Gebiete. [22]	64
6	Kostenvergleich eines aufwendig gestalteten Kreisverkehrsplatzes und einer Kreuzung beim Umbau an einem Knotenpunkt innerhalb bebauter Gebiete. [22].....	65
7	Berücksichtigung der Nutzen aus Unfallkosten am Kreisverkehrsplatz und an einer Kreuzung/Einmündung [22]	65

Diagrammverzeichnis

1	Vergleich der Unfälle bei Knoten, die von Einmündungen oder Kreuzungen zu Kreisverkehren umgebaut wurden. [1]	50
2	Vergleich der Verkehrssicherheit an Knotenpunkte außerhalb bebauter Gebiete. [1]	50
3	Unfallkostenrate (je 1000 Kfz / Jahr) [1]	51
4	Leistungsfähigkeitsabschätzung für einen vierarmigen Kreisverkehr mit einstreifigen Ein- und Ausfahrten und einem Fahrstreifen im Kreis. [20]	59
5	Ermittlung des Faktors α [20]	62
6	Mittlere Wartezeit in Abhängigkeit von Leistungsreserve und Leistungsfähigkeit der Einfahrt [20]	62
7	Geschwindigkeitsverteilung der Schwerfahrzeuge (Mini-Kreisverkehr)	74
8	Geschwindigkeitsverteilung der PKW (Mini-Kreisverkehr)	74
9	Verteilung der Position des rechten vorderen Reifens eines Schwerfahrzeuges im Kreisverkehr (Mini-Kreisverkehr)	77
10	Verteilung der Position des linken hinteren Reifens eines Schwerfahrzeuges im Kreisverkehr (Mini-Kreisverkehr)	77
11	Verteilung der Position des linken hinteren Reifens eines PKWs im Kreisverkehr (Mini-Kreisverkehr)	78
12	Geschwindigkeitsverteilung der Schwerfahrzeugen gemessen 10 m vor dem Kreisverkehr (kleiner Kreisverkehrsplatz)	83
13	Geschwindigkeitsverteilung der PKWs in % (kleiner Kreisverkehrsplatz)	83
14	Verteilung der Position des rechten vorderen Reifens eines Schwerfahrzeuges im Kreisverkehr	84
15	Verteilung der Position des linken hinteren Reifens eines Schwerfahrzeuges im Kreisverkehr (kleiner Kreisverkehrsplatz)	84

16	Verteilung der Position des linken hinteren Reifens eines PKWs im Kreisverkehr (kleiner Kreisverkehrsplatz)	84
17	Geschwindigkeitsverhalten in km/h der Schwerfahrzeuge in % (zweistreifiger Kreisverkehr)	89
18	Geschwindigkeitsverhalten der PKW (zweistreifiger Kreisverkehr)	90
19	Geschwindigkeitsverhalten der Schwerfahrzeuge (Kreisverkehr außerhalb bebauter Gebiete)	95
20	Geschwindigkeitsverhalten der PKW (Kreisverkehr außerhalb bebauter Gebiete)	95
21	Verteilung der Position des rechten vorderen Reifens eines Schwerfahrzeuges im Kreisverkehr (Kreisverkehr außerhalb bebauter Gebiete)	96
22	Verteilung der Position des linken hinteren Reifens eines Schwerfahrzeuges im Kreisverkehr (Kreisverkehr außerhalb bebauter Gebiete).....	96
23	Verteilung der Position des linken hinteren Reifens eines PKW im Kreisverkehr (Kreisverkehr außerhalb bebauter Gebiete)	96
24	Vergleich der Geschwindigkeiten von PKW und LKW. Die horizontale Achse zeigt die Geschwindigkeit und die vertikale Achse zeigt der Anteil in %	99
25	Verteilung der Position des linken hinteren und rechten vorderen Reifens eines Schwerfahrzeuges im Mini-Kreisverkehr.....	100
26	Vergleich der Position des linken hinteren Reifens eines Schwerfahrzeuges und PKW im Kreisverkehr	100
27	Vergleich der Geschwindigkeiten von PKW und LKW. Die horizontale Achse zeigt die Geschwindigkeit und die vertikale Achse zeigt der Anteil in %	101
28	Verteilung der Position des linken hinteren und rechten vorderen Reifens eines Schwerfahrzeuges im KV.....	101
29	Vergleich der Position des linken hinteren Reifens eines Schwerfahrzeuges und PKW im Kreisverkehr	102

- 30 Vergleich der Geschwindigkeiten von PKW und LKW. Die horizontale Achse zeigt die Geschwindigkeit und die vertikale Achse zeigt der Anteil in % 102
- 31 Vergleich der Geschwindigkeiten von PKW und LKW. Die horizontale Achse zeigt die Geschwindigkeit und die vertikale Achse zeigt der Anteil in % 103
- 32 Verteilung der Position des linken hinteren und rechten vorderen Reifens eines Schwerfahrzeuges im Kreisverkehr..... 104
- 33 Vergleich der Position des linken hinteren Reifens eines Schwerfahrzeuges und PKW im Kreisverkehr 104
- 34 Verhalten des Schwerfahrzeuges in den verschiedenen Kreisverkehren. Die horizontale Achse zeigt die Geschwindigkeit und die vertikale Achse der Anteil in % ... 105
- 35 Verhalten des PKW in den verschiedenen Kreisverkehren. Die horizontale Achse zeigt die Geschwindigkeit und die vertikale Achse der Anteil in % 105