

**Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement
Bundesamt für Strassenbau**

**Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie
Office fédéral des routes**

**Dipartimento federale dei trasporti, delle comunicazioni e delle energie
Ufficio federale delle strade**

Unfallgeschehen und Geometrie der Kreiselanlagen

Les accidents et la géométrie des carrefours giratoires

**Ingenieur- und Planungsbüro Bühlmann, Zollikon
Dr. F. Bühlmann, dipl. Ing. ETH**

**Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich
Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau (IVT)
P. Spacek, dipl. Ing. ETH**

**Forschungsauftrag 17/93 auf Antrag der
Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS)**

März 1997

382

Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und
Eisenbahnbau der ETH Zürich

Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu Bern

Verkehrstechnische Abteilung der Kantonspolizei Zürich

Ingenieur- und Planungsbüro Bühlmann Zollikon

Unfallgeschehen und Geometrie der Kreiselanlagen

Dr. F. Bühlmann
P. Spacek

Forschungsarbeit Nr. 17/93
des Eidgenössischen Verkehrs- und Energiewirtschafts-
departementes

Zürich, März 1997

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
ZUSAMMENFASSUNG / RÉSUMÉ	5/7
1. AUFTRAG UND ZIELSETZUNG	
1.1 Ausgangslage	9
1.2 Auftrag	9
1.3 Ziel der Untersuchungen	9
2. GRUNDLAGEN UND METHODIK	
2.1 Projektorganisation	10
2.2 Abgrenzungen	10
2.3 Generelles Vorgehen	11
2.4 Grundlagen	11
2.5 Unfallgeschehen an Kreiselanlagen	
2.5.1 Allgemein	12
2.5.2 Unfalltypen	12
2.5.3 Sicherheit von Kreiselanlagen	13
2.5.4 Unfälle an Kreiselanlagen im Kanton Zürich	13
2.5.5 Unfalluntersuchungen im Ausland	14
3. HYPOTHESEN	
3.1 Allgemein	17
3.2 Funktionsprinzip und Begriffe	17
3.3 Grundanforderungen	18
3.4 Hypothesen bezüglich Einfahrtsbereich	18
3.5 Hypothesen bezüglich Kreiselfahrbahn	19
3.6 Hypothesen bezüglich Ausfahrtsbereich	19
4. AUSWAHL DER UNTERSUCHTEN KREISEL	
4.1 Vorgehen allgemein	20
4.2 Auswahl	20
4.3 Untersuchte Kreisel	21

5. FELDAUFNAHMEN

5.1 Allgemein	22
5.2 Grunddaten	
5.2.1 Überprüfung der Angaben	22
5.2.2 Aufnahme zusätzlicher Anlagendaten	22
5.2.3 Verkehrserhebungen	23
5.3 Erhebungen des Fahrverhaltens	23

6. VERKEHRS- UND UNFALLDATEN

6.1 Allgemein	24
6.2 Verkehrsbelastungen	24
6.3 Unfälle	
6.3.1 Unfalltyp und Örtlichkeit	24
6.3.2 Unfallziffer	25

7. ERGEBNISSE DER AUSWERTUNGEN

7.1 Vorgehen allgemein	27
7.2 Auswertungen Hypothesen bezüglich Einfahrtsbereich	
7.2.1 Hypothese 1 "Durchsicht durch Mittelinsel"	29
7.2.2 Hypothese 2 "Aufweitung Leitinsel"	30
7.2.3 Hypothese 3 "Sichtweite nach links"	32
7.2.4 Hypothese 4 "Erkennbarkeit Kreisel"	32
7.2.5 Hypothese 5 "Ablenkung durch Mittelinsel"	33
7.2.6 Hypothese 6 "Fahrstreifenbreite Einfahrtsbereich"	34
7.2.7 Hypothese 7 "Unterschiedliche Sichtverhältnisse"	35
7.2.8 Hypothese 8 "Gesamtbelastung"	36
7.2.9 Hypothese 9 "Belastungsverhältnis"	36
7.3 Auswertungen Hypothesen bezüglich Kreiselfahrbahn	
7.3.1 Hypothese 10 "Aussendurchmesser"	37
7.3.2 Hypothese 11 "Breite Kreiselfahrbahn"	37
7.4 Auswertungen Hypothesen bezüglich Ausfahrtsbereich	
7.4.1 Hypothese 12 "Ausfahrtsradius"	38
7.4.2 Hypothese 13 "Fahrstreifenbreite Ausfahrt"	38
7.5 Folgerungen	39

8. GRUNDLAGEN FÜR PROJEKTIERUNGSNORM

8.1 Vorgehen allgemein	41
8.2 Normkonzept	41
8.3 Geltungsbereich	41

8.4	Einfahrtsbereich	
8.4.1	Definition und Elemente	42
8.4.2	Breite der Einfahrt	43
8.4.3	Einfahrtsradius	44
8.4.4	Einfahrtswinkel α	45
8.4.5	Lage und Abmessungen der Leitinsel	45
8.4.6	Anhaltesichtweite	47
8.4.7	Knotensichtweite	48
8.4.8	Sichtweite in Zufahrt links	49
8.4.9	Durchsicht Mittelinsel	49
8.4.10	Auffälligkeit und Ausgestaltung der Mittelinsel	50
8.5	Kreiselfahrbahn	
8.5.1	Definition und Elemente	51
8.5.2	Aussendurchmesser	51
8.5.3	Breite der Kreiselfahrbahn	52
8.5.4	Ablenkung durch Mittelinsel	53
8.5.5	Quergefälle der Kreiselfahrbahn	53
8.5.6	Pflasterbereich um die Mittelinsel	54
8.5.7	Verkehrsbelastung	54
8.6	Ausfahrtsbereich	
8.6.1	Definition und Elemente	55
8.6.2	Breite der Ausfahrt	55
8.6.3	Ausfahrtsradius	56
8.7	Ausrüstungselemente	
8.7.1	Wegweisung	56
8.7.2	Signalisation	57
8.7.3	Abstand Fussgänger-Streifen	57
8.7.4	Beleuchtung	58
9.	EMPFEHLUNGEN FÜR WEITERE FORSCHUNGSTHEMEN	
9.1	Allgemein	59
9.2	Forschungsthemen aus Unfallgeschehen	
9.2.1	Unfallgeschehen nachts	59
9.2.2	Unfallgeschehen an Kreiseln mit zweistreifigen Zufahrten und/oder Kreiselfahrbahnen	59
9.2.3	Unfallgeschehen an Kreiseln mit zweistreifigen Ausfahrten	60
9.2.4	Unfallgeschehen an Kreiseln mit kleinen Aussendurchmessern	60
9.3	Forschungsthemen infolge Abgrenzungen	
9.3.1	Führung des leichten Zweiradverkehrs	60
9.3.2	Führung des öffentlichen Verkehrs im Kreiselbereich	60
9.4	Forschungsthemen infolge Kreiselauswahl	
9.4.1	Dauer der Unfallerhebungen	61
9.4.2	Kreisel ausserorts	61
9.4.3	Verkehrsbelastung von Kreiseln	61
9.4.4	Abgeleitete Projektierungsempfehlungen	61
9.5	Empfehlung	62
10.	LITERATURVERZEICHNIS	63
11.	VERZEICHNIS DER ANHÄNGE	65

ZUSAMMENFASSUNG

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung sind Vorschläge für die Projektierung von einstreifigen Kreiselanlagen mit einem Aussendurchmesser zwischen rund 25 und 35 m (Typ Kleinkreisel). Sie bilden die Grundlage für die Erarbeitung einer neuen VSS-Norm.

Zu diesem Zweck wurde in einer Voruntersuchung das Unfallgeschehen an 130 Kreiseln in der Schweiz ausgewertet und anschliessend eine kleinere Stichprobe von 32 Kreiseln für detailliertere Untersuchungen ausgewählt. Zur Überprüfung der Zusammenhänge zwischen Unfallgeschehen, Geometrie und Verkehrsverhalten wurden vorgängig mehrere Hypothesen aufgestellt. Zur Aufbereitung der notwendigen Auswertgrössen der Kreiselgeometrie wurden Planunterlagen beschafft und Feldaufnahmen durchgeführt. Das Verkehrsverhalten im Kreiselsbereich wurde mit einer speziellen Messeinrichtung erhoben; dabei wurden die Geschwindigkeiten und die Abstände der Fahrzeuge vom Fahrbahnrand erfasst. Das Unfallgeschehen wurde typisiert und die Unfallorte wurden nach den verschiedenen Kreiselsbereichen (Einfahrts-, Ausfahrtsbereich, Kreiselfahrbahn) gegliedert. Anschliessend wurden unter Berücksichtigung der Fahrleistungen die relativen Unfallzahlen ermittelt.

In einem weiteren Schritt wurden anhand der Hypothesen die Zusammenhänge zwischen den drei Datensätzen "Unfallgeschehen", "Kreiselgeometrie" und "Verkehrsverhalten" geprüft. Dabei wurden auch kombinierte Auswertungen mit mehreren Projektierungselementen der Kreiselanlagen durchgeführt. Aufgrund der daraus gewonnenen Erkenntnisse und unter Berücksichtigung von in- und ausländischen Forschungsarbeiten, Normen und Richtlinien, sowie der eigenen Projektierungserfahrung, wurden in einem nächsten Schritt Empfehlungen für die Normung abgeleitet.

Die Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Projektierungselementen an Kreiselanlagen, Unfallgeschehen und Verkehrsgeschehen hat insbesondere gezeigt, dass der **Ablenkung durch die Mittelinsel** (Winkel β , zwischen den Tangenten zur Mittelinsel und der Ein- und Ausfahrt) eine dominierende Bedeutung zukommt. Bei Ablenkungswinkeln von über 40° kann ein deutlich höheres Mass an Verkehrssicherheit erreicht werden. Im Vergleich zu dieser Grösse haben die andern hier untersuchten Einflüsse eine eher zweitrangige Bedeutung, beziehungsweise sie wirken sich erst in Kombination mit andern Elementen aus. Die weiteren wichtigen Erkenntnisse aus der Untersuchung betreffen:

Durchsicht Mittelinsel

Ist bei einer Kreiselzufahrt die Sichtweite in die nächstliegende Zufahrt kleiner als 25 m, so ist die Durchsicht durch die Mittelinsel zu unterbinden. Die Durchsicht sollte nur bei Sichtweiten in die nächstliegende Zufahrt links grösser als 25 m zugelassen werden.

Die Verhinderung der Durchsicht durch die Mittelinsel ist so zu gestalten, dass die Knotensichtweite A gemäss Norm SN 640 273 auf der vortrittsberechtigten Kreiselfahrbahn gewährleistet wird. Dabei ist die Geschwindigkeit auf der Kreiselfahrbahn in Abhängigkeit des Winkels β wie folgt anzunehmen:

- $\beta < 20^\circ \rightarrow 40 \text{ km/h}$
- $\beta \text{ zwischen } 20^\circ \text{ und } 40^\circ \rightarrow 35 \text{ km/h}$
- $\beta > 40^\circ \rightarrow 30 \text{ km/h}$

Sichtweite nach links (Knotensichtweite Ksa aus der Anhaltedistanz)

Aufgrund der Resultate wird von den Fahrzeuglenkern bei der Kreiseleinfahrt bei Ksa-Werten grösser 5 m offenbar spekuliert. Bei Ksa-Werten kleiner 5 m ist nur ein Fahrzeug auf der ersten Warteposition einsehbar. Erst bei Ksa-Werten grösser 5 m verleitet die Einsehbarkeit von mehreren Fahrzeugen zum spekulativen Verhalten. Dabei sind Ksa-Werte in der Grössenordnung von 5 bis 30 m besonders gefährlich, weil sich die beiden Zufahrer bei ihrem Entscheid in ungefähr gleicher Distanz zum Kreisel befinden (Kollisionskurs). Bei grösseren Ksa-Werten überblickt der "Spekulierer" den Zufahrtsbereich auf einer längeren Distanz, und kann somit weniger durch einen Zufahrer überrascht werden. Ksa-Werte zwischen 5 und 30 m sollten somit vermieden werden. Umgekehrt ist die Gestaltung so auszulegen, dass die eintreffenden Fahrzeuglenker ihre Entscheide erst in einer Distanz kleiner rund zehn Meter vor der Wartelinie (Beginn des Fussgängerstreifens) treffen können. Diese Aussagen beziehen sich nur auf Kreisel innerorts.

Ablenkung durch die Mittelinsel (Winkel β)

Bei der Projektierung ist auf eine deutlich ablenkende Wirkung der Mittelinsel zu achten. Eine solche stellt sich erst bei Ablenkungswinkeln β grösser rund 40 Grad ein. Kleinere β sind aus Sicherheitsgründen zu vermeiden, insbesondere in Kombination mit einem Pflasterring um die Mittelinsel sowie bei Ksa-Werten grösser 5 m. Eine genügend grosse Ablenkung durch die Mittelinsel ist für das Verkehrsverhalten auf einer Kreiselanlage das massgebende Projektierungselement und somit auch geeignet, Sicherheitsnachteile infolge Mängeln bei andern Elementen zu kompensieren.

Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse wurden in einem letzten Schritt Vorschläge für die Norm "Knoten mit Kreisverkehr" ausgearbeitet. Dabei wurden auch Empfehlungen in anderen Richtlinien und Untersuchungen sowie praktische Erfahrungen aus der Projektierung von Kreisen berücksichtigt. Die Projektierungshinweise beziehen sich auf folgende Elemente:

Einfahrtsbereich:

- Breite des Fahrstreifens
- Einfahrtsradius
- Einfahrtswinkel
- Lage und Abmessungen der Leitinsel
- Anhaltesichtweite
- Knotensichtweite
- Sichtweite in Zufahrt links
- Durchsicht Mittelinsel
- Auffälligkeit und Ausgestaltung der Mittelinsel

Ausfahrtsbereich:

- Breite der Ausfahrt
- Ausfahrtsradius

Kreiselfahrbahn:

- Aussendurchmesser
- Breite der Kreiselfahrbahn
- Ablenkung durch Mittelinsel
- Quergefälle der Kreiselfahrbahn
- Pflasterbereich
- Verkehrsbelastung

Ausrüstungselemente:

- Wegweisung
- Signalisation
- Abstand Fussgängerstreifen
- Beleuchtung

Infolge des engen Kreditrahmens für diese Forschungsarbeit mussten verschiedene Einschränkungen gemacht werden. Aus der Untersuchung ergaben sich zudem teilweise unerwartete Erkenntnisse und es wurden auch Wissenslücken deutlich. Daraus resultieren neue Themen für die Forschung, die auch im Hinblick auf die VSS-Normung von Bedeutung sind.

Ein Teil des Forschungsbedarfes basiert direkt auf dem Unfallgeschehen an Kreisen, ein anderer Teil hängt mit dem Detaillierungsgrad der Grundlagen und mit dem Umfang sowie mit der Struktur der zugrundegelegten Stichprobe zusammen. Die Forschungsthemen betreffen:

- Unfallgeschehen nachts
- Unfallgeschehen auf Kreisen mit zweistreifigen Zufahrten und/oder Kreiselfahrbahnen
- Unfallgeschehen auf Kreisen mit zweistreifigen Ausfahrten
- Unfallgeschehen auf Kreisen mit kleinen Aussendurchmessern
- Führung des leichten Zweiradverkehrs in Kreisen mit grösseren Aussendurchmessern
- Führung des öffentlichen Verkehrs im Kreisbereich sowie Anordnung und Ausbildung der Haltestellen
- Dauer der Unfallerhebungen (Unfallzeitperiode)
- Kreis ausserorts
- Verkehrsbelastung von Kreisen
- Ableitung der Projektierungsempfehlungen (Stichprobe)

RÉSUMÉ

Cette étude a pour objet d'émettre des propositions pour les projets de giratoires à une voie, d'un diamètre extérieur compris entre 25 et 35 mètres environ (giratoires compacts). Ces propositions forment la base nécessaire à l'élaboration d'une nouvelle norme VSS.

Dans ce but, une évaluation des accidents survenus dans 130 giratoires suisses, a tout d'abord été menée, puis un échantillon restreint de 32 giratoires a été choisi en vue d'analyses plus détaillées. Plusieurs hypothèses ont été émises au préalable pour examiner les relations entre les accidents, la géométrie et le comportement dans la circulation routière. Les données de base nécessaires à l'évaluation de la géométrie des giratoires, ressortent de l'étude de plans et de relevés sur le terrain. Le comportement dans les giratoires a été enregistré à l'aide d'une installation de mesures spéciale enregistrant les vitesses des véhicules ainsi que leurs distances par rapport au bord de la chaussée annulaire. Les types d'accidents ont été définis, puis les endroits des accidents ont été classés par zones (entrée, sortie, chaussée annulaire). Enfin, le nombre relatif d'accidents a été déterminé en tenant compte des volumes de trafic.

L'étape suivante a eu pour objet l'examen des relations entre les trois ensembles de données "types d'accidents", "géométrie des giratoires" et "comportement dans la circulation" sur la base des hypothèses préalablement formulées. Dans ce contexte, des évaluations combinées avec différents éléments de projet de giratoires ont été faites. Sur la base des connaissances ainsi acquises et en tenant compte des recherches suisses et étrangères, des normes, des directives ainsi que de l'expérience en matière de projets, des recommandations pour l'élaboration de la norme, ont été formulées.

L'étude des relations entre les éléments de projet, les accidents et la circulation a révélé que la **déflexion de la trajectoire** (angle β entre les droites tangentes à l'îlot central et rattachées l'entrée et la sortie) revêt une importance capitale. Des angles de déflexion de plus de 40° permettent d'atteindre une sécurité nettement plus élevée. Les autres influences examinées sont plutôt secondaires, ou ne déploient leurs effets qu'en combinaison avec d'autres éléments. Les autres constatations importantes ressortant de l'étude sont les suivantes:

Visibilité à travers l'îlot central

Si, à l'entrée d'un giratoire, la distance de visibilité sur l'entrée suivante est inférieure à 25 mètres, la vue à travers l'îlot central doit être supprimée. Elle ne devrait être admise que dans la mesure où la distance de visibilité sur l'entrée gauche suivante est supérieure à 25 mètres.

L'obstruction de la vue à travers l'îlot central doit être aménagée de manière à garantir la distance de visibilité A sur la chaussée annulaire prioritaire, selon la norme SN 640 273. Pour cela, il y a lieu, en corrélation avec l'angle β , d'adopter les vitesses suivantes dans les giratoires:

- $\beta < 20^\circ \rightarrow 40 \text{ km/h}$
- $\beta \text{ entre } 20^\circ \text{ et } 40^\circ \rightarrow 35 \text{ km/h}$
- $\beta > 40^\circ \rightarrow 30 \text{ km/h}$

Distance de visibilité à gauche (distance de visibilité au carrefour Ksa résultant de la distance d'arrêt)

Les résultats montrent qu'en présence de valeurs Ksa supérieures à 5 m, les conducteurs se mettent à spéculer sur le moment opportun d'entrer. Si la valeur Ksa est inférieure à 5 m, seul le véhicule en première position d'attente dispose de la visibilité nécessaire. Par contre, des valeurs Ksa supérieures à 5 m, garantissant la visibilité pour plusieurs véhicules, incitent les conducteurs à des spéculations. Les valeurs Ksa comprises entre 5 et 30 m sont particulièrement dangereuses du fait que les deux conducteurs entrants se trouvent, au moment de la décision, à distance presque égale du giratoire (risque de collision en chaîne). En cas de valeurs supérieures, les conducteurs voient la zone d'entrée sur une longue distance et risquent donc moins d'être surpris par des véhicules entrants. Par conséquent, des valeurs comprises entre 5 et 30 m doivent être évitées. Autrement dit, le projet devra être établi de telle sorte que les conducteurs ne puissent se décider d'entrer que lorsqu'ils se trouvent à moins de 10 m de la ligne d'attente (début du passage-piétons). Ces considérations ne concernent que les giratoires à l'intérieur des localités.

Déflexion de la trajectoire par l'îlot central (angle β)

Lors de l'élaboration du projet, il convient de veiller à ce que la déflexion de la trajectoire soit marquée. Seuls des angles β supérieurs à 40° permettent d'atteindre ce but. Pour des raisons de sécurité, l'angle β ne devra pas être inférieur à cette valeur, notamment en association avec un îlot entouré d'un pavage et en présence de distances de visibilité supérieures à 5 m. Une déflexion suffisante est l'élément conceptuel qui détermine le comportement dans un giratoire. Elle permet de compenser les défauts d'autres éléments conceptuels préjudiciables à la sécurité.

Sur la base des résultats de l'étude des propositions pour la norme "Carrefours giratoires" ont été élaborées en tenant compte des recommandations émises dans d'autres directives et études, ainsi que des expériences pratiques. Les indications concernant l'élaboration des projets se rapportent aux éléments suivants:

Zone d'entrée

- Largeur de la voie
- Rayon d'entrée
- Angle d'entrée
- Situation et dimensions de l'îlot séparateur
- Distance de visibilité d'arrêt
- Distance de visibilité au carrefour
- Distance de visibilité à l'entrée vers la gauche
- Visibilité à travers l'îlot central
- Perception et aménagement de l'îlot central

Zone de sortie

- Largeur la sortie
- Rayon de sortie

Chaussée annulaire

- Diamètre extérieur
- Largeur de l'anneau
- Déflexion de la trajectoire
- Dévers de l'anneau
- Pavage
- Charge de trafic

Aménagement

- Indication de la direction
- Signalisation
- Eloignement des passages-piétons
- Eclairage

Le montant réduit du crédit alloué pour ce mandat de recherche a imposé certaines restrictions. En outre, l'étude a enregistré en partie, des résultats inattendus, et mis en évidence des lacunes dans les connaissances. Il en résulte de nouveaux sujets de recherche importants, entre autres, pour la normalisation VSS.

Certaines recherches s'imposent du fait des accidents dans les giratoires, d'autres dépendent du degré de spécificité des bases ainsi que de l'ampleur et de la structure de l'échantillon considéré. Ces thèmes sont:

- les accidents de nuit
- les accidents dans les giratoires ayant des entrées et/ou des chaussées à deux voies
- les accidents dans les giratoires ayant des sorties à deux voies
- les accidents dans les giratoires à diamètre extérieur restreint
- le guidage des deux-roues légers dans les giratoires à grand diamètre extérieur
- le guidage des transports publics dans les giratoires, ainsi que l'emplacement et l'aménagement des arrêts
- la durée des enquêtes concernant les accidents (période)
- les giratoires à l'extérieur des localités
- la charge de trafic
- la déduction de recommandations pour le projet (échantillon)

1. AUFTRAG UND ZIELSETZUNG

1.1 Ausgangslage

Seit den Achtzigerjahren werden in der Schweiz Kreisel in grösserer Anzahl als sichere und leistungsfähige Alternative zu Knoten konventioneller Art (Kreuzungen und Einmündungen) erstellt. Obwohl sich die Kreiselanlagen im Betrieb weitgehend bewähren, wird in der Praxis das Fehlen verbindlicher Projektierungsnormen als Mangel empfunden.

Im Rahmen durchgeführter Unfallauswertungen an Kreiselanlagen zeigte sich, dass insgesamt durch den Umbau bestehender Knoten in Kreisel eine Verbesserung der Verkehrssicherheit erzielt werden konnte. Indessen wurde ein uneinheitliches Bild bei der Untersuchung der einzelnen Kreisel festgestellt: Bei einzelnen Kreiseln ergaben sich im Vorher-/Nachher-Vergleich zum Teil deutliche Zunahmen im Unfallgeschehen. Dies deutet darauf hin, dass die Ursachen in der örtlichen Gestaltung und/oder in der ungünstigen Struktur der Verkehrsbelastung der einzelnen Anlagen gesucht werden müssen.

1.2 Auftrag

Das Bundesamt für Strassenbau (ASB) Bern beauftragte das Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau (IVT) an der ETH Zürich in Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) Bern, der Verkehrstechnischen Abteilung (VtA) der Kantonspolizei Zürich und dem Ingenieur- und Planungsbüro Bühlmann, Zollikon, Zusammenhänge zwischen dem Unfallgeschehen und der Geometrie von Kreiselanlagen in der Schweiz zu analysieren.

1.3 Ziel der Untersuchungen

Mit der Auswertung der Unfallmerkmale im Vorher-/Nachher-Vergleich wird ein Überblick über das Ausmass sowie die Veränderungen des Unfallgeschehens an der Gesamtheit der Kreiselanlagen gewonnen. Bei ausgewählten Kreiselanlagen werden aufgrund der Zusammenhänge zwischen Unfallgeschehen und Geometrie sowie unter Berücksichtigung der Erkenntnisse über das Verkehrsverhalten die sicherheitsrelevanten Gestaltungsmängel an den Kreiselanlagen abgeleitet (Verkehrstechnische Unfallanalyse).

Das Ziel der Forschungsarbeit besteht darin, allgemein gültige Hinweise für eine sicherheitstechnisch befriedigende Kreiselprojektierung zu gewinnen: Welche Bedingungen sind bei der Projektierung und beim Betrieb von Kreiseln zu berücksichtigen, damit eine hinsichtlich Verkehrssicherheit und Verkehrsablauf befriedigende Anlage gewährleistet werden kann?

Aufgrund der Analyse der Zusammenhänge zwischen Geometrie, Unfallgeschehen und Verkehrsverhalten von Kreiselanlagen soll ein erster Normentwurf mit Projektierungsempfehlungen und betrieblichen Hinweisen zu den einzelnen Projektierungselementen sowie zu ihrer gegenseitigen Abstimmung erarbeitet werden.

2. GRUNDLAGEN UND METHODIK

2.1 Projektorganisation

Die Gesamtleitung der Forschungsarbeit oblag dem Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau (IVT) an der ETH Zürich und die Koordination der am Forschungsauftrag beteiligten Forschungsstellen wurde durch die Arbeitsgruppe gewährleistet. Die Forschungsarbeit wurde begleitet durch die Fachkommission 173 der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsfachleute (VSS). Der Kontakt zur Begleitkommission, der „Subkommission Knoten“ der Fachkommission 173, war durch Mitglieder der Arbeitsgruppe gewährleistet.

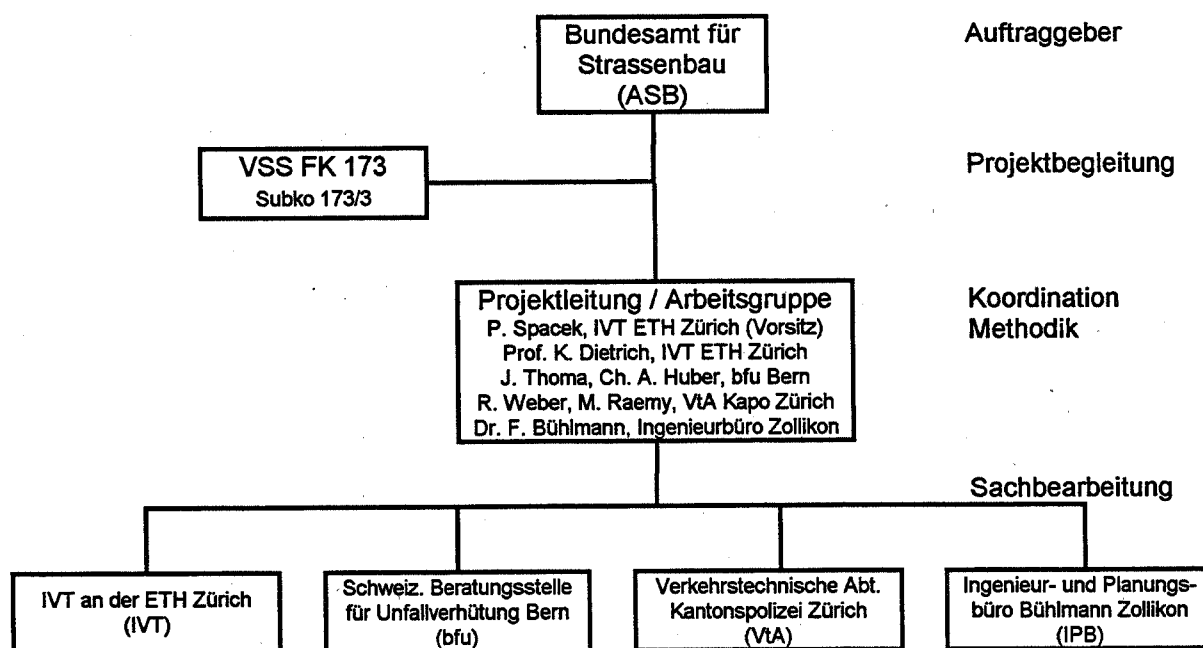


Abbildung 1: Projektorganisation

2.2 Abgrenzungen

Während für die Auswertung des generellen Unfallgeschehens [1] alle Kreisel berücksichtigt wurden, mussten die weitergehenden Arbeiten auf Kreiselanlagen wie folgt eingeschränkt werden:

- Aussendurchmesser zwischen 20 und 40 m
- keine separate Führung der Rechtseinmünder (By-pass)
- Mischverkehr leichte Zweiräder/Motorfahrzeuge (keine separaten Radwegführungen im unmittelbaren Kreiselbereich)
- keine speziellen Fahrstreifen für den öffentlichen Verkehr (Busspuren)
- keine Haltestellen des öffentlichen Verkehrs im unmittelbaren Kreiselbereich

2.3 Generelles Vorgehen

Für die Erarbeitung von Grundlagen für die Normung von sicheren und leistungsfähigen Kreiselanlagen aufgrund der Zusammenhänge Geometrie, Unfallgeschehen und Verkehrsverhalten wurde das in Abbildung 2 schematisch dargestellte generelle Vorgehen gewählt.

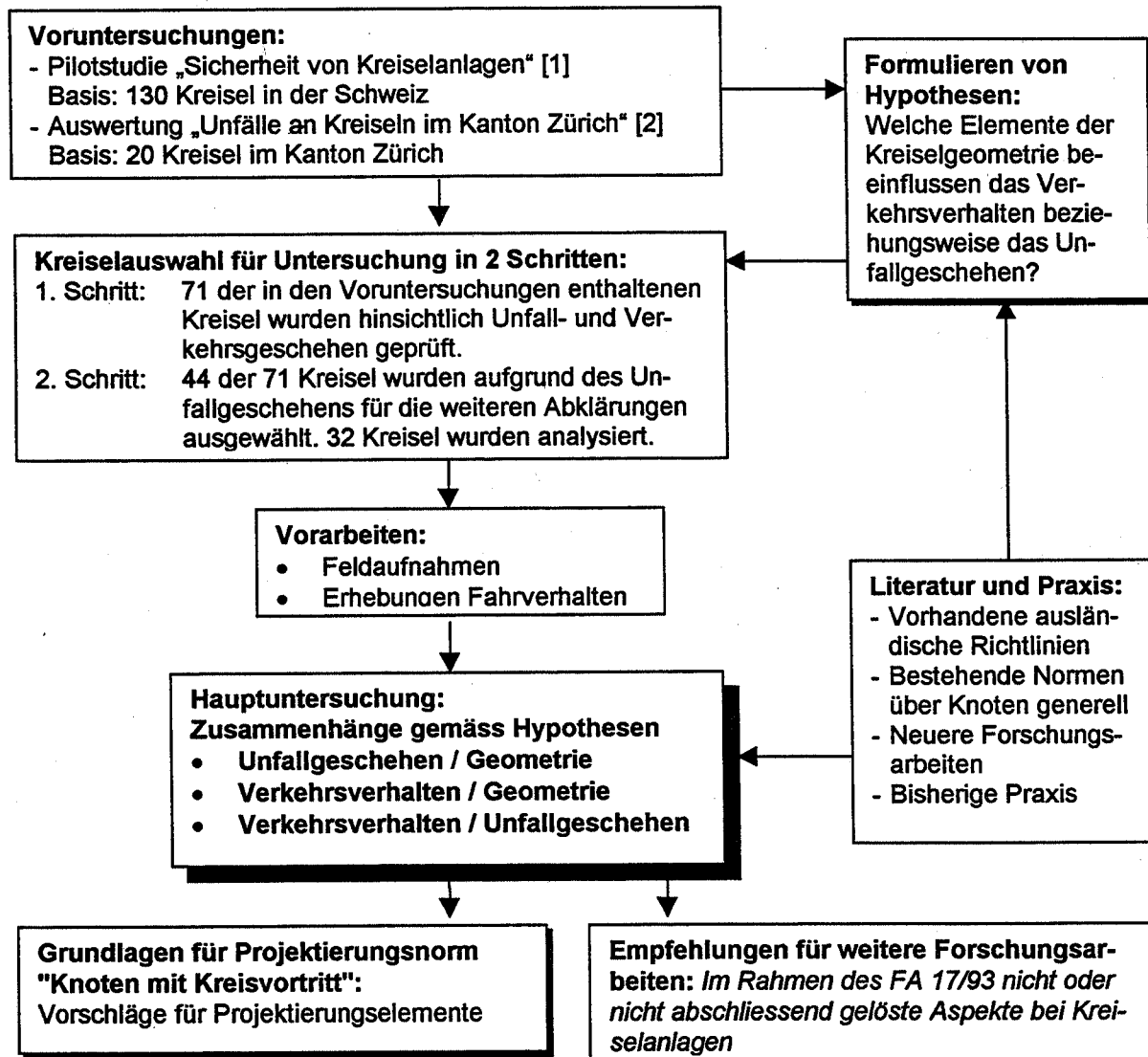


Abbildung 2: Generelles Vorgehen

2.4 Grundlagen

Wesentliche Grundlagen für die Beurteilung des Unfallgeschehens bei Kreiselanlagen in der Schweiz bildeten die Pilotstudie der Schweizerischen Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) [1] und die Auswertung der Kantonspolizei Zürich, Verkehrstechnische Abteilung (VtA) [2]. Die in diesen Unterlagen enthaltenen Kreiselanlagen waren die Basis für die Kreiselauswahl.

Bei der Ausarbeitung der Normempfehlungen wurden Hinweise und Richtwerte hauptsächlich aus Richtlinien und Normen aus Deutschland und Frankreich mitberücksichtigt. Im weiteren wurde das

Normkonzept der VSS Kommission 173 für die Revision der Normgruppe „Knoten“ (Stand Januar 1996) sowie Erkenntnisse aus dem Forschungsauftrag „Ausbildung von Fahrstreifen im Knotenbereich“ (FA 9/88) verwendet.

Die für die Kreiselauswahl und die Untersuchungen notwendigen Plangrundlagen, Verkehrs- und Unfalldaten wurden durch die zuständigen Stellen der Kantone und Gemeinden zur Verfügung gestellt. Auf diese Grundlagen wird in den Kapiteln 4, 5 und 6 eingegangen.

2.5 Unfallgeschehen an Kreiselanlagen

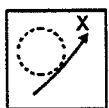
2.5.1 Allgemein

Eine wesentliche Voraussetzung für das Erarbeiten von Empfehlungen für die Projektierung von Kreiselanlagen ist die Kenntnis der Auswirkungen auf das Unfallgeschehen bei bestehenden Anlagen. Dabei interessieren einerseits die Auswirkungen im Vorher-/Nachher-Vergleich (Kann mit dem Umbau eines Knotens in einen Kreisel die Verkehrssicherheit verbessert werden?) und andererseits die Auswirkungen einzelner Projektierungselemente (Besteht ein Zusammenhang zwischen geometrischen Abmessungen und dem Unfallgeschehen?).

Im Rahmen des Forschungsauftrages 17/93 wurden von der Schweizerischen Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) und der Verkehrstechnischen Abteilung der Kantonspolizei Zürich (VtA) umfassende Unfalluntersuchungen an Kreiseln vorgenommen. Die Daten dieser Untersuchungen stellten eine wesentliche Grundlage für die weiteren Abklärungen dar (Auswahl der reduzierten Stichprobe).

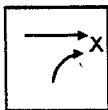
2.5.2 Unfalltypen

Mit dem Unfalltyp wird der Verkehrsvorgang beziehungsweise die Konfliktsituation bezeichnet, welche zum Unfall geführt hat. Die Ursachen spielen für die Bestimmung des Unfalltyps keine Rolle. Die im folgenden dargestellten Unfalltypen basieren auf dem vom Bundesamt für Statistik (BFS) verwendeten Codes [3] und werden für die vorgesehenen Untersuchungen als massgebend angenommen:



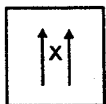
Schleuderunfall / Selbstunfall mit oder ohne Kollision (BFS-Codes 11 bis 19)

Um einen Schleuder- oder Selbstunfall handelt es sich, wenn das Fahrzeug zuerst ins Schleudern gerät, der Fahrer einer drohenden Kollision ausweicht oder durch Selbstverschulden vom Fahrkurs abkommt.



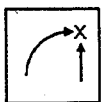
Einbiegeunfall (BFS-Codes 66, 72)

Fahrzeuglenker aus einem vortrittsbelasteten Knotenast biegen ein. Beim Kreisel wird grundsätzlich nur nach rechts eingebogen, und es kann nur mit einem weiteren Verkehrsteilnehmer von links kollidiert werden.



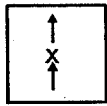
Streifkollision (BFS-Codes 31 bis 34, 39, 51, 52, 59)

Kollision zweier in gleicher Richtung nebeneinanderfahrender Fahrzeuge (hauptsächlich auf überbreiten oder mehrstreifigen Fahrbahnen).

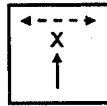


Abbiegeunfall (BFS-Code 64)

Fahrzeuge aus vortrittsberechtigten Strassen biegen ab. Beim Kreisel wird grundsätzlich aus der Kreiselfahrbahn in die Kreiselläste abgebogen. Abbiegeunfälle sind möglich bei mehrstreifigen Kreiselfahrbahnen oder zwischen Motorfahrzeugen und leichten Zweirädern.

**Auffahrunfall (BFS-Codes 41, 42, 49)**

Fährt ein Fahrzeug auf ein fahrendes oder stehendes Fahrzeug auf demselben Fahrstreifen auf, so handelt es sich um einen Auffahrunfall. Beim Kreisel können sich Auffahrunfälle hauptsächlich im Ein- und Ausfahrsbereich ereignen.

**Fussgängerunfall (BFS-Codes 01, 02, 09)**

Beim Fussgängerunfall ist mindestens ein Fussgänger direkt beteiligt (an- oder überfahren). Auf den Kreiselästen können sich Kollisionen zwischen die Fahrbahn querende Fussgänger und geradeausfahrenden Fahrzeugen ereignen.

2.5.3 Sicherheit von Kreiselanlagen

In [1] wurde bei 130 Kreiseln in der Schweiz, die mindestens ein Jahr in Betrieb waren, das Unfallgeschehen im Vorher- und Nachher-Zeitraum untersucht. Von den untersuchten Kreiseln haben 8% einen Aussendurchmesser kleiner 24 m (Minikreisel), 68% einen Aussendurchmesser zwischen 24 und 32 m (Kleinkreisel) und 24% einen Aussendurchmesser grösser 32 m (Grosskreisel). Dabei liegen 83% im Innerortsbereich und 17% ausserorts. Im Rahmen der Studie wurden nahezu 3'000 polizeilich registrierte Unfälle vor und nach Inbetriebnahme der Kreisel analysiert. Die Veränderungen im Unfallgeschehen wurden unter Berücksichtigung von Kontrollgruppen (angenommen: Unfälle auf Knoten und Plätzen innerhalb der Gemeinde, in welcher der zu untersuchende Kreisel liegt) mit dem Chi-Quadrat-Test auf statistische Signifikanz überprüft.

Zusammenfassung der Resultate:

Sowohl die Zahl der *Unfälle total* als auch die Zahl der *Unfälle mit Personenschäden* hat im Vergleich zum Zustand vor dem Umbau in einen Kreisel signifikant abgenommen. Werden bei den *Unfällen total* lediglich die Kreisel mit statistisch signifikanter Veränderung betrachtet, so ergibt sich bei 19 Kreiseln eine signifikante Abnahme und bei 13 Kreiseln eine signifikante Zunahme. Die beiden Gruppen unterscheiden sich hinsichtlich der Hauptmerkmale nur in einem Kriterium wesentlich: Während bei der Gruppe „signifikante Abnahme“ nur bei zwei von 19 Kreiseln eine mehrstreifige Zufahrt angegeben wird, weisen bei der Gruppe „signifikante Zunahme“ neun von 13 Kreiseln mehrstreifige Zufahrten auf. Diese Feststellung darf als ein Indiz für ein *erhöhtes Unfallrisiko bei mehrstreifigen Kreiselfzufahrten* gewertet werden. Im weiteren zeigten die Untersuchungen, dass bei Kreiseln mit einem *Aussendurchmesser kleiner 24 m* die Zahl der Unfälle total zugenommen hat. Über alle untersuchten Kreisel betrachtet nahm die Zahl der *Fussgängerunfälle* ab. Die Zahl der Unfälle mit beteiligten *leichten Zweirädern (Velo/Mofa)* nahm hingegen zu. Bei rund der Hälfte aller untersuchten Kreisel hat die Zahl der *Selbstunfälle* zugenommen. Inwieweit diese ungünstige Entwicklung auf Anlagefehler oder auf den für viele Fahrzeuglenker noch ungewohnten Verkehrsablauf bei Kreiseln zurückgeführt werden kann, konnte in [1] nicht näher untersucht werden.

2.5.4 Unfälle an Kreiseln im Kanton Zürich

An insgesamt zwanzig Kreiseln im Kanton Zürich wurde das Unfallgeschehen (total 232 Unfälle mit 397 beteiligten Objekten) nach verschiedenen Kriterien untersucht [2]. Das Ziel der Untersuchungen war das Darlegen erster Erfahrungen mit dem Betrieb von Kreiseln. Dabei war nicht der Vergleich mit dem Unfallgeschehen vor dem Kreiselumbau von Interesse, sondern der Einfluss der örtlichen Gegebenheiten, insbesondere der Kreiselgeometrie. Die wichtigsten Resultate der Untersuchungen sind:

- Die Unfälle verteilen sich zufällig über den Untersuchungszeitraum. Eine Häufung der Unfälle unmittelbar nach der *Inbetriebnahme der Kreisel* ist nicht erkennbar. Diese Aussage gilt sowohl für die Gesamtmenge der Unfälle als auch für die Selbstunfälle¹⁾, die bei einer Änderung des Verkehrsregimes als besonders anfällig gelten.

1) Selbstunfall im Rahmen der Untersuchung Kantonspolizei ist definiert als Schleuder- oder Selbstunfall ohne Kollision mit einem andern Verkehrsteilnehmer und ohne Einfluss eines andern Verkehrsteilnehmers

- Die Wahrscheinlichkeit, als Unfallbeteiligter verletzt oder getötet zu werden, ist bei den **Zweirädern** (inkl. Motorräder) unabhängig von der Knotenform gleich gross. Bei den andern Objektarten dagegen kann mit Kreiseln eine deutliche Verbesserung der Verkehrssicherheit bewirkt werden: Die Wahrscheinlichkeit verletzt oder getötet zu werden ist bei Kreiseln rund dreimal kleiner.
- Unfallstelle:** Ueber 90% der Unfälle wurden bei der Kreiselfahrt oder auf der Kreiselfahrbahn registriert. Bei der Kreiselausfahrt war der Anteil mit rund 10% dagegen gering.
- Die Aufteilung der Unfälle nach **Unfalltypen** zeigt Abbildung 3: Die häufigsten Unfalltypen bei Kreiseln sind Einbiegeunfälle (46%) und Selbstunfälle (35%). Bei den untersuchten Kreiseln können hinsichtlich Anteil dieser beiden Unfalltypen deutliche Unterschiede festgestellt werden, d.h. einige der Kreisel weisen einen besonders hohen Anteil Einbiegeunfälle und andere einen besonders hohen Anteil Selbstunfälle auf (vgl. Abb. 3, unten).

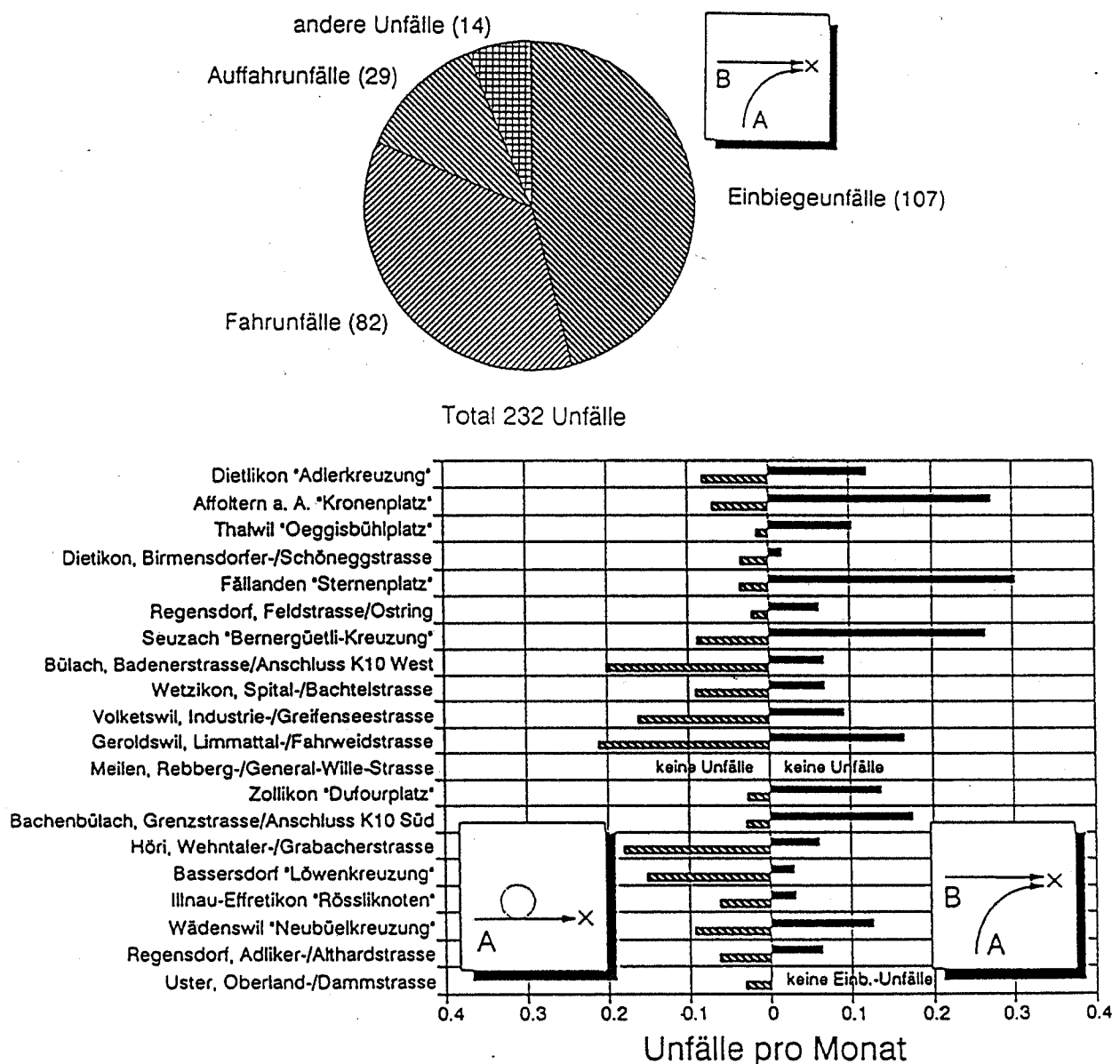


Abbildung 3: Aufteilung nach Unfalltypen (Kreisell Kanton Zürich; Darstellung entnommen aus [2])
 Total 232 Unfälle (mittlere Betriebsdauer der untersuchten Kreisell: 45 Monate)

- Der Einfluss der vor dem Kreiselumlauf signalisierten Vorrtrittsregelung zeigt sich bei den Selbstunfällen deutlich: Dieser Unfalltyp ereignete sich zu knapp 80% auf denjenigen Kreiselfahrten, die vor der Inbetriebnahme des Kreisels vortrittsberechtigt waren. Auf die Verteilung der Einbiegeunfälle hat die frühere Vorrtrittsregelung jedoch keinen wesentlichen Einfluss.
- Auffallend ist bei den Selbstunfällen der hohe Anteil der *Unfälle nachts*. Dabei wurde jeder dritte dieser nächtlichen Selbstunfälle auf übermässigen Genuss von Alkohol zurückgeführt.
- Bei den *Einbiegeunfällen* wird ein *überproportionaler Anteil von Motorrädern*, die als vortrittsberechtigte Kreiselfahrer mit einmündenden Motorfahrzeugen kollidieren, festgestellt. Die geradeaus fahrenden Motorradlenker werden offenbar durch den Fahrbahnversatz des Kreisels bei der Einfahrt zu wenig abgebremst. Dies hat zur Folge, dass die bei der nachfolgenden Kreiselfahrt einfahrenden Fahrzeuglenker durch die nicht „kreiseltgerechte“ Geschwindigkeit der Motorräder überholt werden, und diesen den Vortritt oft nicht gewähren.

2.5.5 Unfalluntersuchungen im Ausland

Auch im Ausland wurden aufgrund von Vorher-/Nachher-Untersuchungen im allgemeinen positive Auswirkungen auf das Unfallgeschehen durch den Kreiselumlauf festgestellt. Mit den im folgenden aufgeführten Zusammenfassungen von den zwei wichtigsten ausländischen Analysen sollen nicht Vergleiche der Zeiträume vor und nach dem Kreiselumlauf dargelegt werden, sondern Auswirkungen einzelner Projektierungselemente der Kreiselanlagen auf das Unfallgeschehen aufgezeigt werden.

Die Untersuchung von 202 Unfällen bei 179 Kreiseln *innerorts* in Frankreich [4] ergab die folgende Zuordnung der Unfälle nach der Örtlichkeit:

• Missachten des Vortritts bei der Einfahrt:	37%
• Fahrtenfälle auf der Kreiselfahrbahn:	16%
• Fahrtenfälle bei der Einfahrt:	11%
• Auffahrtunfälle im Einfahrtsbereich:	7%
• Abbiegeunfall beim Verlassen des Kreisels:	6%
• Fussgängerunfälle beim Queren der Kreiselläste:	6%
• Fussgängerunfälle beim Queren der Kreiselfahrbahn:	4%
• Fahrtenfälle bei der Ausfahrt:	3%
• Streifkollision auf Kreiselfahrbahn:	3%

Im weiteren wurde festgestellt, dass bei einer Kreisellastung ab 25'000 Fz/Tag das Unfallgeschehen überproportional stark zunimmt. Aufgrund der Resultate werden für die Projektierung von Kreiseln die nachstehend aufgeführten Empfehlungen angegeben:

- Die Erkennbarkeit des Kreisels muss aus allen Zufahrten gewährleistet sein.
- Mehrstreifige Zufahrten sind wenn immer möglich zu vermeiden.
- Die Ein- und Ausfahrt sind durch eine Insel zu trennen.
- Tangentiale Einfahrten sowie grosszügige Einfahrts- und Ausfahrtsradien sind zu vermeiden.
- Kreisell mit ovaler Form sind möglichst zu unterlassen.
- Das Aufstellen von harten Gegenständen auf der Mittelinsel ist für die Verkehrssicherheit ungünstig.

In England wurde bei 84 Kreiseln mit vier Zufahrten anfangs der Achtzigerjahre der Zusammenhang zwischen dem Unfallgeschehen und der Geometrie untersucht [5]. Dabei wurden die Unfälle unterteilt in:

1. Einbiegeunfälle (Einfahrtsbereich)
2. Unfälle im Zufahrtsbereich
3. Fahrtenfälle
4. andere Unfälle

Bei der Untersuchung der Abhängigkeit des Unfallgeschehens von geometrischen Grössen zeigte sich, dass Änderungen an der Geometrie zur Reduktion des einen Unfalltyps das Entstehen anderer Unfalltypen begünstigt und im Endeffekt eine Erhöhung der Gesamtzahl der Unfälle bewirken kann.

Für Kreisel mit einer Gesamtbelastung von rund 13'000 Fz/Tag und einstreifiger Kreiselfahrbahn zeigt Abbildung 4 für verschiedene Projektierungselemente den Zusammenhang zwischen deren Abmessungen und dem Unfallgeschehen:

- Kleine Schnittwinkel wirken sich auf die Zahl der Unfälle ungünstig aus.
- Breite Einfahrten beeinflussen die Zahl der Unfälle negativ.
- Je breiter die Kreiselfahrbahn, desto höher die Zahl der Unfälle.
- Die Breite der Zufahrt hat auf die Zahl der Unfälle einen geringen Einfluss.

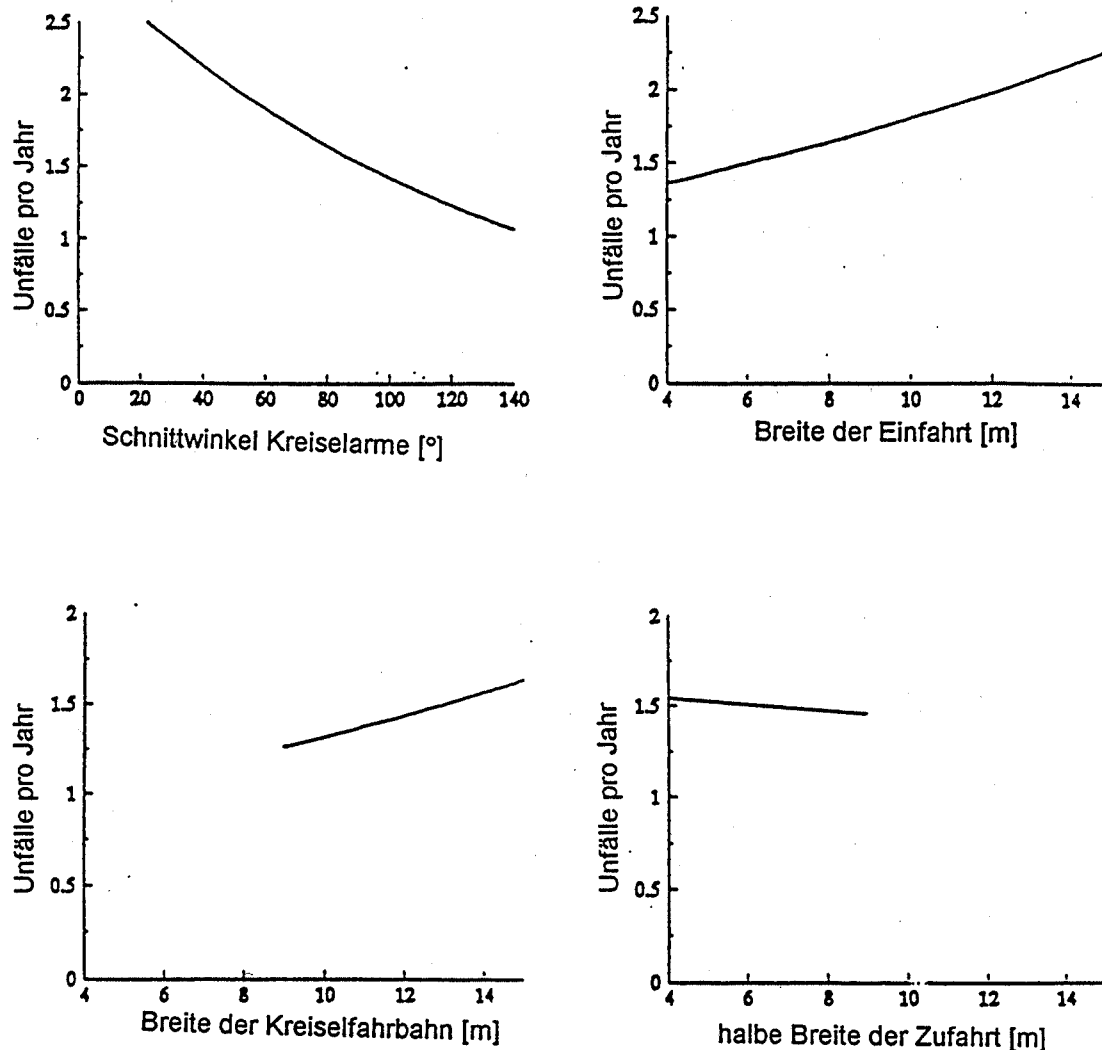


Abbildung 4: Zusammenhang zwischen geometrischen Größen und der Zahl der Unfälle
Darstellungen entnommen aus [5]

3. HYPOTHESEN

3.1 Allgemein

Mit Hilfe von Untersuchungshypothesen wurden mögliche Einflüsse der Projektierungselemente auf das Verkehrsverhalten sowie das Unfallgeschehen bei Kreiselanlagen aufgezeigt und daraus Erhebungsgrößen für die Untersuchungen abgeleitet. Dabei wurde davon ausgegangen, dass kleine Geschwindigkeiten (kleiner ≈ 30 km/h) aller Verkehrsteilnehmer in den Einfahrts- und Ausfahrtsbereichen sowie auf der Kreiselfahrbahn Voraussetzung für einen sicheren und leistungsfähigen Kreiselaufrieb sind. Die Hypothesen wurden aufgrund der Örtlichkeit innerhalb der Kreiselanlage für jeden Kreiselauf nach den folgenden Bereichen strukturiert:

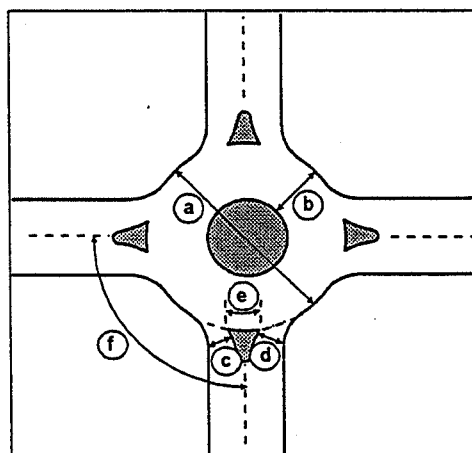
- Zufahrtsbereich
- Einfahrtsbereich
- Kreiselfahrbahn
- Ausfahrtsbereich

Der Übergang von Zufahrts- und Einfahrtsbereich wurde in dieser Untersuchung auf der Höhe des Beginns der Leitinsel definiert.

In einem ersten Schritt wurden 20 Hypothesen zu verschiedenen Einflüssen der Projektierungselemente auf das Verkehrsverhalten bei Kreiselanlagen aufgestellt. Bei der Weiterbearbeitung zeigte sich jedoch, dass infolge der Datenlage nicht alle Hypothesen untersucht werden konnten, beziehungsweise dass einzelne Hypothesen anders oder neu formuliert werden mussten. Im Rahmen des Forschungsauftrages wurden schliesslich 13 Hypothesen beurteilt.

3.2 Funktionsprinzip und Begriffe

Bei einem Kreiselauf werden die Fahrzeuge im Einrichtungsverkehr auf einer in der Regel kreisrunden Fahrbahn (Kreiselfahrbahn) entgegen dem Uhrzeigersinn um eine Mittelinsel geführt. Die auf der Kreiselfahrbahn fahrenden Fahrzeuge haben gegenüber den aus den Kreiselaufahrten einfahrenden Fahrzeugen Vortritt. Kreiselanlagen zeichnen sich durch fließende Verkehrsvorgänge beim Ein- und Ausfahren in den Kreiselaufahrten beziehungsweise Kreiselausfahrten aus. Das Funktionsprinzip des Verkehrsablaufes im Kreiselauf basiert auf dem Vortritt für den Kreisverkehr sowie auf kleinen Geschwindigkeiten und einem rücksichtsvollen Verkehrsverhalten, mit einem erhöhten Mass an Eigenverantwortung der Fahrzeuglenker. Die wichtigsten Projektierungselemente einer Kreiselanlage aus bisheriger Erfahrung zeigt Abbildung 5.



- a) Aussendurchmesser des Kreisels
- b) Breite der Kreiselfahrbahn
- c) Breite der Ausfahrt
- d) Breite der Einfahrt
- e) Aufweitung der Leitinsel
- f) Schnittwinkel der Kreiselarmlenker

Abbildung 5: Projektierungselemente der Kreiselanlage

3.3 Grundanforderungen

Die für die Projektierung von sicheren Knoten allgemein gültigen Grundanforderungen sind auch bei Kreiseln anzuwenden:

1. Erkennbarkeit: Der Knoten muss als Kreisel mit vortrittsbelasteter Zufahrt für die Fahrzeuglenker rechtzeitig erkennbar sein (Erfassungsdistanz).
2. Übersichtlichkeit: Die Sichtverbindung zwischen allen Verkehrsteilnehmern der vortrittsberechtigten und nicht vortrittsberechtigten Anlageteile einer Zufahrt muss uneingeschränkt gewährleistet sein (Knotensichtweite).
3. Begreifbarkeit: Der Bau des Kreisels einschliesslich der Markierung und Signalisation muss so ausgelegt sein, dass sich alle Verkehrsteilnehmer automatisch richtig verhalten.
4. Befahrbarkeit: Falls nicht anders signalisiert muss der Kreisel in allen Richtungen von den grössten zum Strassenverkehr zugelassenen Fahrzeugen befahren werden können.

Das Erarbeiten ergänzender, weitergehender Anforderungen war Gegenstand der Untersuchungen. Dabei sind bei Kreiselanlagen neben den Grundanforderungen auch die Grundsätze der Kanalisierung zwingend zu berücksichtigen.

3.4 Hypothesen bezüglich Einfahrtsbereich

Als Einfahrtsbereich wurde der Abschnitt eines Kreiselastes zwischen dem Beginn der Leitinsel beziehungsweise Sperrfläche und dem Rand der Kreiselfahrbahn definiert. Ergänzende Skizzen zu den Hypothesen sind im Kapitel 7 an den entsprechenden Stellen aufgeführt.

Zielsetzung: Aufgrund des Erscheinungsbildes und der geometrischen Ausgestaltung der Kreiselanlage sollten die Fahrzeuglenker im Einfahrtsbereich auf die für eine sichere Kreiseinfahrt notwendige tiefere Geschwindigkeit abgebremst werden.

- Hypothese 1: Bei Kreiseln mit **Durchsicht** durch die **Mittelsinsel** wird die Konzentration des Fahrzeuglenkers auf die nächst liegende Zufahrt links beeinträchtigt. Bei Zufahrten mit kleinen **Sichtweiten** in die nächstliegende Zufahrt links kann eine Erhöhung der Unfallhäufigkeit bewirkt werden.
- Hypothese 2: Durch die ungenügend ablenkende **Aufweitung der Leitinsel** wird der zufahrende Fahrzeuglenker optisch zu wenig geführt und in einem zu grossen Schnittwinkel in den Kreisel gelenkt. Die Folgen können sein zu hohe Einfahrtsgeschwindigkeit, Vortrittsmissachtung und für Kreisel atypische „Senkrechkollisionen“ bzw. Schleuder- / Selbstunfälle (anfahren der Mittelsinsel).
- Hypothese 3: Zu grosse **Sichtweiten nach links** im Zufahrtsbereich führen zu hohen Zufahrtsgeschwindigkeiten und zu spektakulativem Verhalten (Vortrittsmissachtung) beim Einfahren in den Kreisel.
- Hypothese 4: Schlecht oder zu spät **erkennbare** Kreisel führen zu erhöhtem Unfallgeschehen.
- Hypothese 5: Die ungenügende **Ablenkung** des Fahrzeugstromes geradeaus **durch die Mittelsinsel** führt zur Missachtung des Kreisvortrittes, zu einer erhöhten Durchfahrtsgeschwindigkeit und zu einer Unterschätzung der Geschwindigkeit durch die Konfliktpartner (Fahrzeuglenker Folgezufahrt, Fussgänger).
- Hypothese 6: Durch überbreite **Fahrstreifen** im Einfahrtsbereich wird der zufahrende Verkehrstrom optisch zu wenig geführt und kanalisiert. Das kann zu erhöhten Einfahrtsgeschwindigkeiten und Vortrittsmissachtungen führen.

- Hypothese 7: Stark unterschiedliche **Sichtverhältnisse in den einzelnen Zufahrten** führen zu Fehleinschätzungen der Geschwindigkeiten aus der Zufahrt mit grosser Sichtweite durch die Einfahrer mit kleiner Sicht.
- Hypothese 8: Kreisel mit einer hohen **Gesamtbelastung** verleiten zum Annehmen zu kleiner Grenzzeitlücken beim Einfahren und somit zum Missachten des Kreisvortrittes.
- Hypothese 9: Kreisel mit **deutlich unterschiedlichen Belastungen** auf den einzelnen Zufahrten führen zur Missachtung des Kreisvortrittes auf den stark frequentierten Einfahrten.

3.5 Hypothesen bezüglich Kreiselfahrbahn

Zielsetzung: *Auf der Kreiselfahrbahn sollte dank der geometrischen Ausgestaltung der Kreiselmanlage ein möglichst einheitlich tiefes Geschwindigkeitsniveau erreicht werden, welches die Annahme kurzer Grenzzeitlücken durch die Einfahrer erlaubt und Überholmanöver vor allem leichter Zweiräder ausschliesst.*

- Hypothese 10: Je grösser der **Aussendurchmesser** desto höher sind die auf der Kreiselfahrbahn gefahrenen Geschwindigkeiten und umso grösser ist die Unfallwahrscheinlichkeit, insbesondere mit leichten Zweirädern.
- Hypothese 11: Je breiter die **Kreiselfahrbahn**, desto höher sind die auf der Kreiselfahrbahn gefahrenen Geschwindigkeiten und umso eher werden leichte Zweiräder überholt und dadurch gefährdet. Zudem verleiten überbreite Kreiselfahrbahnen zum Parallelfahren in den Ein- und Ausfädelungsbereichen sodass zusätzliche Konfliktstellen entstehen können.

3.6 Hypothesen bezüglich Ausfahrtsbereich

Zielsetzung: *Durch tiefe Geschwindigkeiten auch im Ausfahrtsbereich entstehen längere Grenzzeitlücken für die Einfahrer und die Sicherheit der Fussgänger beim Queren der Fahrbahn des Kreiselaufstieges wird erhöht.*

- Hypothese 12: Grosszügige **Ausfahrtsradien** können zu hohen Ausfahrtsgeschwindigkeiten führen und zum Nichtbeachten des Vortritts beim Fussgängerstreifen verleiten.
- Hypothese 13: Durch überbreite **Fahrstreifen** (Durchfahrtsbreiten) wird der ausfahrende Verkehrsstrom optisch zu wenig geführt und kanalisiert. Daraus können zu hohe Ausfahrtsgeschwindigkeiten und Vortrittsmissachtungen beim Fussgängerstreifen folgen.

4. AUSWAHL DER UNTERSUCHTEN KREISEL

4.1 Vorgehen allgemein

Die Auswahl der zu untersuchenden Kreisel bildeten die in [1] und [2] enthaltenen Anlagen. Die im Rahmen des Forschungsauftrages vorgesehenen weitergehenden Analysen des Zusammenhanges zwischen dem Unfallgeschehen und der Geometrie musste aufgrund der zeitlichen und finanziellen Vorgaben auf eine Stichprobe in der Grössenordnung von rund 30 Kreiselanlagen beschränkt bleiben.

4.2 Auswahl

Die Auswahl der Kreiselanlagen für die Stichprobe wurde in zwei Schritten vorgenommen. In einem *ersten Schritt* wurden die in den Untersuchungen der bfu sowie der Kantonspolizei Zürich aufgeführten Kreisel nach den folgenden Merkmalen eingeteilt:

- Betriebsdauer der Kreisel
 - mindestens drei Jahre in Betrieb, d.h. Inbetriebnahme vor 1992
- Aussendurchmesser (zwischen 20 und 40 m)
- Anzahl Kreiselzufahrten (drei oder vier Zufahrten)
- Einteilung der Kreisel nach den Verkehrsklassen gemäss bfu-Pilotstudie:
 - Verkehrsklasse 1: Gesamtbelastung aller Zufahrten kleiner 10'000 Fz/Tag [DTV]
 - Verkehrsklasse 2: Gesamtbelastung aller Zufahrten zwischen 10'000 und 25'000 Fz/Tag [DTV]
 - Verkehrsklasse 3: Gesamtbelastung aller Zufahrten grösser 25'000 Fz/Tag [DTV]
- Unfälle pro Monat [U] im Vorher- und Nachher-Zeitraum
- Verunfallte pro Monat [V] im Vorher- und Nachher-Zeitraum
- Durchschnittswert von U und V pro Verkehrsklasse und Zeitraum

Bei den Unfalldaten wurden die Datensätze gegenüber den bereits vorgenommenen Auswertungen aktualisiert: Der Datensatz in [1] auf den 31. Dezember 1992 und derjenige in [2] auf den 31. Dezember 1994. Mit diesem Vorgehen konnten 71 Kreiselanlagen für das weitere Auswahlverfahren bestimmt werden, deren Hauptmerkmale zum Unfallgeschehen in Tabelle 1 zusammengestellt sind.

Durchschnittswert	Betrieb in Monaten	Unfälle total / Mt	Unfalltyp Selbstu. / Mt	Unfalltyp Einbiegen / Mt	Unfalltyp andere / Mt	Verunfallte pro Monat
über alle Kreisel (n = 71)	49	0.24	0.06	0.10	0.08	0.07
Verkehrsklasse 1 (n = 21)	48	0.15	0.03	0.06	0.05	0.05
Verkehrsklasse 2 (n = 40)	49	0.24	0.07	0.11	0.07	0.07
Verkehrsklasse 3 (n = 10)	48	0.40	0.11	0.15	0.15	0.08

Tabelle 1: Auswahl Kreiselanlagen 1. Schritt

Für die 71 Kreiselanlagen wurde anhand der Unfalldaten eine Beurteilung des Unfallgeschehens nach dem folgenden Schema (Unfallklassen) vorgenommen:

- + ↘ überdurchschnittlich geringes Unfallgeschehen, Tendenz Unfälle abnehmend
- + → überdurchschnittlich geringes Unfallgeschehen, Tendenz Unfälle gleichbleibend
- + 0/1 überdurchschnittlich geringes Unfallgeschehen, kein resp. nur ein Unfall
- ↗ überdurchschnittlich hohes Unfallgeschehen, Tendenz Unfälle zunehmend
- → überdurchschnittlich hohes Unfallgeschehen, Tendenz Unfälle gleichbleibend

Aus diesen 71 Kreiselanlagen wurden 44 Kreisel ausgewählt, die aufgrund der Situation, des Unfall- und Verkehrsgeschehens für die weitergehenden Analysen als geeignet erschienen. Die Zuordnung der 44 Kreisel zu den oben definierten Verkehrs- und Unfallklassen zeigt Tabelle 2.

	TOTAL	Verkehrskl. 1	Verkehrskl. 2	Verkehrskl. 3
+ ↘	7	1	4	2
+ →	11	3	8	0
+ 0/1	9	5	4	0
- ↗	5	1	4	0
- →	12	2	6	4
TOTAL	44	12	26	6

LEGENDE: + ↘ überdurchschnittlich geringes Unfallgeschehen, Tendenz Unfälle abnehmend
 + → überdurchschnittlich geringes Unfallgeschehen, Tendenz Unfälle gleichbleibend
 + 0/1 überdurchschnittlich geringes Unfallgeschehen, kein resp. nur ein Unfall
 - ↗ überdurchschnittlich hohes Unfallgeschehen, Tendenz Unfälle zunehmend
 - → überdurchschnittlich hohes Unfallgeschehen, Tendenz Unfälle gleichbleibend

Tabelle 2: Auswahl Kreiselanlagen 2. Schritt

Für die 44 der im zweiten Schritt bestimmten Kreisel wurden bei den zuständigen Stellen die für die vorgesehene Grobbeurteilung notwendigen Unterlagen (Inbetriebnahme, Verkehrszahlen, Pläne usw.) gemäss der im ANHANG 1 aufgeführten Liste A eingeholt. Aufgrund dieser Daten und der Rückkopplung mit den sich aus der Überprüfung der Hypothesen ergebenden Anforderungen wurden schliesslich für die Analyse 32 Kreiselanlagen ausgewählt.

4.3 Untersuchte Kreisel

Die Hauptmerkmale der 32 für die Untersuchungen bestimmten Kreiselanlagen sind:

Lage:	innerorts: 28 Kreisel (88%)	ausserorts: 4 Kreisel (12%)
Kreiselform:	Kreis: 30 (94%)	Oval: 2 (6%)
Anzahl Zufahrten:	vier Zufahrten: 26 (81%)	drei Zufahrten: 6 (19%)
mehrstreifige Zufahrten:	8 Zufahrten mit zwei Fahrstreifen	
Aussendurchmesser:	maximal: 44.0 m	minimal: 20.0 m
Breite Kreiselfahrbahn:	maximal: 11.0 m (inkl. Pflasterring)	minimal: 6.0 m
Pflasterbereich:	15 Kreisel (47%) mit Pflasterbereich um Mittelinsel	
Gesamtbelastung (DTV):	maximal: 31'250 Fz/Tag	minimal: 3'030 Fz/Tag

Zur Überprüfung der Hypothesen standen somit 122 Zufahrten zur Verfügung. Im ANHANG 2 sind die erhobenen Grunddaten bezüglich der Anlage der ausgewählten Kreisel zusammengestellt und Tabelle 3 zeigt eine Auflistung der Örtlichkeiten nach Kantonen.

Kanton	Anzahl Kreisel	In Prozent
Bern	5	16
Freiburg	8	25
Solothurn	2	6
Tessin	2	6
Wallis	1	3
Zug	2	6
Zürich	12	38
Total	32	100

Tabelle 3: Aufteilung der ausgewählten Kreisel nach Kantonen

5. FELDAUFNAHMEN

5.1 Allgemein

Aus den von den zuständigen Stellen zugestellten Dokumenten konnten nicht alle für die Durchführung der Analysen relevanten Angaben herausgelesen werden. Zudem mussten die auf den Plänen enthaltenen Masse vor Ort überprüft werden. Die Überprüfung der Hypothesen bedingten im weiteren Angaben zu den Kreiselanlagen, die nicht aus den Planunterlagen ersichtlich waren (z.B. Sichtweiten) und somit ebenfalls an Ort und Stelle erhoben werden mussten. Zusätzlich waren auch Erhebungen des Fahrverhaltens in ausgewählten Zufahrten vorgesehen. Aus diesen Gründen mussten Feldaufnahmen an allen 32 Kreiseln vorgenommen werden.

5.2 Grunddaten

5.2.1 Überprüfung der Angaben

Für alle Kreisel wurden vor Ort die folgenden Angaben überprüft beziehungsweise ergänzt:

- **Abmessungen:**
Aussendurchmesser, Durchmesser Mittelinsel, Durchfahrtsbreiten wurden überprüft und allfällige Unstimmigkeiten wurden eingetragen.
- **Markierungen:**
Markierungen im Kreiselbereich wie Führungslinien, Randlinien, FG-Streifen, Radstreifen, Busspuren, Haltestellen, Parkfelder wurden mit den Planunterlagen überprüft und allfällige Änderungen nachgeführt.
- **Signalisation / Wegweisung:**
Standort und Typ der Signale sowie der Wegweiser (Wegweiser in Tabellenform, Spitzwegweiser, Vorwegweiser) im Kreiselbereich wurden mit den Eintragungen in der Plankopie verglichen und allenfalls ergänzt, von besonderem Interesse war die Signalisation des Kreisvortrittes.
- **Beleuchtung:**
Die Standorte der Kandelaber und der Beleuchtungspunkte wurden in die Plankopie eingetragen.
- **Leitinseln:**
Die Form, Abmessung und Ausgestaltung (baulich, markiert) der Leitinseln wurden mit den Planunterlagen verglichen; allfällige Unstimmigkeiten wurden nachgemessen und in die Plankopie übertragen. Die Höhe der Randsteine wurde ebenfalls erfasst.
- **Mittelinsel:**
Die Ausgestaltung der Mittelinsel hinsichtlich Überfahrbarkeit, Höhe des Abschlusses, optische Führungselemente (z.B. Markierung, Pflastersteine) und das Vorhandensein eines Pflasterbereiches (Breite?) wurden erfasst.
- **Fotodokumentation:**
Aus allen Zufahrtsrichtungen wurde mindestens eine Übersichtsaufnahme festgehalten. Allfällige Besonderheiten der Anlage wurden speziell aufgenommen.

5.2.2 Aufnahme zusätzlicher Anlagedaten

Nachstehend sind die für jede Zufahrt der 32 Kreisel zusätzlich erhobenen Anlagedaten, die zur Überprüfung der Hypothesen notwendig waren, beschrieben. Im ANHANG 3 ist das für die Feldaufnahmen verwendete Erhebungsformular enthalten.

Durchsicht Mittelinsel: Bei der Durchsicht (bezogen auf Personenwagen) wurde unterschieden zwischen "ja", "teilweise", "zeitweise" und "nein"

Erkennbarkeit Kreisel:	Aus welcher Distanz ist der Kreisel als solcher erkennbar (Erfassungsdistanz)? Infolge welcher Elemente (Bepflanzung Mittelinsel, Signalisation usw.) ist er erkennbar beziehungsweise warum ist er nicht erkennbar (Gebäude, Linienführung, Bepflanzung)?
Vorwegweisung:	Ist eine Vorwegweisung vorhanden und falls ja in welcher Distanz?
Geschwindigkeit:	Signalisiertes Geschwindigkeitsregime auf der Zufahrt
Knotensichtweite aus Anhaltedistanz:	Welche Sichtweite in den links liegenden Knotenast aus einer Anhaltedistanz von 50 m ist vorhanden?
Sichtweite in Zufahrt links:	Welche Sichtweite aus einer Distanz von 5.0 m ab Kreiselfahrbahnrand ist in der Zufahrt links vorhanden?
Einfahrtsbereich:	Ab welcher Distanz ist der Einfahrtsbereich (5.0 m) des links liegenden Knotenastes einsehbar?

5.2.3 Verkehrserhebungen

Die Überprüfung verschiedener Hypothesen bedingte Angaben zu den Belastungen der einzelnen Verkehrsströme. Bei den wenigsten Kreiselanlagen waren Strombelastungen vorhanden. Diese wurden mit Kurzerhebungen während der Feldaufnahmen nachgeholt. Aufgrund der Zählwerte konnten für die einzelnen Verkehrsströme der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) durch pauschale Hochrechnungen abgeschätzt werden.

5.3 Erhebungen des Fahrverhaltens

Zur Messung des Geschwindigkeits- und Spurverhaltens im Zufahrts-, Kreiselfahrbahn- und Ausfahrtsbereich wurde eine am IVT entwickelte Messeinrichtung verwendet. Diese spezielle Messeinrichtung besteht aus zwölf unabhängigen Messeinheiten, die in normale Strassenleitpfosten eingebaut sind ("Messpfosten"), und einem Steuergerät, mit dem die Messpfosten bedient werden. Die als Gehäuse der Messeinrichtung eingesetzten Leitpfosten dienen lediglich zur Tarnung. Dadurch kann ein möglichst unbeeinflusstes Fahrverhalten der Fahrzeuglenker gewährleistet werden. Die einzelnen Messpfosten erfassen die folgenden Größen:

- Durchfahrtszeit der Fahrzeuge [in m/s]
- Fahrtrichtung der Fahrzeuge
- Fahrzeuglängen [in Zeiteinheiten]
- Querabstand der durchfahrenden Fahrzeuge zum Messort [in cm]

Die Ermittlung der Geschwindigkeit erfolgt bei der Auswertung der gemessenen Durchfahrtszeiten zwischen den einzelnen Messpfosten. Die Zuverlässigkeit dieser Messeinrichtung ist mit derjenigen von Induktionsschleifen vergleichbar, die Geschwindigkeiten werden jedoch genauer gemessen. Zudem kann der Auf- und Abbau der Messeinrichtung ausserhalb der Fahrbahn ohne Beeinträchtigung des Verkehrs vorgenommen werden. Die Auswertungen umfassen für jeden Messquerschnitt Messdatum, Anzahl ausgewertete Fahrzeuge, mittlere Geschwindigkeit, Standardabweichung, minimale und maximale Geschwindigkeit, Summenkurven und Häufigkeitsverteilung. Bei den Randabständen der Fahrzeuge wurden der jeweilige Mittelwert und die Standardabweichung festgehalten.

Im Rahmen der Kreiseluntersuchungen mussten die Messungen des Geschwindigkeits- und Spurverhaltens auf 16 Zufahrten beschränkt werden. Dabei wurden Messungen bei folgenden Kreiseln durchgeführt:

Affoltern a/A ZH, Geroldswil ZH, Illnau (Rössli) ZH, Regensdorf ZH, Steffisburg BE, Bulle (2x) FR, Cham ZG, Steinhausen ZG

Der recht hohe Anteil Kreisel aus dem Raum Zürich und Zug hängt mit den kurzen und somit kosten- und zeitgünstigen Anfahrtswegen von der ETH Zürich zusammen. Im ANHANG 4 ist die Anordnung der Messpunkte bei den Kreiseln dargestellt.

6. VERKEHRS- UND UNFALLDATEN

6.1 Allgemein

Die Überprüfung der Hypothesen bedingte eine entsprechende Aufbereitung der Verkehrs- und Unfalldaten: Zum einen mussten die Daten den bei der Festlegung der Hypothesen definierten Kreiselbereiche jeder Zufahrt zugewiesen und zum andern mussten die Unfall- und Verkehrsdaten in geeigneter Form miteinander verknüpft werden.

6.2 Verkehrsbelastungen

Aufgrund der durchgeführten Stromzählungen wurden mit Hilfe der in der SN 641 230a (Ganglinientypen und durchschnittlicher täglicher Verkehr [DTV]) enthaltenen Angaben für jeden Kreisel die folgenden Verkehrsbelastungen abgeschätzt:

Für die **Kreiselbelastungen** (Summe aller Zufahrten) wurden ermittelt:

- Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV)
- Gesamtfahrleistung seit Inbetriebnahme des Kreisels (in Mio Fahrzeugen)
- Spitzenstundenbelastung (Fz/h)

Der DTV der untersuchten Kreisel variierte zwischen 3'030 Fz/Tag und 31'250 Fz/Tag, die Gesamtfahrleistungen zwischen 4.52 und 71.38 Mio Fahrzeugen. Bei den Spitzenstunden wurden als tiefster Wert 300 Fz/h und als höchster Wert 2'640 Fz/h ermittelt.

Für jede Zufahrt (**Kreiselast**) wurden unterschieden:

- Spitzenstundenbelastung Einfahrer (Fz/h)
- Spitzenstundenbelastung Ausfahrer (Fz/h)
- Querschnittsbelastung (Fz/h)
- Gesamtfahrleistung Einfahrer seit Inbetriebnahme des Kreisels (in Mio Fahrzeugen)
- Gesamtfahrleistung Ausfahrer seit Inbetriebnahme des Kreisels (in Mio Fahrzeugen)
- Spitzenstundenbelastung auf Kreiselfahrbahn im Bereich der Einfahrt (Fz/h)
- Gesamtfahrleistung auf Kreiselfahrbahn seit Inbetriebnahme des Kreisels (in Mio Fahrzeugen)

Bei den 32 untersuchten Kreiseln wurde als höchste Spitzenstundenbelastung einer Kreiseleinfahrt 1'160 Fz/h gezählt. Der Höchstwert auf der Kreiselfahrbahn betrug 1'200 Fz/h.

Im weiteren wurde für jede Zufahrt das Vorhandensein einer allfälligen Querungsstelle für Fussgänger festgehalten.

Eine Zusammenstellung der Verkehrsdaten ist im ANHANG 5 aufgeführt.

6.3 Unfälle

6.3.1 Unfalltyp und Örtlichkeit

Die Überprüfung verschiedener Hypothesen bedingte Angaben zu den Belastungen der einzelnen Verkehrsströme. Die Unfalldaten aller 32 Kreisel wurden für den Zeitraum von der Inbetriebnahme des einzelnen Kreisels bis zum 31. Dezember 1994 in die Untersuchungen miteinbezogen. Insgesamt wurden 416 Unfälle mit 123 Verunfallten untersucht. Die Tabellen 4 und 5 zeigen eine Zusammenstellung des Unfallgeschehens nach Örtlichkeiten innerhalb der Kreiselanlagen beziehungsweise nach den Unfalltypen. Verglichen mit andern Untersuchungen [1, 2] weist die Aufteilung nach Unfalltypen ein ähnliches Bild auf.

Örtlichkeit	Unfälle	Verunfallte*	Unfall- schwere**	Unfälle mit Fussgängern	
				Unfälle	Verunfallte
Einfahrtsbereich	323 (77%)	88 (72%)	27%	0	0
Kreiselfahrbahn	44 (11%)	10 (8%)	23%	-	-
Ausfahrtsbereich	49 (12%)	25 (20%)	51%	6	6
TOTAL	416 (100%)	123 (100%)	30%	6	6

* Verunfallte: Verletzte und Getötete

** Unfallschwere: Anzahl Verunfallte pro Unfall in %

Tabelle 4: Aufteilung der Unfälle und Verunfallten nach Kreiselpbereichen

Unfalltyp	Unfälle	Verunfallte*	Unfallschwere**
Schleuder- / Selbstunfall	92 (22%)	20 (16%)	22%
Einbiegeunfall	237 (57%)	72 (59%)	30%
Auffahrunfall	42 (10%)	12 (10%)	29%
andere Unfälle	45 (11%)	19 (15%)	42%
TOTAL	416 (100%)	123 (100%)	30%

* Verunfallte: Verletzte und Getötete

** Unfallschwere: Anzahl Verunfallte pro Unfall in %

Tabelle 5: Aufteilung der Unfälle und Verunfallten nach Unfalltypen

Als Grundlage für die Überprüfung der Hypothesen wurden die dazu notwendigen Unfalltypen und Unfallbeteiligten den Einfahrts- und Ausfahrtsbereichen der einzelnen Zufahrten sowie der Kreiselfahrbahn zugewiesen. Die Unterteilung wurde dabei wie folgt vorgenommen:

Kreiselpbereich	Unfalltyp	Unfallbeteiligte
Einfahrtsbereich	Schleuder- / Selbstunfall	alle
	Einbiegeunfall	alle
	Einbiegeunfall	mit leichtem Zweirad auf Kreiselfahrbahn
	Auffahrunfall	alle
	alle Unfälle	mit Fussgängern
	andere Unfälle	alle
Kreiselfahrbahn	Schleuder- / Selbstunfall	alle
	Parallelfahren (Vorbeifahren, Fahrstreifenwechsel)	alle
	alle Unfälle	mit leichten Zweirädern
	Einbiegeunfall bei Folgeeinfahrt	alle
	andere Unfälle	alle
Ausfahrtsbereich	Schleuder- / Selbstunfall	alle
	Auffahrunfall	alle
	alle Unfälle	mit leichtem Zweirad auf Kreiselfahrbahn
	alle Unfälle	mit Fussgängern
	andere Unfälle	alle

Tabelle 6: Zuordnung Unfälle zu Kreiselpbereichen

Neben den Unfällen wurden auch die Verunfallten analog Tabelle 6 den Kreiselpbereichen zugeordnet. Eine Zusammenstellung der Unfälle und Verunfallten ist im ANHANG 5 enthalten.

6.3.2 Unfallziffer

Um das Unfallgeschehen beschreiben und miteinander vergleichen zu können, sind absolute Unfallzahlen wenig geeignet. Bei der Sicherheitsarbeit im Strassenverkehr werden deshalb in der Regel relativierte Unfallzahlen ermittelt. Im allgemeinen werden dabei die Unfälle (bzw. Verunfallten) an der

Fahrleistung (Fahrzeugkilometer) des betrachteten Strassenabschnittes innerhalb des Beobachtungszeitraumes relativiert: Unfälle pro Mio Fahrzeugkilometer (Unfallrate) beziehungsweise Verunfallte pro 100 Mio Fahrzeugkilometer (Verunfalltenrate). Die Unfall- beziehungsweise Verunfalltenrate wird neben der Anzahl Unfälle (Verunfallte) bestimmt durch die Verkehrsbelastung und die Länge des betrachteten Strassenabschnittes.

Obwohl auch bei Knoten eine längenbezogene Abgrenzung vorgenommen wird, werden Knoten im Gegensatz zu den Strecken bei der Ermittlung von Unfallkenngrössen als "Punkte" behandelt, d.h. in die Expositionsgrösse gehen keine Längen ein. Bei der hier definierten "Unfallziffer" werden die Unfälle (Verunfallten) somit lediglich an den im Betrachtungszeitraum den Knoten befahrenden Fahrzeugen (in Mio) relativiert.

Bei Kreuzungen und Einmündungen spielen die Verkehrsbelastungen der Haupt- und Nebenfahrbahn eine wesentliche Rolle. In der Literatur [6, 7] werden zur Bestimmung von Unfallkennziffern bei Knoten verschiedene Ansätze unterschieden:

Additiver Ansatz:	$\frac{1}{2} (DTV_H + DTV_N)$	DTV _H : Verkehrsbelastung Hauptstrom
Multiplikativer Ansatz normal:	$(DTV_H \cdot DTV_N)$	DTV _N : Verkehrsbelastung Nebenstrom
Multiplikativer Ansatz FGSV*:	$2 \sqrt{DTV_H \cdot DTV_N}$	

* Deutsche Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen

In [6] wird die Ansicht vertreten, dass bei gleichbleibender Summe aller zufahrenden Fahrzeuge die Unfallzahl mit dem zunehmenden Anteil des Verkehrs aus den vortrittsbelasteten Zufahrten steigt und somit der multiplikative Ansatz FGSV die beste Annäherung für konventionelle Knoten ergibt. Bei diesen Knoten sind die vortrittsbelasteten Nebenströme im allgemeinen stets kleiner als die vortrittsberechtigten Hauptströme.

Für die Überprüfung der Hypothesen wurde die Auswertung des Unfallgeschehens für jeden Kreiselastrast einzeln durchgeführt (zerlegen des Kreisels in "einbahnige T-Einmündungen"). Bei Kreiseln sind im Gegensatz zu konventionellen Knoten die Belastungen der vortrittsbelasteten Zufahrten oft gleich oder sogar grösser als die der vortrittsberechtigten Kreiselfahrbahn. Deshalb sollte der Strom auf der Zufahrt gegenüber dem Strom auf der Kreiselfahrbahn stärker gewichtet werden. Diese Forderung wird durch oben aufgeführte Ansätze zu wenig berücksichtigt. Im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit wurde für die Beurteilung des Unfallgeschehens bei Kreiseln somit folgender Ansatz, welcher die Belastung des vortrittsbelasteten Zufahrtsstromes stärker gewichtet, entwickelt:

Ansatz "Kreisell":	$\frac{1}{2} (DTV_z + 2 \sqrt{DTV_z \cdot DTV_{Kr}})$
	DTV _z : Verkehrsbelastung in der Zufahrt
	DTV _{Kr} : Verkehrsbelastung auf Kreiselfahrbahn im Bereich der Zufahrt

Mit dem Ansatz "Kreisell" wurden die gewichteten Unfall- und Verunfalltenzahlen für die Einbiegeunfälle wie folgt ermittelt:

$$Z = U \cdot 10^6 / n \cdot 365 \cdot \frac{1}{2} (DTV_z + 2 \sqrt{DTV_z \cdot DTV_{Kr}})$$

Z: Unfallziffer
U: Anzahl Unfälle im betrachteten Zeitraum
n: Anzahl Betriebsjahre

Die übrigen Unfalltypen wurden auf den DTV des betreffenden Verkehrsstromes, in welchem die Unfälle entstanden sind, bezogen. Die absoluten Unfallzahlen und die Unfallziffern sind im ANHANG 6 aufgeführt.

7. ERGEBNISSE DER AUSWERTUNGEN

7.1 Vorgehen allgemein

Die Untersuchungshypothesen wurden in der Regel zuerst mit Hilfe des Zusammenhanges zwischen dem Unfallgeschehen und den geometrischen Grössen der Kreiselanlagen überprüft. Falls aus diesen Zusammenhängen keine eindeutigen Ergebnisse resultierten, wurden für die Hypothesen anschliessend die Zusammenhänge zwischen dem Verkehrsgeschehen und den geometrischen Grössen beziehungsweise zwischen dem Unfallgeschehen und dem Verkehrsgeschehen ermittelt.

Zur Überprüfung wurden für jede Hypothese die massgebenden Grössen hinsichtlich Verkehrs- und Unfallgeschehen sowie Anlagekriterien (Projektierungselemente) definiert und die Auswerteform festgelegt. Da bei Kreiseln zwischen einzelnen Anlageelementen häufig Abhängigkeiten vorhanden sind, wurden bei der Auswertung zum Teil mehrere Anlageelemente mitberücksichtigt (kombinierte Auswertung).

Die Abhängigkeit zwischen zwei Erhebungsgrössen wurde in einem ersten Schritt mit Hilfe einer Punktwolke graphisch dargestellt und anschliessend wurde der mathematische Zusammenhang mit einer linearen Korrelation ermittelt (vgl. Abb. 6, Beispiel Hypothese 5 in Ziff. 7.2.5). Diese Auswertart diente dazu

- die generelle Tendenz des allfälligen Zusammenhanges abzuschätzen,
- allfällige "Ausreisser" in der Punktwolke zu ermitteln, um sie näher zu analysieren und
- die Anzahl und Breite der zu bildenden Klassen von untersuchten Projektierungselementen für eine Auswertung in Balkenform festzulegen.

Im zweiten Schritt wurde eine Auswertung in Form des Balkendiagrammes durchgeführt. Bei der Bestimmung der Klassenbreite wurde auch der praktische Genauigkeitsanspruch des zu untersuchenden Projektierungselementes an das Resultat mitberücksichtigt. Abbildung 7 zeigt für die in Abbildung 6 dargestellte Punktwolke das gewählte Balkendiagramm mit der zugehörigen Wertetabelle.

Im dritten Schritt wurde oft eine kombinierte Auswertung vorgenommen. Dabei wurden zusätzlich einzelne Erhebungsgrössen (in der Regel Projektierungselemente) einbezogen, die im Zusammenhang mit der primären Erhebungsgrösse stehen könnten. Bei der Auswertung wurde das ursprüngliche Balkendiagramm (= Mittelwerte) entsprechend den neu definierten Klassen der zusätzlichen Erhebungsgrössen erweitert. In Abbildung 8 ist ein Beispiel mit der zugehörigen Wertetabelle dargestellt: Die dickausgezogenen Linien zeigen den ursprünglichen Verlauf (vgl. Abb. 7), die gestrichelten Linien zeigen den Einfluss der zusätzlichen Erhebungsgrösse (z.B. KSA-Wert, vgl. in Ziff. 7.2.3).

In den folgenden Abschnitten 7.2 bis 7.4 sind für die einzelnen Hypothesen die massgebenden Kriterien bezüglich Unfallgeschehen, Verkehrsablauf und Anlage sowie die zusätzlichen Erhebungsgrössen angegeben und eine Beurteilung der Auswertergebnisse aufgeführt. Ein Teil der eigentlichen Auswertungen ist im ANHANG 7 zusammengestellt.

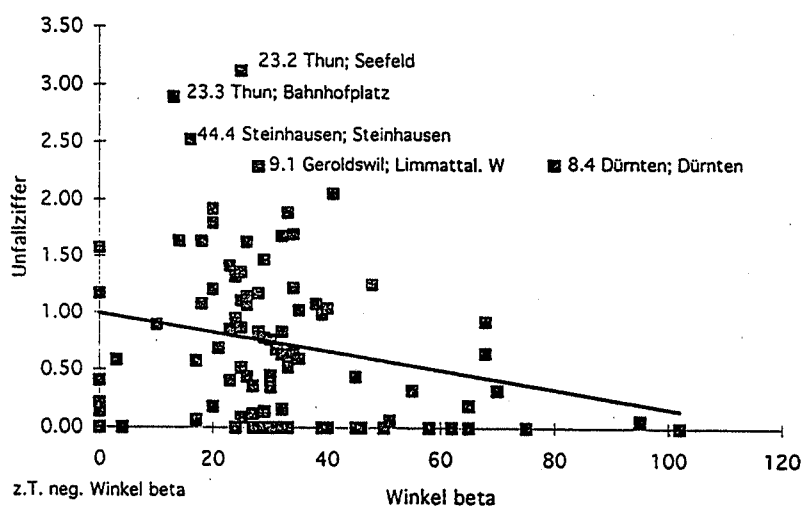
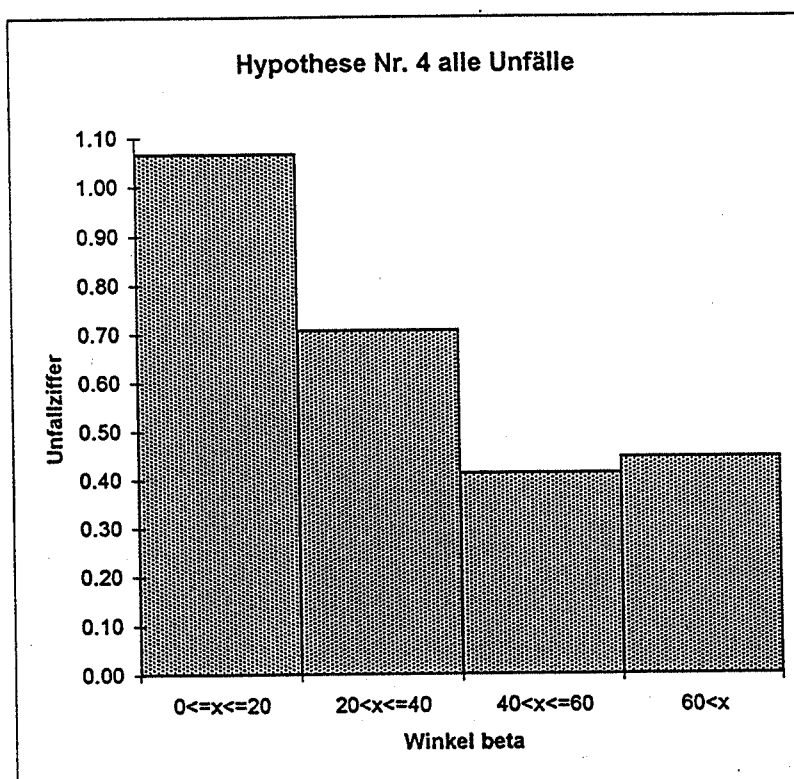


Abbildung 6: Beispiel für Punktwolke mit linearer Korrelationskurve
(Hypothese 5: Ablenkung durch Mittelinsel)



Winkel beta	UZEt	Anzahl	Max	Min
0<=x<=20	1.07	21	2.89	0.00
20<x<=40	0.71	58	3.12	0.00
40<x<=60	0.41	10	2.05	0.00
60<x	0.45	10	2.31	0.00

Abbildung 7: Beispiel für Balkendiagramm mit Wertetabelle
(Hypothese 5: Ablenkung durch Mittelinsel)

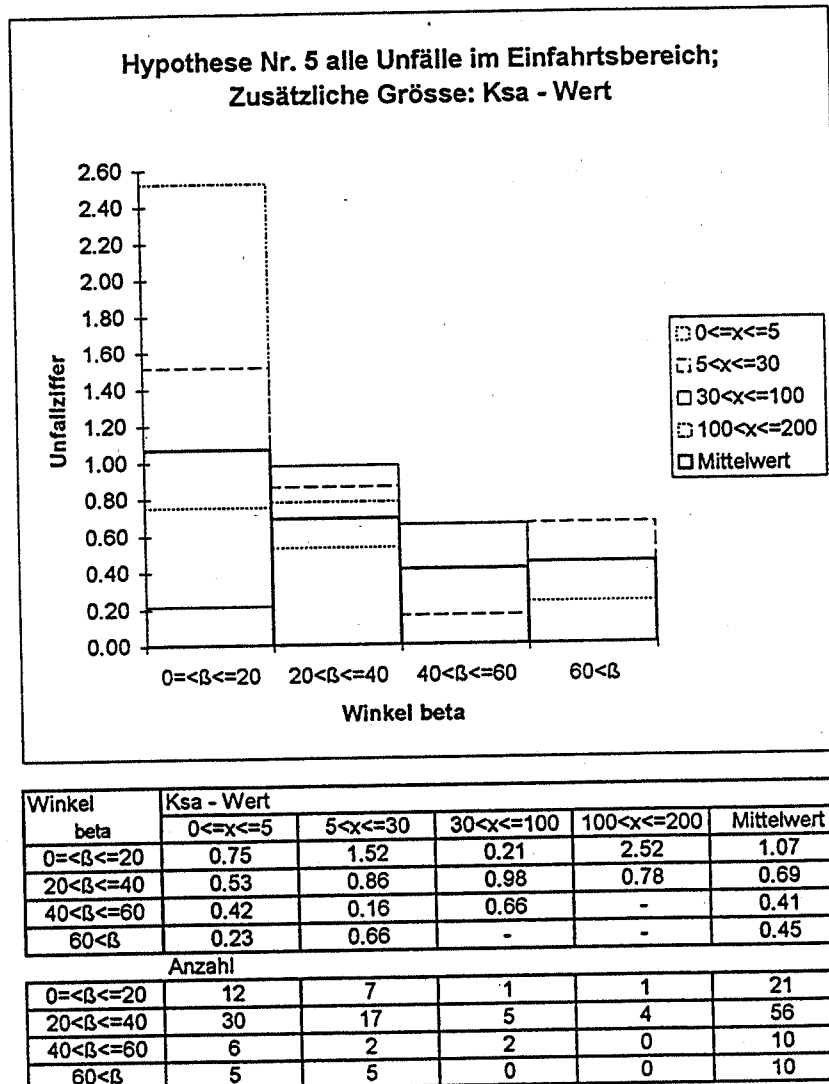


Abbildung 8: Beispiel für kombinierte Auswertung (β - und Ksa-Wert) mit Wertetabelle (Hypothese 5: Ablenkung durch Mittelinsel)

7.2 Auswertungen Hypothesen bezüglich Einfahrtsbereich

7.2.1 Hypothese 1 "Durchsicht durch Mittelinsel"

Bei Kreiseln mit **Durchsicht** durch die Mittelinsel wird die Konzentration des Fahrzeuglenkers auf die nächst liegende Zufahrt links beeinträchtigt. Bei Zufahrten mit kleinen Sichtweiten in die nächstliegende Zufahrt links kann eine Erhöhung der Unfallhäufigkeit bewirkt werden.

Massgebender Unfalltyp: Einbiegeunfälle im Einfahrtsbereich

Anlagekriterium: Durchsicht Mittelinsel JA oder NEIN

Zusätzliche Anlagegrösse: Knotensichtweite S links in Zufahrt (vgl. Hypothese 7)

Beurteilung der Auswerteergebnisse (vgl. ANHANG 7.1):

Die **Hypothese** wird aufgrund der Resultate **gestützt**: Bei Durchsicht JA und kleinen Sichtweiten S in die nächstliegende Zufahrt links werden die Unfallziffern deutlich grösser. Bei Durchsicht NEIN zeigt sich die umgekehrte Tendenz.

Die Fahrzeuglenker orientieren sich bei Kreiseln mit Durchsicht und kleiner Sichtweite S in die erste Zufahrt links offenbar zu stark auf das Verkehrsgeschehen bei den übrigen Zufahrten und vernachlässigen die Beachtung des Verkehrs auf der nächstliegenden Zufahrt links. Dagegen wird bei Kreiseln ohne Durchsicht und kleinen Sichtweiten der Vortritt des Kreisverkehrs deutlich besser beachtet.

7.2.2 Hypothese 2 "Aufweitung Leitinsel"

Durch die ungenügend ablenkende Aufweitung der Leitinsel wird der zufahrende Fahrzeuglenker optisch zu wenig geführt und in einem zu grossen Schnittwinkel in den Kreisel gelenkt. Die Folgen können sein zu hohe Einfahrtsgeschwindigkeit, Vortrittsmissachtung und für Kreisler atypische „Senkrechtkollisionen“ bzw. Schleuder- / Selbstunfälle (anfahren der Mittelinsel).

Massgebende Unfalltypen:	alle Unfalltypen im Einfahrtsbereich alle Verunfallten im Einfahrtsbereich nur Einbiegeunfälle im Einfahrtsbereich nur Einbiegeunfälle in der Folgezufahrt nur Schleuder- / Selbstunfälle im Einfahrtsbereich
Anlagekriterium:	Winkel α [in Grad] gemäss Definition (vgl. Abbildung 9)
Zusätzliche Anlagegrössen:	Ablenkung durch Mittelinsel (Winkel β , Definition vgl. Hypothese 5) Knotensichtweite aus Anhaltedistanz SA (Ksa-Wert, vgl. Hypoth. 3)
Verkehrsgeschehen:	Geschwindigkeitswerte V_{85} , V_{50} und Standardabweichung in QSB ¹⁾ (vgl. ANHANG 4) mittlere Verzögerung zwischen Querschnitten QSA und QSB (kleine Stichprobe für Geschwindigkeitsmessungen mit 16 Werten)

Beurteilung der Auswerteergebnisse (vgl. ANHANG 7.2):

Unfälle: Die Auswertung der Unfälle im Einfahrtsbereich zeigt **keine Stützung der Hypothese**: Sowohl bei den Schleuder- als auch den Einbiegeunfällen ergeben kleine Winkel α keine kleineren Unfallziffern, tendenziell werden sie eher grösser. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in der Stichprobe α -Werte kleiner 50 Grad fehlen (in England und Frankreich werden oft Kreisler mit α -Werten zwischen 30 und 45 Grad ausgeführt) und in der Gruppe 50 bis 60 Grad im Vergleich zu den andern Gruppen deutlich weniger Werte enthalten sind.

Bei den Unfällen in der Folgezufahrt resultieren bei α kleiner rund 60 Grad massiv höhere Unfallziffern.

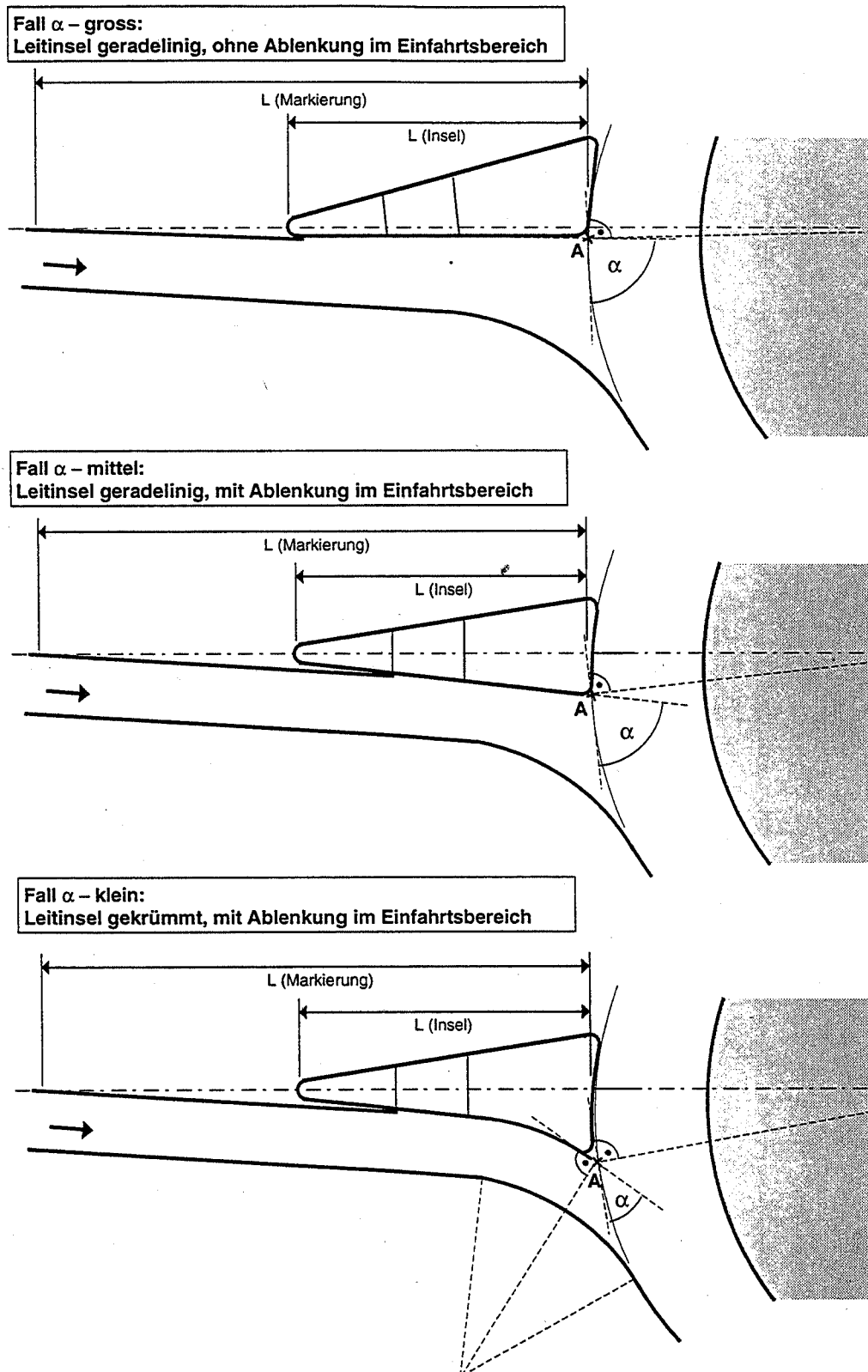
Zusatzgrösse Winkel β : Tendenziell wird das ungünstige Unfallgeschehen bei kleinen Winkel α durch grosse Ablenkungen β kompensiert; infolge der geringen Anzahl Werte ist jedoch keine gesicherte Aussage möglich.

Zusatzgrösse Ksa-Wert: Tendenziell beeinflussen kleine Ksa-Werte das Unfallgeschehen vor allem bei kleinen Winkel α positiv; infolge der geringen Anzahl Werte ist keine gesicherte Aussage möglich.

Verunfallte: Auch durch die Ergebnisse der Auswertung der Verunfallten wird die **Hypothese nicht gestützt**. Im Gegenteil, bei kleinem Winkel α müssen im Einfahrtsbereich und vor allem bei der Folgezufahrt die höchsten Verunfalltenziffern festgestellt werden. Hinsichtlich der Stichprobe gelten dieselben Bemerkungen wie unter "Unfälle".

Geschwindigkeit: Infolge geringer Anzahl Werte bei kleinen Winkel α ist keine Aussage möglich (nur ein Wert bei α zwischen 50 und 60 Grad).

1) QSB : Bezeichnung für QuerSchnitt B

Abbildung 9: Definition Winkel α

7.2.3 Hypothese 3 "Sichtweite nach links"

Zu grosse Sichtweiten nach links im Zufahrtsbereich führen zu hohen Zufahrtsgeschwindigkeiten und zu spektakulativem Verhalten (Vortrittsmissachtung) beim Einfahren in den Kreisel.

Massgebende Unfalltypen:	alle Unfalltypen im Einfahrtsbereich Schleuder- / Selbstunfälle im Einfahrtsbereich Einbiegeunfälle im Einfahrtsbereich und in der Folgezufahrt Unfälle mit Verunfallten
Anlagekriterium:	Knotensichtweite aus Anhaltedistanz (Ksa-Wert, vgl. Skizze unten)
Zusätzliche Anlagegrössen:	mit / ohne Durchsicht durch Mittelinsel Winkel α [in Grad] (vgl. Abbildung 9)
Verkehrsgeschehen:	V85, V50 – Werte + Standardabweichung in QSA (vgl. ANHANG 4) mittlere Verzögerung zwischen Querschnitten QSA und QSB (kleine Stichprobe für Geschwindigkeitsmessungen mit 16 Werten)

Beurteilung der Auswerteergebnisse (vgl. ANHANG 7.3):

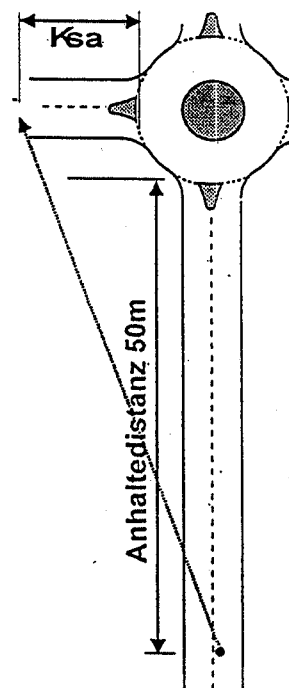
Unfälle: Bei den Selbst-/Schleuderunfällen kann kein eindeutiger Zusammenhang mit der vorhandenen Knotensichtweite aus Anhaltedistanz und den Unfällen festgestellt werden, die Hypothese wird **nicht gestützt**. Bei den Einbiegeunfällen treten bei Ksa-Werten zwischen 5 und 30 m sowie bei grösser 100 m die höchsten Unfallziffern auf. Eine ähnliche Verteilung der Unfallziffern zeigt sich auch bei der Folgezufahrt. Die stark erhöhten Werte bei Ksa grösser 100 m sind primär auf zwei Kreiselfahrten ausserorts zurückzuführen. Innerorts sind Ksa-Werte grösser 100 m sehr selten.

Zusatzgrösse Winkel α : Die eher geringen Abweichungen der einzelnen α - Gruppen vom Mittelwert deuten generell darauf hin, dass der Einfluss von α kaum vorhanden ist. Bei den Einbiegeunfällen und vor allem bei jenen in der Folgezufahrt trifft diese Aussage jedoch nicht zu. Bei diesen Unfällen ist der α -Einfluss deutlich, insbesondere bei mittleren und grossen Ksa-Werten. Tendenziell beeinflussen grosse Winkel α das Unfallgeschehen hauptsächlich bei grossen Ksa-Werten eher positiv.

Zusatzgrösse Durchsicht: Der kleinste Einfluss ist bei Ksa-Werten kleiner 5 m und 30 bis 100 m vorhanden. Bei den übrigen Ksa - Gruppen weisen Kreisel mit oder teilweiser Durchsicht durch die Mittelinsel deutlich erhöhte Unfallziffern auf.

Verunfallte: Ksa-Werte zwischen 5 und 15 m weisen sowohl bei der Einfahrt als auch der Folgeeinfahrt eine extrem hohe Verunfalltenziffer auf.

Geschwindigkeit: Generell nehmen die gemessenen Geschwindigkeiten sowie die Verzögerungswerte im Zufahrtsbereich bei grösseren Ksa-Werten zu. Während die maximal gemessenen Geschwindigkeiten kaum variieren, nehmen die Minimalwerte mit steigendem Ksa-Wert deutlich zu.



7.2.4 Hypothese 4 "Erkennbarkeit Kreisel"

Schlecht oder zu spät erkennbare Kreisel führen zu erhöhtem Unfallgeschehen.

Massgebende Unfalltypen:	alle Unfalltypen im Einfahrtsbereich Schleuder- / Selbstunfälle im Einfahrtsbereich Einbiegeunfälle im Einfahrtsbereich Unfälle mit Verunfallten
--------------------------	---

Anlagekriterium:	Erfassungsdistanz DE: vorhandene Sicht kleiner beziehungsweise grösser als 2/3 DE DE für V = 50 km/h 167 m DE für V = 60 km/h 200 m DE für V = 80 km/h 267 m
Zusätzliche Anlagegrössen:	mit / ohne Vorwegweiser
Verkehrsgeschehen:	V ₈₅ , V ₅₀ – Werte + Standardabweichung in QSA (vgl. ANHANG 4) mittlere Verzögerung zwischen Querschnitten QSA und QSB (kleine Stichprobe für Geschwindigkeitsmessungen mit 16 Werten)

Beurteilung der Auswerteergebnisse (vgl. ANHANG 7.4):

Unfälle: Die Hypothese wird aufgrund der Ergebnisse **nicht gestützt**. Bei den Einbiegeunfällen liegen sowohl die Unfall- als auch Verunfalltenziffer bei vorhandenen Sichtweiten kleiner 2/3 DE im Vergleich zu grösseren Sichtweiten zum Teil deutlich tiefer. Bei den Selbst- / Schleuderunfällen, deren Anteil am Gesamtunfallgeschehen generell klein ist, muss bei vorhandenen Sichtweiten kleiner 2/3 DE eher mit einem erhöhten Unfallgeschehen gerechnet werden.

Vorwegweiser: Das Vorhandensein eines Vorwegweisers wirkt sich bei den Einbiegeunfällen deutlich positiv aus, bei den Selbst- / Schleuderunfällen dagegen negativ (für diesen Unfalltyp dürfte die Vorwegweisung jedoch eher eine untergeordnete Rolle spielen).

Folgeeinfahrt: Die Unfallziffer bei der Folgeeinfahrt wird durch die vorhandene Sicht kaum beeinflusst.

Geschwindigkeit: Infolge der geringen Anzahl Werte keine Beurteilung möglich (lediglich 1 Wert mit vorhandener Sichtweite kleiner 2/3 DE).

7.2.5 Hypothese 5 "Ablenkung durch Mittelinsel"

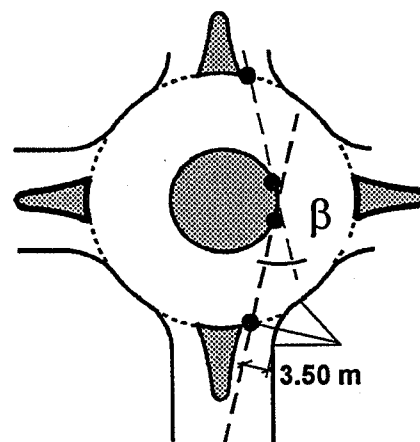
Die ungenügende Ablenkung des Fahrzeugstromes geradeaus durch die Mittelinsel führt zur Missachtung des Kreisvortrittes, zu einer erhöhten Durchfahrtsgeschwindigkeit und zu einer Unterschätzung der Geschwindigkeit durch die Konfliktpartner (Fahrzeuglenker in der Folgezufahrt, Fussgänger).

Massgebende Unfalltypen: Schleuder- / Selbstunfälle im Einfahrtsbereich
Einbiegeunfälle im Einfahrtsbereich
Einbiegeunfälle bei der Folgezufahrt
Unfälle bei der Folgezufahrt

Anlagekriterium: Ablenkung durch Mittelinsel
(Winkel β , vgl. Skizze)
Stichprobe umfasst nur vierarmige Kreisell mit einstreifigen Zufahrten

Zusätzliche Anlagegrössen: Aufweitung durch Leitinsel
(Winkel α , vgl. Abb. 9)
Knotensichtweite aus Anhaltedistanz (Ksa-Wert, vgl. Hypothese 3)
mit / ohne Pflasterring
Einfahrtsradius

Verkehrsgeschehen: V₈₅, V₅₀ – Werte + Standardabweichung in QSD
(vgl. ANHANG 4)
(kleine Stichprobe für Geschwindigkeitsmessungen mit 16 Werten)



Beurteilung der Auswertergebnisse (vgl. ANHANG 7.5):

Unfälle: Die Hypothese wird gestützt: Je kleiner der Winkel β desto grösser ist die Unfallziffer der Einbiegeunfälle im Einfahrtsbereich und in der Folgezufahrt. Bei den Selbst-/Schleuderunfällen kann dagegen keine Abhängigkeit mit der Ablenkung festgestellt werden.

Zusatzgrösse Winkel α : Der Einfluss des Winkels α ist unterschiedlich und ein Zusammenhang kann nicht angegeben werden. Bei den Einbiege- und Selbst-/Schleuderunfällen zeigt sich praktisch keine zusätzliche Wirkung des Winkels α ; bei den Unfällen in der Folgezufahrt ist sie teilweise deutlich, aber ohne Tendenz.

Zusatzgrösse Anhaltesichtweite K_{sa} : Sehr kleine K_{sa} -Werte (kleiner 5 m) bewirken hauptsächlich bei geringer Ablenkung infolge Mittelinsel eine gewisse Reduktion der Unfallziffer.

Zusatzgrösse Pflasterring: Das Vorhandensein eines Pflasterringes hat bei β grösser 20 Grad kaum Auswirkungen auf die Unfallziffer, bei β kleiner 20 Grad bewirkt er jedoch eine massive Erhöhung der Unfallziffer der Einbiegeunfälle.

Zusatzgrösse Einfahrtsradius: Der Einfahrtsradius hat bei β grösser 20 Grad praktisch keine zusätzliche Wirkung auf das Unfallgeschehen. Die stark erhöhte Unfallziffer bei β kleiner 20 Grad und Einfahrtsradien grösser 20 m muss infolge der geringen Anzahl Werte als eher zufällig beurteilt werden. Eine alleinige Wirkung des Einfahrtsradius auf das Unfallgeschehen konnte nicht festgestellt werden.

Geschwindigkeit: Stichprobe nicht repräsentativ, sie deckt nur einen β -Bereich von rund 15 bis 35 Grad ab.

Bemerkung zu Pflasterring: Der Pflasterring, der bei den Auswertungen als Bestandteil der Mittelinsel betrachtet wurde, bietet die Möglichkeit, die ablenkende Wirkung der Mittelinsel zu reduzieren: Pflasterringe mit zu geringem Anschlag können bei den Geradeausbeziehungen überfahren werden ("Kurvenschneiden"), wie die Auswertung des Unfallgeschehens zeigt, "lohnt" sich dies offensichtlich nur bei kleinen Ablenkungen β .

7.2.6 Hypothese 6 "Fahrstreifenbreite Einfahrtsbereich"

Durch überbreite Fahrstreifen im Einfahrtsbereich wird der zufahrende Verkehrsstrom optisch zu wenig geführt und kanalisiert. Das kann zu erhöhten Einfahrtsgeschwindigkeiten und Vortrittsmissachtungen führen.

Massgebende Unfalltypen:	alle Unfälle im Einfahrtsbereich
Anlagekriterium:	Durchfahrtsbreite auf der Höhe des Fussgängerüberganges (ca. 7 m vom Kreiselfrand) im Einfahrtsbereich <i>Stichprobe umfasst nur Kreisel mit einstreifigen Zufahrten, ohne Radstreifen</i>
Zusätzliche Anlagegrössen:	Ablenkung durch Mittelinsel (Winkel β) Einfahrtsradius
Verkehrsgeschehen:	V_{85} , V_{50} – Werte + Standardabweichung in QSB (vgl. ANHANG 4) (kleine Stichprobe für Geschwindigkeitsmessungen mit 16 Werten)

Beurteilung der Auswertergebnisse (vgl. ANHANG 7.6):

Unfälle: Die Hypothese wird bedingt gestützt: Werden alle Zufahrten in die Auswertung einbezogen, so kann die geringste Unfallziffer bei Fahrstreifenbreiten zwischen 4.25 und 4.75 m festgestellt werden. Sehr schmale (kleiner 3.5 m) beziehungsweise breite Fahrstreifen (breiter 4.75 m) wirken sich auf das Unfallgeschehen ungünstig aus. Dabei ist zu berücksichtigen, dass von den insgesamt 63 untersuchten Zufahrten lediglich sechs eine Fahrstreifenbreite im Einfahrtsbereich kleiner 3.75 m aufwiesen. Wie in Hypothese 4 dargelegt, bewirken geringe Ablenkungen durch die Mittelinsel (Winkel β kleiner 20 Grad) eine massive Erhöhung der Unfallziffern. Wird die Auswirkung der Fahrstreifenbreite auf das Unfallgeschehen lediglich auf Zufahrten mit β grösser 20 Grad beschränkt, so erge-

ben Fahrstreifenbreiten zwischen 3.0 und 3.5 m sowie zwischen 4.25 und 4.75 m deutlich kleinere Unfallziffern im Einfahrtsbereich.

Zusatzgrösse Winkel β : Der deutliche Einfluss kleiner Winkel β wird unter "Unfälle" behandelt. Tendenziell bewirken grosse β (grösser 60 Grad) kleinere Unfallziffern, vor allem bei schmalen (kleiner 3.75 m) und breiten (breiter 4.75 m) Fahrstreifen.

Zusatzgrösse Einfahrtsradius: Infolge der geringen Anzahl Werte ist keine abschliessende Aussage möglich. Tendenziell wird durch kleine Einfahrtsradien (kleiner 10 m) die Verkehrssicherheit im Einfahrtsbereich bei mittleren und grossen Fahrstreifenbreiten erhöht.

Geschwindigkeit: Stichprobe ist nicht repräsentativ, da mit den Messungen nur ein Breitenbereich zwischen 4.0 und 5.0 m abgedeckt wird. Trotz der schmalen Stichprobenbreite nehmen die Geschwindigkeiten mit zunehmender Fahrstreifenbreite tendenziell zu (im Sinne der Hypothese).

7.2.7 Hypothese 7 "Unterschiedliche Sichtverhältnisse"

Stark unterschiedliche Sichtverhältnisse in den einzelnen Kreisellästen führen zu Fehleinschätzungen der Geschwindigkeiten aus der Zufahrt mit grosser Sichtweite durch die Einfahrer mit kleiner Sicht.

Massgebende Unfalltypen: alle Unfälle in der Folgezufahrt

Anlagekriterien:

Knotensichtweite S in Zufahrt links: Verhältnis der Knotensichtweite S in der Zufahrt n zur Knotensichtweite S in der Zufahrt $n + 1$ (S_n / S_{n+1})

Distanz D (ab der Distanz D ist der Einfahrtsbereich von 5.0 m der nächstliegenden Zufahrt links einsehbar): Verhältnis der Distanzen D in der Zufahrt n zur Distanz D in der Zufahrt $n + 1$ (D_n / D_{n+1})

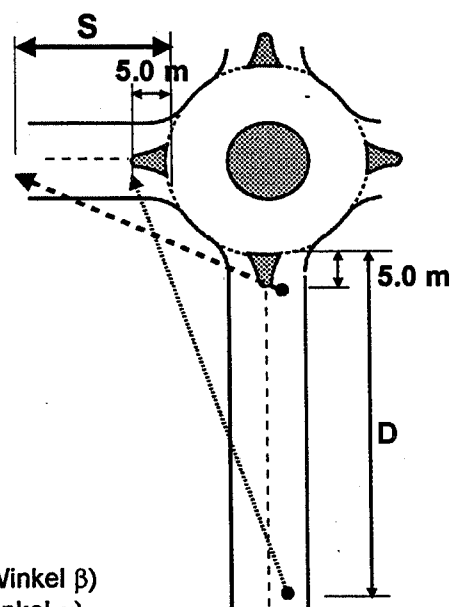
Definition: " $n + 1$ " betrifft die nächstliegende Zufahrt links von " n "

Zusätzliche Anlagegrössen:

Ablenkung durch Mittelinsel (Winkel β)
Aufweitung durch Leitinsel (Winkel α)

Verkehrsgeschehen:

keine Erhebungsgrösse einbezogen



Beurteilung der Auswerteergebnisse (vgl. ANHANG 7.7):

Unfälle: Die Hypothese wird nicht gestützt: Aufgrund der Auswertungen werden die grössten Unfallziffern bei ungefähr gleichen Knotensichtweiten festgestellt. Bei stark unterschiedlichen Knotensichtweiten nehmen die Unfallziffern ab. Die deutlich kleinere Unfallziffer bei Verhältnissen kleiner 0.7 zeigt, dass sich bei im Vergleich zur Folgeeinfahrt kurzen Knotensichtweiten weniger Unfälle im Bereich der Folgeeinfahrt ereignen.

Distanz D : Im Vergleich zu den Auswertungen der Knotensichtweite S nach links keine neuen Erkenntnisse.

Zusatzgrösse Winkel α : Tendenziell wird durch grosse Winkel α das Unfallgeschehen eher positiv beeinflusst. Auffallend ist der ungünstige Einfluss kleiner Winkel bei einem Verhältnis der Knotensichtweiten in der Grössenordnung von 1.

Zusatzgrösse Winkel β : Infolge der kleinen Ereigniszahlen keine Aussage möglich.

Aufgrund der untersuchten Zusammenhänge können keine sinnvollen Angaben zu Projektierungselementen angegeben werden.

7.2.8 Hypothese 8 "Gesamtbelastung"

Kreisel mit einer hohen Gesamtbelastung verleiten zum Annehmen zu kleiner Grenzzeitlücken beim Einfahren und somit zum Missachten des Kreisvortrittes.

Massgebende Unfalltypen:	alle Unfälle Verunfällete
Anlagekriterium:	alle Kreisel
Zusätzliche Anlagegrössen:	keine
Verkehrsgeschehen:	DTV gesamter Kreisel (Summe aller Zufahrten)

Beurteilung der Auswertergebnisse (vgl. ANHANG 7.8):

Unfälle: Die Hypothese wird insofern gestützt, als bei schwach belasteten Kreiseln (DTV-Werte kleiner ca. 6'000 Fz/Tag) sowohl die Unfall- als auch Verunfalltenziffer deutlich niedriger als bei Kreiseln mit DTV-Werten grösser rund 6'000 Fz/Tag. Im Bereich zwischen DTV = 6'000 bis 31'000 Fz/Tag ist die Tendenz undeutlich, mit Ansätzen zu einem U-förmigen Verlauf: Bezüglich alle Unfälle ist die DTV-Gruppe 20'000 bis 24'000 Fz/Tag am günstigen, bezüglich der Verunfallten ist es die DTV-Gruppe 17'000 bis 20'000 Fz/Tag. Bei den DTV-Werten von über 24'000 Fz/Tag ist insbesondere die Verunfalltenziffer stark erhöht. Die Ergebnisse der Auswertungen werden durch einzelne "Ausreisser" stark beeinflusst. Aufgrund der untersuchten Zusammenhänge können keine sinnvollen Angaben zu den Projektierungselementen gemacht werden.

7.2.9 Hypothese 9 "Belastungsverhältnis"

Kreisel mit deutlich unterschiedlichen Belastungen auf den einzelnen Zufahrten führen zur Missachtung des Kreisvortrittes auf den stark frequentierten Einfahrten.

Massgebende Unfalltypen:	alle Unfälle im gesamten Kreisel alle Unfälle bei den Zufahrten mit den stärkeren Verkehrsaufkommen Einbiegeunfälle bei den Zufahrten mit den stärkeren Verkehrsaufkommen alle Unfälle bei der Folgezufahrt
Anlagekriterium:	alle Kreisel Stichprobe: nur vierarmige Kreisel mit einstreifigen Zufahrten
Zusätzliche Anlagegrössen:	DTV absolut
Verkehrsgeschehen:	Verhältnis der Belastungssumme (DTV) zweier gegenüberliegender Zufahrten mit einem Anteil kleiner als 50% zur Gesamtbelastung (Summe aller Zufahrten).

Beurteilung der Auswertergebnisse (vgl. ANHANG 7.9):

Unfälle: Die Hypothese wird nicht gestützt: Bei Verhältnissen näher 0.5 (Verkehrsbelastungen in etwa ausgeglichen) liegen die Unfallziffern deutlich höher als bei kleinen Verhältniszahlen, d.h. stark unterschiedlichen Verkehrsbelastungen. Die Berücksichtigung der Zusatzgrösse "DTV absolut" ergab keine zweckdienlichen Erkenntnisse. Aufgrund der untersuchten Zusammenhänge können keine sinnvollen Angaben zu Projektierungselementen gemacht werden.

7.3 Auswertungen Hypothesen bezüglich Kreiselfahrbahn

7.3.1 Hypothese 10 "Aussendurchmesser"

Je grösser der Aussendurchmesser desto höher sind die auf der Kreiselfahrbahn gefahrenen Geschwindigkeiten und umso grösser ist die Unfallwahrscheinlichkeit, insbesondere mit leichten Zweirädern.

Massgebende Unfalltypen:	alle Unfälle ohne Unfälle mit beteiligten Fussgängern auf Kreiselfahrbahn und Einfahrtsbereich Unfälle mit beteiligten leichten Zweirädern
Anlagekriterium:	Aussendurchmesser in Meter
Zusätzliche Anlagegrössen:	Ablenkung durch Mittelinsel (Winkel β)
Verkehrsgeschehen:	V85, V50 – Werte + Standardabweichung in QSD und QSF (vgl. ANHANG 4) (kleine Stichprobe für Geschwindigkeitsmessungen mit 16 Werten)

Beurteilung der Auswerteergebnisse (vgl. ANHANG 7.10):

Unfälle: Die Hypothese wird **nicht gestützt**: Kleine Aussendurchmesser (kleiner 25 m) weisen im Mittel die höchsten Unfallziffern aus. Bei den grösseren Aussendurchmessern ist deren alleiniger Einfluss auf das Unfallgeschehen gering.

Zusatzgrösse Winkel β : Durch kleine Winkel β werden bei Aussendurchmessern kleiner 35 m die Unfallziffern deutlich erhöht. Eine grosse Ablenkung durch die Mittelinsel verbessert dagegen die Verkehrssicherheit bei dieser Gruppe von Aussendurchmessern markant. Bei Aussendurchmessern grösser 35 m kann dieser Zusammenhang nicht mehr festgestellt werden.

Geschwindigkeit: Die V50- und V85-Werte auf der Kreiselfahrbahn (Querschnitt D) werden durch den Aussendurchmesser allein (im Bereich zwischen 25 und 34 m) kaum beeinflusst. Dagegen nehmen die Standardabweichungen bei Aussendurchmessern grösser 27 m deutlich zu. Beim Querschnitt F (auf der Kreiselfahrbahn) liegen die V85-Werte bei den grösseren Aussendurchmessern tendenziell höher.

7.3.2 Hypothese 11 "Breite Kreiselfahrbahn"

Je breiter die Kreiselfahrbahn, desto höher sind die auf der Kreiselfahrbahn gefahrenen Geschwindigkeiten und umso eher werden leichte Zweiräder überholt und dadurch gefährdet. Zudem verleiten überbreite Kreiselfahrbahnen zum Parallelfahren in den Ein- und Ausfädelungsbereichen sodass zusätzliche Konfliktstellen entstehen können.

Massgebende Unfalltypen:	alle Unfälle auf der Kreiselfahrbahn alle Unfälle im Ausfahrtsbereich mit beteiligten leichten Zweirädern
Anlagekriterium:	Breite der Kreiselfahrbahn (exklusive Pflasterring)
Zusätzliche Anlagegrössen:	Ablenkung durch Mittelinsel (Winkel β) Aussendurchmesser
Verkehrsgeschehen:	V85, V50 – Werte + Standardabweichung in QSD und QSF (vgl. ANHANG 4) (kleine Stichprobe für Geschwindigkeitsmessungen mit 16 Werten)

Beurteilung der Auswerteergebnisse (vgl. ANHANG 7.11):

Unfälle: Die Hypothese wird **nicht gestützt**: Je breiter die Kreiselfahrbahn, desto kleiner sind die Unfallziffern. Der Einfluss auf das Unfallgeschehen mit beteiligten leichten Zweirädern ist unbedeutend.

Zusatzgrösse Winkel β : Grosse Winkel β (grösser 40 Grad) wirken sich hauptsächlich bei kleinen Kreiselfahrbahnbreiten positiv auf das Unfallgeschehen aus. Dagegen wirken sich kleine Winkel β (kleiner 20 Grad) bei allen Fahrbahnbreiten, insbesondere bei 6 bis 7 m, negativ aus.

Zusatzgrösse Aussendurchmesser: Der Einfluss des Aussendurchmessers im Zusammenhang mit der Kreiselfahnbreite ist uneinheitlich. Bei Fahrbahnbreiten zwischen 5 und 6 m und Aussendurchmessern von 20 bis 25 m wird die Unfallziffer zusätzlich erhöht, während bei Fahrbahnbreiten von 6 bis 7 m die Unfallziffer auf rund die Hälfte reduziert wird.

Geschwindigkeit: Die V50- und V85-Werte auf der Kreiselfahrbahn (Querschnitt D) werden durch die Kreiselfahrbahnbreite allein kaum beeinflusst. Dagegen nehmen die Standardabweichungen bei Breiten grösser 6 m zu.

7.4 Auswertungen Hypothesen bezüglich Ausfahrtsbereich

7.4.1 Hypothese 12 "Ausfahrtsradius"

Grosszügige Ausfahrtsradien können zu hohen Ausfahrtsgeschwindigkeiten führen und zum Nichtbeachten des Vortritts beim Fussgängerstreifen verleiten.

Massgebende Unfalltypen:	alle Unfälle im Ausfahrtsbereich nur Unfälle mit beteiligten Fussgängern im Ausfahrtsbereich alle Unfälle mit Verunfallten
Anlagekriterium:	Ausfahrtsradius (zwischen Fussgängerstreifen und Kreiselerand gemessen) Stichprobe: nur einstreifige Ausfahrten; bei Unfällen mit beteiligten Fussgängern wurden nur Ausfahrten mit Fussgängerstreifen berücksichtigt
Zusätzliche Anlagegrössen:	Fahrstreifenbreite der Ausfahrt Aussendurchmesser
Verkehrsgeschehen:	V85, V50 – Werte + Standardabweichung in QSD und QSF (vgl. ANHANG 4) (kleine Stichprobe für Geschwindigkeitsmessungen mit 16 Werten)

Beurteilung der Auswertergebnisse (vgl. ANHANG 7.12):

Unfälle: Die Hypothese wird nicht gestützt: Sowohl die Unfall- als auch die Verunfalltenziffer sind bei den kleinsten Ausfahrtsradien (5 bis 8 m) am grössten. Die günstigsten Werte können bei Ausfahrtsradien zwischen 8 und 15 m, bezüglich Verunfallte und Fussgängerunfälle auch bei Radien zwischen 25 und 35 m, festgestellt werden.

Zusatzgrösse Fahrstreifenbreite Ausfahrt: Tendenziell ungünstig hinsichtlich Unfallgeschehen scheint die Kombination grosse Breite (5 bis 6 m) und grosser Ausfahrtsradius (25 bis 45 m).

Zusatzgrösse Aussendurchmesser: Der Einfluss des Aussendurchmessers ist bei Radien grösser 8 m eher gering und bei Radien kleiner 8 m fehlen die notwendigen Werte für eine Beurteilung.

Geschwindigkeit: Die V50- und V85-Werte im Ausfahrtsbereich (Querschnitt E) nehmen mit grösseren Ausfahrtsradien gerinfügig zu und die Standardabweichungen ab.

7.4.2 Hypothese 13 "Fahrstreifenbreite Ausfahrt"

Durch überbreite **Fahrstreifen** (Durchfahrtsbreiten) wird der ausfahrende Verkehrsstrom optisch zu wenig geführt und kanalisiert. Daraus können zu hohe Ausfahrtsgeschwindigkeiten und Vortrittsmissachtungen beim Fussgängerstreifen folgen.

Massgebende Unfalltypen:	alle Unfälle im Ausfahrtsbereich nur Unfälle mit beteiligten Fussgängern im Ausfahrtsbereich alle Unfälle mit Verunfallten
--------------------------	--

Anlagekriterium:	nur Unfälle mit verunfallten Fussgängern Durchfahrtsbreite auf der Höhe des Fussgängerüberganges (ca. 7 m vom Kreisrand) im Ausfahrtsbereich Stichprobe: bei Unfällen mit beteiligten Fussgängern wurden nur Kreiselausfahrten mit Fussgängerstreifen berücksichtigt
Zusätzliche Anlagegrössen:	Ausfahrtsradius Aussendurchmesser
Verkehrsgeschehen:	V85, V50 – Werte + Standardabweichung in QSD und QSF (vgl. ANHANG 4) (kleine Stichprobe für Geschwindigkeitsmessungen mit 16 Werten)

Beurteilung der Auswerteergebnisse (vgl. ANHANG 7.13):

Unfälle: Die Hypothese wird nicht gestützt: Mit Ausnahme von Fahrstreifenbreiten kleiner 3.5 m (allerdings nur 5 Werte vorhanden) liegen die Unfallziffern auf ähnlichem Niveau. Unfälle mit beteiligten Fussgängern ereigneten sich lediglich bei Fahrstreifenbreiten zwischen 4 und 5 m, eine Beurteilung ist somit nicht möglich. Bei den Breiten mit sechs und mehr Metern ist zu beachten, dass diese Ausfahrten mehrheitlich zweistreifig markiert sind.

Zusatzgrösse Ausfahrtsradius: Im Zusammenhang mit der Fahrstreifenbreite im Ausfahrtsbereich wird das Unfallgeschehen hauptsächlich bei kleinen Breiten (kleiner 5 m) durch kleine Ausfahrtsradien (5 bis 8 m) negativ beeinflusst.

Zusatzgrösse Aussendurchmesser: Ein Einfluss des Aussendurchmessers ist vorhanden, aber uneinheitlich: Tendenziell bewirken grosse Aussenradien bei kleineren Ausfahrtsbreiten eher kleinere Unfallziffern.

Geschwindigkeit: Die V50-, V85-Werte und Standardabweichungen im Ausfahrtsbereich (Querschnitt E) nehmen mit grösseren Fahrstreifenbreiten geringfügig zu.

7.5 Folgerungen

Die Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Projektierungselementen an Kreiselanlagen, Unfallgeschehen und Verkehrsgeschehen hat gezeigt, dass der Ablenkung durch die Mittelinsel (Winkel β) eine dominierende Bedeutung zukommt. Bei Ablenkungswinkeln von über 40° kann ein deutlich höheres Mass an Verkehrssicherheit erreicht werden. Im Vergleich zu dieser Grösse haben die andern hier untersuchten Einflüsse eine eher zweitrangige Bedeutung, beziehungsweise sie wirken sich erst in Kombination mit andern Elementen aus.

Aufgrund der Auswerteresultate können die nachstehend aufgeführten Folgerungen zu den untersuchten Projektierungselementen einer Kreiselanlage angegeben werden:

Durchsicht Mittelinsel:

Ist bei einer Kreiselfahrt die Sichtweite in die nächstliegende Zufahrt kleiner als 25 m, so ist die Durchsicht durch die Mittelinsel zu unterbinden. Die Durchsicht sollte nur bei Sichtweiten in die nächstliegende Zufahrt grösser als 25 m zugelassen werden.

Die Verhinderung der Durchsicht durch die Mittelinsel ist so zu gestalten, dass die Knotensichtweite A gemäss SN 640 273 auf der vortrittsberechtigten Kreiselfahrbahn gewährleistet wird. Dabei ist die Geschwindigkeit auf der Kreiselfahrbahn in Abhängigkeit des Winkels β wie folgt anzunehmen:

- $\beta < 20^\circ \Rightarrow 40 \text{ km/h}$
- $\beta \text{ zwischen } 20^\circ \text{ und } 40^\circ \Rightarrow 35 \text{ km/h}$
- $\beta > 40^\circ \Rightarrow 30 \text{ km/h}$

Aufweitung der Leitinsel (Winkel α)

Die kombinierten Auswertungen (β -, Ksa-Wert) zeigten, dass die Streuungen der Unfallziffern gross sind, und das Unfallgeschehen mit Ausnahme bei der Folgezufahrt durch die α -Werte allein wenig

beeinflusst wird. Kleine α -Werte sollten deshalb nur in Kombination mit β grösser rund 40 Grad angewandt werden.

Sichtweite nach links (Knotensichtweite aus Anhaltedistanz)

Aufgrund der Resultate wird von den Fahrzeuglenkern bei der Kreiseleinfahrt bei Ksa-Werten grösser 5 m offenbar spekuliert. Bei Ksa-Werten kleiner 5 m ist nur ein Fahrzeug auf der ersten Warteposition einsehbar. Erst bei Ksa-Werten grösser 5 m verleitet die Einsehbarkeit von mehreren Fahrzeugen zum spekulativen Verhalten. Dabei sind Ksa-Werte in der Grössenordnung von 5 bis 30 m besonders gefährlich, weil sich die beiden Zufahrer beim Entscheid der Spekulation in ungefähr gleicher Distanz zum Kreisel befinden (Kollisionskurs). Bei grösseren Ksa-Werten überblickt der "Spekulierer" den Zufahrtsbereich auf einer längeren Distanz, und kann somit weniger durch einen Zufahrer überrascht werden. Ksa-Werte zwischen 5 und 30 m sollten somit vermieden werden. Umgekehrt ist die Gestaltung so auszulegen, dass die eintreffenden Fahrzeuglenker ihre Entscheide erst in einer Distanz kleiner rund zehn Meter vor der Wartelinie (Beginn Fussgängerstreifen) treffen können. Diese Aussagen beziehen sich nur auf Kreisel innerorts.

Ablenkung durch Mittelinsel (Winkel β)

Bei der Projektierung ist auf eine deutlich ablenkende Wirkung der Mittelinsel zu achten. Eine solche stellt sich erst bei Ablenkungswinkeln β grösser rund 40 Grad ein. Kleinere β sind aus Sicherheitsgründen zu vermeiden, insbesondere in Kombination mit einem Pflasterring um die Mittelinsel sowie bei Ksa-Werten grösser 5 m. Eine **genügend grosse Ablenkung durch die Mittelinsel ist für das Verkehrsverhalten auf einer Kreiselanlage das massgebende Projektierungselement** und somit auch geeignet, Sicherheitsnachteile infolge Mängel bei andern Elementen zu kompensieren.

Fahrbahnbreite Einfahrtsbereich

Aufgrund der durchgeführten Auswertungen weisen Fahrbahnbreiten im Einfahrtsbereich zwischen 3.75 und 4.25 m sowie grösser 4.75 m deutliche Sicherheitsnachteile auf und sollten bei Kreiselanlagen vermieden werden.

Aussendurchmesser

Kreiselanlagen mit kleinem Aussendurchmesser (kleiner 30 m) bedingen aus Sicherheitsgründen grosse Ablenkungen durch die Mittelinsel (Winkel β grösser rund 40 Grad).

Kreiselfahrbahn

Die Kreiselfahrbahnbreite ist aus der Sicht der Verkehrssicherheit bei Breiten grösser 7 m eher untergeordnet. Fahrbahnbreiten von 5 bis 6 m sind bei Aussendurchmessern von 20 bis 25 m zu vermeiden; bei solchen Aussendurchmessern sind Breiten von mindestens 6 bis 7 m anzuordnen. Die Anwendung von Fahrbahnbreiten zwischen 5 und 6 m ist auf Aussendurchmesser grösser 30 m zu beschränken.

Ausfahrtsradius

Aus Sicht der Verkehrssicherheit sind Ausfahrtsradien zwischen 8 und 15 m zu empfehlen.

Fahrbahnbreite Ausfahrt

Aus Gründen der Verkehrssicherheit sollten Fahrbahnbreiten kleiner 3.5 m und 4.5 bis 5.0 m im Ausfahrtsbereich eher vermieden werden.

8. GRUNDLAGEN FÜR PROJEKTIERUNGSNORM

8.1 Vorgehen allgemein

Für die Projektierung von Kreiselanlagen liegen in der Schweiz zur Zeit noch keine Normen vor. Im folgenden werden deshalb die Grundlagen für die Erarbeitung einer entsprechenden VSS-Norm beschrieben. Dabei wird von einer Unterteilung der Elemente nach den folgenden Hauptbereichen ausgegangen:

- Geltungsbereich
- Einfahrtsbereich
- Kreiselfahrbahn
- Ausfahrtsbereich
- Ausrüstungselemente

Aus den im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit durchgeführten Erhebungen und Auswertungen (vgl. Kapitel 7) werden für die einzelnen Hauptbereiche soweit vorhanden und zweckmässig neue, normungsrelevante Erkenntnisse angegeben und Folgerungen abgeleitet. Zudem werden aus in- und ausländischen Richtlinien beziehungsweise Untersuchungen entsprechende Empfehlungen zusammengestellt. Der weitaus grösste Teil der ausländischen Quellen stammt aus Deutschland und Frankreich. Aufgrund der Forschungsergebnisse und den Empfehlungen anderer Richtlinien werden Vorschläge für die Projektierungsnorm von Kleinkreisen unterbreitet.

8.2 Normkonzept

Im Zusammenhang mit der Revision der Normgruppe "Knoten" wurde von der Fachkommission 173 ein neues Konzept erarbeitet, welches einen Aufbau der Normgruppe in fünf Stufen vorsieht. Das Normkonzept ist in Tabelle 8 dargestellt. Für die Projektierung von Kreiselanlagen, deren Erarbeitung entsprechender Empfehlungen das Ziel der Forschungsarbeit 17/93 war, wurde in der neuen Normgruppe eine separate Norm "Knoten mit Kreisverkehr" festgelegt.

8.3 Geltungsbereich

Im Rahmen der Forschungsarbeit 17/93 konnten nicht alle Kreiseltypen und Besonderheiten im Bereich der Kreiselanlagen untersucht werden. Deshalb mussten Abgrenzungen vorgenommen werden, und die in den folgenden Kapiteln aufgeführten Angaben zu den Projektierungselementen haben lediglich Gültigkeit für Kreiselanlagen,

- die sinngemäss dem Typ "Kleinkreis" zugeordnet werden (Aussendurchmesser zwischen rund 25 bis 35 m),
- einstreifige Zufahrten und
- einstreifige Kreiselfahrbahnen aufweisen.

Die Normungsvorschläge beziehen sich somit auf den in der Schweiz am häufigsten angewandten Kreiseltyp.

Bei den Angaben zu den Projektierungselementen wurden nicht berücksichtigt:

- die Führung des leichten Zweiradverkehrs
- der öffentliche Verkehr (Führung, separate Fahrstreifen und Haltestellen im Kreisbereich)
- die separate Führung der Rechtseinmünder (By-pass)

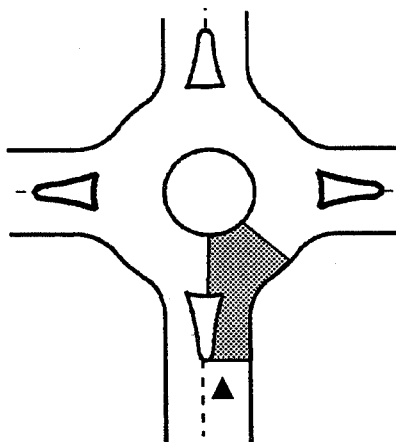
Bei der Führung der Fussgänger beschränken sich die Hinweise auf die Querung der Kreiseläste.

Stufe	Normtitel	Inhalte (Bemerkungen)
<i>Vorarbeiten</i>	1. Projektierung, Knoten Grundlagen und Vorgehen ("Kopfnorm")	- Definition "Knoten", Abgrenzungen - Knotenarten (à niveau mit / ohne Kreisverkehr; kreuzungsfrei) - Knotenformen (Anzahl Arme, Schnittwinkel, Kreiselform) - Gemeinsame Gestaltungs- und Kanalisierungsgrundsätze und Anforderungen - Grundlagen / Randbedingungen - Vorgehen beim Entwurf / bei den Kontrollen - Besondere Hinweise für einzelne Verkehrsarten - Überblick Aufbau der Normgruppe
<i>Entwurf: Planung</i>	2. Projektierung, Knoten Knotenelemente	- Begriffe "Knotenelement", "Projektierungselement", "Ausstattungsselement" - Gliederung nach Knotenart - Zusammenstellung der Knotenelemente je Knotenart
<i>Entwurf: Projektierung</i>	3. Projektierung, Knoten Kreuzungsfreie Knoten	- Projektierungs- / Ausstattungselemente für HLS-Anschlüsse: Arten, Formen, Richtwerte
	4. Projektierung, Knoten Knoten ohne Kreisverkehr	- Projektierungs- / Ausstattungselemente für Kreuzungen und Einmündungen à niveau: Arten, Formen, Richtwerte
	5. Projektierung, Knoten Knoten mit Kreisverkehr	- Projektierungs- / Ausstattungselemente für Kreisell: Arten, Formen, Richtwerte
	6. Spezielle Normen (Reserve Nr.)	- Anforderungen einzelner Verkehrsarten (z.B. leichter Zweiradverkehr, Fussgänger)
<i>Kontrollen</i>	7. Projektierung, Knoten Kontrolle der Befahrbarkeit	(SN 640 271, bereits vorhanden)
	8. Projektierung, Knoten Sichtverhältnisse	(SN 640 273, bereits vorhanden)
<i>Darstellung</i>	9. Projektierung, Knoten Projektdarstellung bei Knoten	Art und Anzahl der Normen noch nicht festgelegt

Tabelle 8: Konzept der Normgruppe "Knoten" gemäss VSS Fachkommission 173

8.4 Einfahrtsbereich

8.4.1 Definition und Elemente



Als Einfahrtsbereich wird der Abschnitt eines Kreiselastrs zwischen dem Beginn der Leitinsel beziehungsweise Sperrfläche und dem zugehörigen Segment der Kreiselfahrbahn definiert. Dabei wurden als Elemente des Einfahrtsbereiches behandelt:

- Breite des Fahrstreifens
- Einfahrtsradius
- Einfahrtswinkel
- Lage und Abmessungen der Leitinsel
- Anhaltesichtweite
- Knotensichtweite
- Sichtweite in Zufahrt links
- Durchsicht Mittelinsel
- Auffälligkeit und Ausgestaltung der Mittelinsel

8.4.2 Breite der Einfahrt

Definition

Mit der Breite der Einfahrt wird die Durchfahrtsbreite auf der Höhe des Fussgängerüberganges (rund 7 m vor dem Kreiselfrand) angegeben.

Erkenntnisse aus den Erhebungen

Die Breite der Einfahrt wurde mit der Hypothese 5 untersucht (vgl. Kapitel 7.2). Aufgrund der Auswertungen zeigte sich, dass das Unfallgeschehen durch die Ablenkung der Mittelinsel (Winkel β) deutlich stärker beeinflusst wird als durch die Fahrstreifenbreite im Einfahrtsbereich. Insbesondere bei kleinen (kleiner 3.75 m) und grossen (grösser 4.75 m) Fahrstreifenbreiten ist der Einfluss der Ablenkung markant. Wird die Auswertung auf Zufahrten mit einer Ablenkung von $\beta > 20^\circ$ beschränkt, so weisen Fahrstreifenbreiten zwischen 3.0 und 3.5 m sowie zwischen 4.25 und 4.75 m deutlich kleinere Unfallziffern auf.

Empfehlungen in anderen Richtlinien und Untersuchungen

Die Angaben für die Fahrstreifenbreite im Einfahrtsbereich variieren in der Literatur zwischen 3.00 und 5.00 m. Dabei kann festgestellt werden, dass lediglich in [8] Breiten über 4.00 m aufgrund von Abmessungen des militärischen Schwerverkehrs (Panzer) gefordert werden. Auch in deutschen Richtlinien wird auf die Problematik der überbreiten Militärfahrzeuge hingewiesen [9, 10] und empfohlen, eine zusätzliche Breite mit rauen Pflasterstreifen zu versehen. Die Zufahrten können die normale Fahrstreifenbreite der angeschlossenen Strassen auf der freien Strecke beibehalten [11]. In der deutschen Empfehlung für die Anlage von Hauptverkehrsstrassen (EAHV 93) [12] werden bei Kleinkreisen innerorts für den Regelfall Durchfahrtsbreiten zwischen 3.00 und 3.50 m angegeben, und an bestehenden Kreiselanlagen sollen breitere Zufahrten auf dieses Mass verengt werden. Im weiteren soll auch im Hinblick auf den Begegnungsfall "Schweres Motorfahrzeug / Zweiradfahrer" auf eine Verbreiterung des Fahrstreifens auf 4.25 m verzichtet werden, da diese Breite bei fehlenden Zweirädern zum parallelen Aufstellen einbiegender Personenwagen verleitet. In [9] wird verlangt, dass mit einer entsprechenden Ausgestaltung des Fahrstreifens im Einfahrtsbereich ein Überholen der leichten Zweiräder durch schwere Motorfahrzeuge ausgeschlossen bleibt. Daher ist die Fahrstreifenbreite auf 3.25 m, höchstens 3.50 m, zu beschränken. In [13] werden bei kurzen Inseln (kürzer 15 m) aus der Sicht Gefährdung der leichten Zweiradfahrer Durchfahrtsbreiten von 3.00 m oder 3.60 m empfohlen, auf Zwischenmasse sollte verzichtet werden.

Vorschlag für die Norm

Im VSS-Normenwerk werden Fahrstreifenbreiten in den Querschnittsnormen SN 640 200 bis 202 geregelt. Dabei wird das Geometrische Normalprofil (GNP) fallweise aus einzelnen Elementen bestimmt. Im Zusammenhang mit der Revision der Ausbildung von Fahrstreifen im Knotenbereich [14] wurden für vortrittsbelastete Zufahrten mit Hilfe von "knotengerechten" Teilelementen und Geschwindigkeiten die Fahrstreifenbreiten für verschiedene Fälle bestimmt (SN 640 202). In Anlehnung an dieses Vorgehen können auch die Fahrstreifen im Einfahrtsbereich von Kreiselanlagen ermittelt werden.

Die gemessenen mittleren Geschwindigkeiten im Einfahrtsbereich (Messquerschnitt B) liegen zwischen 18 und 28 km/h. In Tabelle 9 sind die notwendigen Angaben zu den Teilelementen enthalten. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Fahrstreifen des Einfahrts- und Ausfahrtsbereiches bei Kreiselanlagen durch eine bauliche Trenninsel oder markierte Sperrfläche getrennt sind und kein Gegenverkehrszuschlag notwendig ist. Die in Tabelle 9 ausgewiesenen Fahrstreifenbreiten sind um die allenfalls notwendige Verbreiterung in Kurven und im innern Knotenbereich (Schleppkurven gemäss SN 640 271a) zu erhöhen.

Unter Berücksichtigung der krümmungsbedingten Fahrstreifenverbreiterung liegen die aus dieser Bemessung resultierenden Breiten in einem Bereich, der sich bei den Unfallauswertungen ebenfalls als günstig erweist und der auch in den meisten ausländischen Richtlinien empfohlen wird.

Teilelement $V_m \leq 30 \text{ km/h}$	normal			bei beengten Verhältnissen		
Grundabmessung	250			250		
Bewegungsspielraum	0	0	0	0	0	0
Sicherheitszuschlag	30	60	30	30	30	0
Gegenverkehrszuschlag	0	0	0	0	0	0
Fahrstreifenbreite	310			280		

Tabelle 9: Vorschlag zur Bestimmung der Fahrstreifenbreiten im Einfahrtsbereich [Masse in cm]

Mit der Fahrstreifenbreite im Einfahrtsbereich sollen eine "kreiseltgerechte Geschwindigkeit" bereits vor dem Konfliktpunkt, kurze Querungswege für die Fussgänger und eine sichere Führung der leichten Zweiräder erzielt werden. Diese Zielsetzungen können am besten mit möglichst schmalen Fahrstreifen erreicht werden. Bei der Festlegung der Fahrstreifenbreiten können, je nach örtlichen Gegebenheiten, auch weitere Faktoren wie Verkehrszusammensetzung, Anforderungen des Unterhaltungsdienstes usw. berücksichtigt werden.

Ergänzende Empfehlung für die Norm:

Obwohl zweistreifige Einfahrten im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit nicht speziell untersucht wurden, kann aufgrund theoretischer Überlegungen die folgende allgemeine Empfehlung abgeleitet werden: Bei der Bemessung von zweistreifigen Einfahrten ist auf die Ausweisung der äusseren Sicherheitszuschläge in der Fahrbahn zu verzichten. Daraus resultiert eine Breite von $2 \times 280 \text{ cm} = 560 \text{ cm}$; Gesamtbreiten grösser 600 cm sollten bei zweistreifigen Einfahrten vermieden werden.

8.4.3 Einfahrtsradius

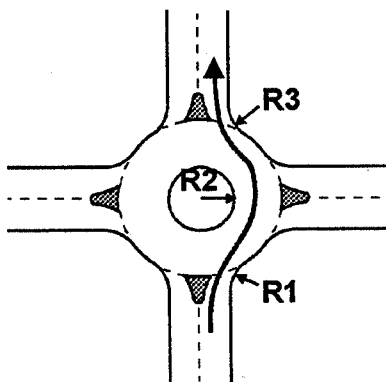
Definition

Mit dem Einfahrtsradius wird der rechte Fahrbahnrand des zuführenden Fahrstreifens an den äusseren Rand der Kreiselfahrbahn geführt. Die Ausrundung kann durch einen einfachen Kreisbogen oder eine Folge von Kreisbögen erfolgen.

Erkenntnisse aus den Erhebungen

Der alleinige Einfluss des Einfahrtsradius auf das Unfallgeschehen und das Verkehrsverhalten wurde nicht untersucht. Der Einfahrtsradius wurde lediglich als zusätzliche Anlagegrösse im Zusammenhang mit der Ablenkung durch die Mittelinsel (Winkel β) und der Fahrstreifenbreite im Einfahrtsbereich ausgewertet. In beiden Fällen konnte keine signifikante Abhängigkeit des Unfallgeschehens von der Grösse des Einfahrtsradius festgestellt werden.

Empfehlungen in anderen Richtlinien und Untersuchungen



Definition R1, R2, R3

Die in den Richtlinien aufgeführten Angaben zum Einfahrtsradius liegen in der Regel zwischen 8.0 und 12.0 m . Zum Erzielen der erwünschten Geschwindigkeitsreduktion sind die Einfahrtsradien möglichst klein (max. 10.0 m) zu halten [15]. In [15, 16] wird zudem erwähnt, dass in Ausnahmefällen für schwere Motorfahrzeuge zusätzlicher Platz ausserhalb der Kreiselfahrbahn durch gepflasterte Flächen bereitzustellen sei. Zwischen dem Einfahrtsradius, dem Radius der Mittelinsel und dem Ausfahrtsradius wird in [17] folgender Zusammenhang dargestellt (vgl. Skizze): $R1 \leq R2 \leq R3$. Mit dieser Abfolge der Radien und einem möglichst langen Kreisbogen beim Radius $R1$ soll eine tiefe Einfahrtsgeschwindigkeit in den Kreisel erreicht werden.

Vorschlag für die Norm

Zum Erreichen tiefer Einfahrtsgeschwindigkeiten sind grundsätzlich möglichst kleine Einfahrtsradien in der Grössenordnung von 10.0 m zu wählen. Die endgültige Grösse des Einfahrtsradius wird im wesentlichen bestimmt durch die Einfahrtsbreite, den Aussendurchmesser sowie die Abstände und Einfahrtswinkel der Kreiseläste. Zur Sicherstellung der fahrgeometrischen Anforderungen der schweren Motorfahrzeuge ist die Ausrundung nach der SN 640 271a (Kontrolle der Befahrbarkeit, Schleppkurven) zu prüfen. Die Ausrundung kann sowohl durch einen einfachen Kreisbogen als auch eine Folge von Kreisbögen erfolgen. Bedingt die Gewährleistung der Befahrbarkeit für die schweren Motorfahrzeuge zusätzliche Fläche ausserhalb des eigentlichen Fahrbereiches, sind diese Flächen so zu gestalten, dass dadurch die Kleinräumigkeit des Einfahrtsbereiches wenig tangiert wird (grobe Pflasterung mit deutlichem Niveauunterschied).

8.4.4 Einfahrtswinkel α

Definition

Der Einfahrtswinkel α (vgl. Abb. 9 Seite 31) charakterisiert den Schnittwinkel zwischen der Einfahrtrichtung und Kreiselfahrbahn. Er wird insbesondere durch die Lage und Form der Leitinsel geprägt.

Erkenntnisse aus den Erhebungen

Die Auswirkungen des Einfahrtswinkels α auf das Unfallgeschehen wurden im Zusammenhang mit der Hypothese 2 untersucht (vgl. Kapitel 7.2). Der Einfluss des Einfahrtswinkels auf das Unfallgeschehen im Einfahrtsbereich ist gering. Aufgrund der Ergebnisse weisen grosse Einfahrtswinkel, d.h. möglichst senkrecht auf die Kreiselfahrbahn geführte Zufahrten, tendenziell eher kleinere Unfallziffern auf. Markant ist jedoch der festgestellte Anstieg der Unfallziffer im Bereich der Folgeeinfahrt bei kleinen Einfahrtswinkeln ($< 60^\circ$).

Empfehlungen in anderen Richtlinien und Untersuchungen

In Frankreich werden ausserorts für den Winkel α Werte in der Grössenordnung von 40 bis 60° bei einer Ablenkung der Trenninsel von ungefähr 10° empfohlen [18]. In den deutschen Richtlinien sind keine Aussagen zum Winkel α aufgeführt, dagegen wird aus Gründen der Verkehrssicherheit (Vermeiden von Auffahrunfällen) und der erwünschten Geschwindigkeitsdämpfung in [11, 12] empfohlen, die Kreiselzufahrten möglichst senkrecht auf die Mittelinsel zu führen.

Vorschlag für die Norm

Grundsätzlich sind die Kreiseläste möglichst senkrecht auf den Kreiselmittelpunkt zu führen. Der Einfahrtsbereich ist so zu gestalten, dass grosse Einfahrtswinkel α entstehen und die Fahrzeuglenker möglichst direkt auf die Mittelinsel geführt werden. Bei kleinen Einfahrtswinkeln (α -Werte kleiner ca. 60°) ist aus Sicherheitsgründen eine deutliche Ablenkung durch die Mittelinsel (Winkel β grösser ca. 40°, vgl. in 8.5.5) zwingend.

8.4.5 Lage und Abmessungen der Leitinsel

Definition

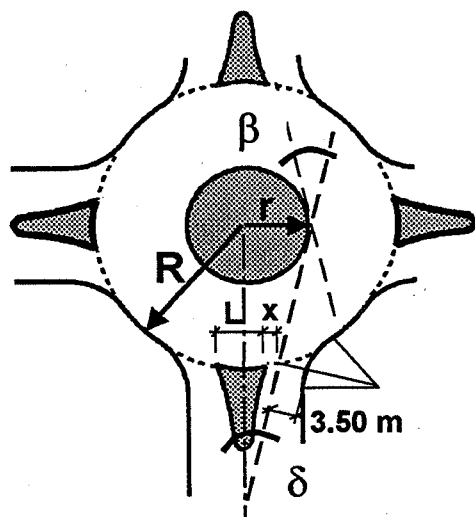
Zwischen den Ein- und Ausfahrten der Kreiseläste sind grundsätzlich Leitinseln (Trenninseln) anzuordnen. Mit der Leitinsel soll

- die Erkennbarkeit des Kreisels unterstützt werden.
- der Ort der Konfliktstelle und der Verkehrsablauf (Vortritt Kreisverkehr) verdeutlicht werden.
- der in den Kreisel einfahrende Fahrzeugstrom geführt und kanalisiert werden.

Im weiteren schaffen die Trenninseln für die Fussgänger kurze, nach Richtung getrennte Querungswege und bieten eine schützende Wartefläche in der Fahrbahnmitte.

Erkenntnisse aus den Erhebungen

Der Einfahrtswinkel α steht in Abhängigkeit zur Form und den Abmessungen der Leitinsel. Die unter Ziffer 8.4.4 aufgeführten Erkenntnisse haben deshalb auch für die Leitinsel Gültigkeit. Wird davon ausgegangen, dass durch die Ablenkung der Mittelinsel ein Winkel β von mindestens 40° (vgl. 8.5.4) entstehen soll, so hat diese Forderung aufgrund der Definition von β auch Auswirkungen auf die Breite der Leitinsel am Rande der Kreiselbahn (vgl. Skizze und Abb. 10).



$$\delta = \frac{1}{2} \beta \rightarrow \delta_{\min} = 20^\circ$$

$$L/2 + x \cong \tan 20^\circ (r / \tan 20^\circ - R)$$

Dabei wird mit x die Breite des Fahrstreifens über 3.50 m bei der unmittelbaren Kreiseinfahrt definiert. In Abbildung 10 sind die angenäherten Zusammenhänge zwischen R, r und $L/2 + x$ für den minimal geforderten Winkel $\beta = 40^\circ$ dargestellt. Mit $L/2 + x$ wird das Abrücken der Zufahrt von der Achse auf den Kreiselmittelpunkt bestimmt.

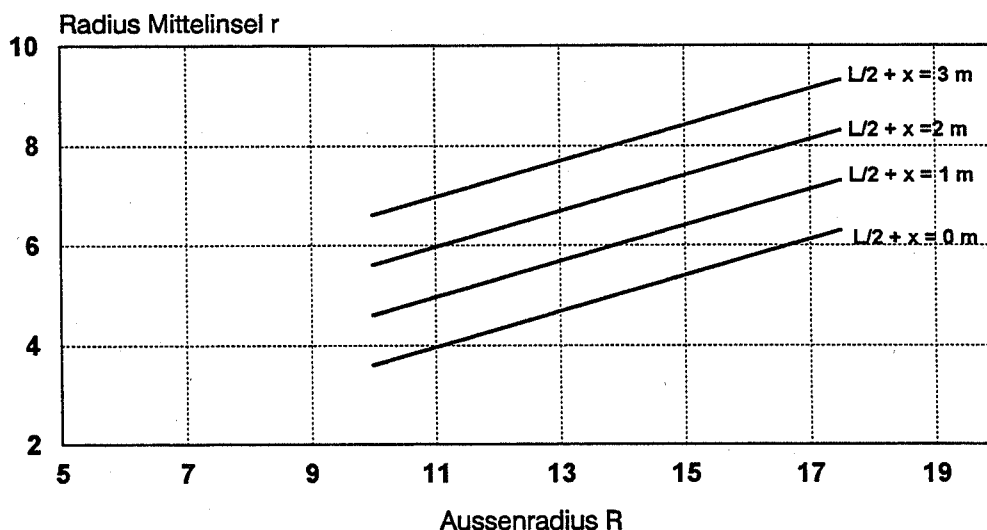


Abbildung 10: Zusammenhang zwischen Kreiseleradien und Breite der Leitinsel am Kreiselerand
[Winkel $\beta = 40^\circ$ bzw. $\delta = 20^\circ$]

Empfehlungen in anderen Richtlinien und Untersuchungen

Bei den Abmessungen wird in der Literatur unterschieden zwischen der Breite auf der Höhe der Fußgängerquerungsstelle beziehungsweise der Breite am Rande der Kreiselbahn sowie der Länge der Leitinsel. Dabei kann zwischen den in Deutschland und in Frankreich angewandten Hinweisen zu den Breitenangaben ein deutlicher Unterschied festgestellt werden: Während in Deutschland vor allem der Aspekt der Sicherheit für die querenden Fußgänger hervorgehoben wird, steht in Frankreich mehrheitlich die Leistungsfähigkeit der Kreiselanlage in Abhängigkeit der Breite der Trenninsel am Kreiselerand im Vordergrund.

Bei Kreiselanlagen ausserorts werden in allen Richtlinien Trenninseln zur Verbesserung der Erkennbarkeit verlangt. Als Regelfall wird eine Breite von 2.50 m (im Minimum 1.60 m) empfohlen [11, 15]. In [18] wird zwischen der Breite L der Leitinsel am Rande der Kreiselfahrbahn und dem Radius r der Mittelinsel die folgende Grundregel angegeben: $r > 1.5 L$. Um zu vermeiden, dass ausfahrende Fahrzeuge den einfahrenden Verkehrsstrom stören, sollte dabei ausserorts eine Mindestbreite am Kreiselfrand von 10.0 m nicht unterschritten werden.

Bei Kreiselanlagen innerorts kann nach [9, 19] bei untergeordneten Zufahrten mit einer Belastung von maximal 50 Fz/h [9] auf eine Leitinsel verzichtet und lediglich eine Sperrfläche markiert werden. In [20] werden bei der Breite verschiedene Fälle unterschieden: Bei Zufahrten mit starkem Verkehrsaufkommen wird eine deutlich grössere Aufweitung der Leitinsel am Kreiselfrand (mind. 5.0 m) empfohlen als bei untergeordneten Zufahrten (mind. 1.5 m).

Nach [9] soll die Länge der Leitinsel 12.5 bis 30.0 m betragen, um dem herannahenden Fahrzeuglenker einen trichterförmigen, enger werdenden Einfahrtsabschnitt zu vermitteln und daraus die Notwendigkeit zu ermässiger Geschwindigkeit deutlich zu machen. In den französischen Richtlinien werden Längen von 15 bis 25 m [18] und 10 bis 60 m [19] angegeben.

Zur Form der Leitinsel sind in den Richtlinien kaum Angaben vorhanden. Die Abbildungen in den deutschen Berichten zeigen eher Leitinseln mit gerade geführten Rändern, diejenigen in den französischen Unterlagen mehrheitlich solche in Trichterform. Explizit werden in [21] sowohl Leitinseln in Trichterform als auch mit parallelen Seitenborden, also ohne Aufweitung, erlaubt.

Vorschlag für die Norm

Die Grundanforderungen und Abmessungen von Leit- und Schutzinseln wurden im Rahmen der Überarbeitung der Ausbildung von Fahrstreifen im Knotenbereich [14] neu definiert. Diese neuen Überlegungen sind auch für die Leitinseln von Kreiselanlagen im Grundsatz zu übernehmen. Bei den Leitinseln von Kreiselanlagen haben die Aspekte der Führung und der Erkennbarkeit eine besondere Bedeutung und wirken sich auf die Form der Leitinsel aus.

Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen im Zusammenhang mit dem Unfallgeschehen muss die Form der Leitinsel (Breite am Kreiselfrand) mit der Ablenkung durch die Mittelinsel (Winkel β) im Einklang stehen: Nur grosse Winkel β (grösser ca. 40°) erlauben kleine Einfahrtswinkel. Da der Winkel β im wesentlichen durch den Aussendurchmesser, den Durchmesser der Mittelinsel und die Lage der Kreiselläste definiert wird, sind für die Normung der Leitinsel die entsprechenden Abhängigkeiten aufzuzeigen. Eine Unterscheidung zwischen Kreiseln innerorts und ausserorts ist bei der Anordnung der Leitinseln notwendig: Bei untergeordneten Zufahrten innerorts (bis ca. 150 Fz/h, entspricht der Norm für Strassentyp Erschliessungsstrassen) und ohne Fussgängerquerung kann bei fehlendem Platz auf eine Trenninsel verzichtet werden. Kreiseln ausserorts bedingen hingegen in jedem Fall bei allen Zufahrten aus Gründen der Erkennbarkeit eine Trenninsel.

8.4.6 Anhaltesichtweite

Definition

Die Anhaltesichtweite SA ist gemäss Definition in SN 640 090a jene minimale Strecke, die für den Fahrzeuglenker überblickbar sein muss, damit er vor einem unerwarteten Hindernis sicher anhalten kann. Sie entspricht somit der Anhaltestrecke LA , die aus dem während der Reaktions- und Auswirkzeit zurückgelegten Weg sowie dem eigentlichen Bremsweg besteht.

Erkenntnisse aus den Erhebungen

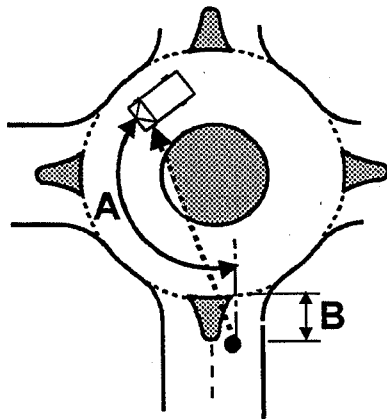
Die Auswertung der Geschwindigkeitsmessungen auf den Kreiselfahrten (Messquerschnitt A) zeigte, dass im allgemeinen in einer für die Bemessung der Anhaltesichtweite relevanten Distanz mit keiner geschwindigkeitsreduzierenden Wirkung infolge des Kreisels gerechnet werden darf.

Empfehlungen in anderen Richtlinien und Untersuchungen

Die Grundlagen zur Berechnung der Anhaltesichtweite in Abhängigkeit der Geschwindigkeit und der Längsneigung sind in der SN 640 090a enthalten.

Vorschlag für die Norm

Die Anhaltesichtweite muss an jeder Stelle gewährleistet werden. Die in der SN 640 090a aufgeführten Werte müssen auf den Kreiselfahrbahnen aber auch auf der Kreiselfahrbahn vorhanden sein.

8.4.7 Knotensichtweite**Definition**

Die Knotensichtweite A ist in SN 640 273 definiert als der Abstand zwischen der Fahrstreifenachse des vortrittsbelasteten Fahrzeuges und den vortrittsberechtigten Fahrzeugen. Sie ist abhängig von der Geschwindigkeit des vortrittsberechtigten Fahrzeuges. Für die Kreisolverhältnisse vergleiche Skizze.

Das freizuhaltende Sichtfeld auf der Mittelinsel wird aus der Beobachtungsdistanz B ermittelt (vgl. Skizze). In diesem ist die Sicht in einer Höhe von 0,6 bis 3,0 m von Hindernissen frei zu halten.

Erkenntnisse aus den Erhebungen

Die Geschwindigkeiten auf der Kreiselfahrbahn werden durch den Innenradius und die Ablenkung der Mittelinsel (Winkel β) beeinflusst. Aufgrund der durchgeführten Messungen auf der Kreiselfahrbahn von Kleinkreiseln (Messquerschnitt D) kann bei $\beta < 20^\circ$ mit einer Geschwindigkeit (V_{85}) von 40 km/h und bei $\beta > 20^\circ$ von 30 km/h gerechnet werden. Bei diesen Geschwindigkeiten werden Knotensichtweiten von mindestens 20 m beziehungsweise 35 m benötigt (SN 640 273).

Empfehlungen in anderen Richtlinien und Untersuchungen

Auf die Problematik der Knotensichtweite bei Kreiselanlagen wird in [17] hingewiesen. Für Durchmesser der Mittelinsel grösser 20 m werden Werte für A zwischen 40 und 70 m angegeben.

Vorschlag für die Norm

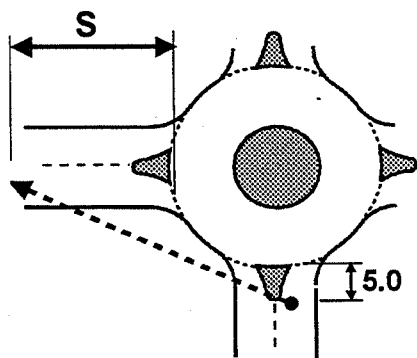
Als Basis für die Bestimmung der Knotensichtweite A bei Kreiselanlagen dient die SN 640 273. Bei Kleinkreiseln (Aussendurchmesser zwischen 25 und 35 m) kann bei der Bemessung von A von folgenden Geschwindigkeiten ausgegangen werden:

Ablenkung durch Mittelinsel	Geschwindigkeit V_{85} auf Kreiselfahrbahn
$\beta < 20^\circ$	40 km/h
$20^\circ \geq \beta \leq 40^\circ$	35 km/h
$\beta > 40^\circ$	30 km/h

Die daraus ermittelten Knotensichtweiten ergeben Hinweise auf die notwendigen Bereiche mit Durchsicht durch die Mittelinsel.

8.4.8 Sichtweite in Zufahrt links

Definition



Die Sichtweite S in die Zufahrt links wird aus einer Distanz von 5.0 m, gemessen vom Rand der Kreiselfahrbahn, festgestellt (vgl. Skizze).

Erkenntnisse aus den Erhebungen

Auswertungen der Sichtweite nach links wurden im Rahmen der Beurteilung von Hypothese 1 durchgeführt. Dabei wurde beim Unfallgeschehen zwischen der Sichtweite nach links und der Durchsicht über die Mittelinsel folgende Empfehlung abgeleitet: Bei Sichtweiten kleiner 25 m ist für die Gewährleistung der Verkehrssicherheit die Durchsicht über die Mittelinsel zu unterbinden.

Empfehlungen in anderen Richtlinien und Untersuchungen

Im direkten Zusammenhang mit der Sichtweite S wurden in der Literatur keine Empfehlungen angegeben.

Vorschlag für die Norm

Die festgestellte Abhängigkeit des Unfallgeschehens von der Sichtweite nach links und der Durchsicht über die Mittelinsel ist in die Norm, insbesondere für Kreisel innerorts (S oft kleiner 25 m), aufzunehmen. Die entsprechende Empfehlung ist unter 8.4.9 angegeben.

8.4.9 Durchsicht Mittelinsel

Definition

Bei vorhandener Durchsicht über die Mittelinsel sind für die einfahrenden Fahrzeuglenker alle Motorfahrzeuge auf der gegenüberliegenden Teil der Kreiselfahrbahn beziehungsweise Zufahrt deutlich sichtbar ("ohne Durchsicht" sind nur die schweren Motorfahrzeuge sichtbar).

Erkenntnisse aus den Erhebungen

Die Ergebnisse aus den Untersuchungen sind unter Ziffer 8.4.8 aufgeführt.

Empfehlungen in anderen Richtlinien und Untersuchungen

Aus Gründen der Verkehrssicherheit und zur Verbesserung der Erkennbarkeit wird in [9, 10, 12, 16, 17, 18, 21, 22, 23] empfohlen, die Sicht über den Kreisel zu unterbinden. Nach [10, 16, 18] muss für die Fahrt auf der Kreiselfahrbahn eine ausreichende Sicht gewahrt bleiben. In [12] wird zur Geschwindigkeitsreduktion im Einfahrtsbereich bei einer nur geringen Ablenkung empfohlen, die Sicht aus der Fahrerperspektive in die gegenüberliegende Knotenpunktausfahrt zu verhindern.

Vorschlag für die Norm

Zur besseren Erkennbarkeit der Kreiselanlage empfiehlt es sich, die Durchsicht über die Mittelinsel, unter Einhaltung der Knotensichtweite A (SN 640 273) beziehungsweise der Anhaltesichtweite SA (SN 640 090a), grundsätzlich zu verhindern. Die Unterbindung der Durchsicht ist aus Sicherheits-

gründen insbesondere dann angezeigt, wenn die Sicht S in die nächstliegende Zufahrt links grösser 25 m nicht gewährleistet werden kann.

8.4.10 Auffälligkeit und Ausgestaltung der Mittelinsel

Definition

Unter der Auffälligkeit der Mittelinsel wird die Güte der Erkennbarkeit aus Distanz verstanden. Die Ausgestaltung der Mittelinsel ist wichtig für die verkehrstechnische und sichere Funktionsfähigkeit der Kreiselanlage. Mit welchen Elementen soll und darf die Mittelinsel gestaltet werden?

Erkenntnisse aus den Erhebungen

keine

Empfehlungen in anderen Richtlinien und Untersuchungen

Zur guten Erkennbarkeit der Kreiselanlage wird in [9, 10, 15, 16, 18, 21] eine auffällige, allerdings nicht näher definierte, Ausgestaltung der Mittelinsel verlangt. Vor allem bei Kreiseln ausserorts soll der Kreisel aus "grösserer Entfernung einwandfrei erkennbar" sein [9].

Die Verbesserung der Erkennbarkeit kann durch eine geeignete Bepflanzung oder durch eine leicht ansteigende Hügelfläche auf der Mittelinsel [9, 10, 15, 16, 18, 21] erreicht werden. In jedem Fall muss jedoch vermieden werden, dass direkt gegenüber den Einfahrtsbereichen feste Hindernisse angeordnet werden, weil auch an einem noch so gut gestalteten Kreisel Fahrzeuge gelegentlich auf die Mittelinsel auffahren können. Als Hindernisse, die aus Sicherheitsgründen nicht angeordnet werden dürfen, werden in [9, 10, 11, 16, 18] senkrechte Sockelmauern, Bäume, Beleuchtungskandelaber, künstlerische Objekte aufgeführt. Dieser Aspekt ist auf Ausserortsstrecken besonders wichtig [11]. Als Randstein für die Mittelinsel sollten möglichst Schrägborde verwendet werden. Im weiteren sind die Gestaltungselemente so anzuordnen, dass für die Fahrt auf der Kreiselfahrbahn ausreichende Sicht SA vorhanden bleibt. In [18] wird ein Abstand vom Rand der Mittelinsel von 1.5 bis 2.0 m genannt.

Vorschlag für die Norm

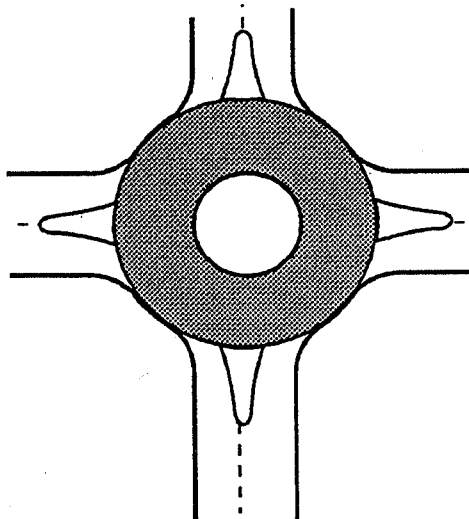
Mit einer auffälligen Gestaltung der Mittelinsel ist die Erkennbarkeit der Kreiselanlage aus der Anhaltesichtweite zu gewährleisten (Berechnung in Abhängigkeit von Geschwindigkeit und Längsneigung gemäss SN 640 090a). Zu diesem Zweck soll die Mittelinsel deutlich erhöht und durch auffällige Schrägborde oder aufgewölbte Pflasterstreifen ausgebildet werden. Dieser Forderung ist bei kleinen Aussendurchmessern und auf Ausserortsstrecken besondere Beachtung zu schenken. Eine ergänzende Signalisierung darf dabei nicht als Ersatz der primären Erscheinungsinformation verstanden werden.

Als Gestaltungselemente auf der Mittelinsel sind hauptsächlich Sträucher und/oder Erderhebungen zu verwenden. Die Gestaltungselemente sollen jedoch durch ihre Konturen als solche deutlich erkennbar sein und sich klar vom Hintergrund abheben. Die Kreiselanlage soll mit der Umgebung keine optische Einheit bilden (durch "fliessende Übergänge" wird die Kreiselanlage "getarnt").

Bei kleinen Mittelinseln sowie im Schleuderbereich von Selbstunfällen (Einfahrer) ist das Aufstellen fester Hindernisse wie beispielsweise Bäume, Beleuchtungskandelaber, Kunstobjekte zu unterlassen. Zur Begrenzung der Mittelinsel sind keine senkrechten Sockelmauern sondern möglichst Schrägborde, auch aufgewölbte Pflasterstreifen, zu verwenden.

8.5 Kreiselfahrbahn

8.5.1 Definition und Elemente



Im Zusammenhang mit der Kreiselfahrbahn wurden behandelt:

- Aussendurchmesser
- Breite der Kreiselfahrbahn
- Ablenkung durch Mittelinsel
- Quergefälle der Kreiselfahrbahn
- Pflasterbereich
- Verkehrsbelastung

8.5.2 Aussendurchmesser

Erkenntnisse aus den Erhebungen

Die im Zusammenhang mit der Überprüfung der Hypothese 14 ausgewerteten Unfall- und Kreiseldaten zeigten nur eine geringe Abhängigkeit zwischen dem Aussendurchmesser und dem Unfallgeschehen. Bei sehr kleinen Aussendurchmessern (< 25 m) wurden die höchsten Unfallziffern festgestellt, bei den Aussendurchmessern zwischen 25 und 40 m ist der Einfluss gering. Im weiteren wurde aufgezeigt, dass bei Aussendurchmessern kleiner 30 m die Ablenkung durch die Mittelinsel (vgl. in 8.5.4) für die Verkehrssicherheit deutlich an Bedeutung gewinnt und der Ablenkungswinkel $\beta > \text{ca. } 40^\circ$ sein sollte. Im Durchmesserbereich von 25 bis 34 m ergab sich auch kein signifikanter Einfluss auf die Geschwindigkeiten auf der Kreiselfahrbahn.

Empfehlungen in anderen Richtlinien und Untersuchungen

Für kleine Kreiselanlagen mit einstreifiger Kreiselfahrbahn werden in der Literatur für Anlagen innerorts Aussendurchmesser zwischen 22 und 35 m und für ausserorts zwischen 35 und 40 m angegeben. In [11] werden als idealer Aussendurchmesser für kompakte Kreisel 30 m beziehungsweise als sinnvolle untere Grenze 28 m empfohlen.

Vorschlag für die Norm

Von der Grösse des Aussendurchmessers ist die Breite der Kreiselfahrbahn abhängig. Dadurch wird der Radius der Mittelinsel beziehungsweise der Grad der Ablenkung (Winkel β) bestimmt. Damit eine geradeaus gerichtete Durchfahrt durch den Kreisverkehr mit zu hoher Geschwindigkeit möglichst verhindert wird, ist eine Ablenkung mit einem Winkel $\beta > \text{ca. } 40^\circ$ notwendig (vgl. Ziffer 8.5.4). Je kleiner der Aussendurchmesser, desto schwieriger wird die Einhaltung dieser für die Verkehrssicherheit wichtigen Forderung. Aufgrund dieser Abhängigkeiten kann als untere Grenze ein Aussendurchmesser von rund 26 m angegeben werden. In Anlehnung an die ausländischen Empfehlungen ist der Aussendurchmesser innerorts auf rund 35 m und ausserorts auf rund 40 m zu beschränken.

8.5.3 Breite der Kreiselfahrbahn

Erkenntnisse aus den Erhebungen

Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen (Hypothese 17) wird das Unfallgeschehen sowie das Geschwindigkeitsverhalten im Kreisell allein durch die Breite der Kreiselfahrbahn kaum beeinflusst. Tendenziell konnte festgestellt werden, dass durch schmale Kreiselfahrbahnen (5 bis 6 m) in Kombination mit kleinen Aussendurchmessern (< 20 m) die Unfallziffer erhöht wird.

Empfehlungen in anderen Richtlinien und Untersuchungen

Die in den Richtlinien aufgeführten Empfehlungen hinsichtlich Breite der Kreiselfahrbahn richten sich nach den für die Befahrbarkeit des Kreisels durch schwere Motorfahrzeuge erforderlichen Kriterien (Schleppkurven) in Abhängigkeit des Aussendurchmessers. Dabei werden in den deutschen Richtlinien [9, 10, 12, 16] Breiten inklusive Bewegungszuschlag zwischen 5.5 m (Aussenradius 20 m) und 7.5 m (Aussenradius 13 m) aufgeführt (vgl. Abb. 11).

Bei den französischen Richtlinien [18] wird nach Strassenkategorien unterschieden. Für das übergeordnete Netz werden Breiten der Kreiselfahrbahn von 8.0 m (Aussendurchmesser mindestens 36 m) und für untergeordnete Landstrassen mit einem deutlich geringeren Anteil Schwerverkehr 6.0 m (+ 2.0 m befahrbare Mittelinsel) festgesetzt (Aussendurchmesser 28 m). In [21] werden die Kreisel unterteilt in Standardkreisel mit einem Aussendurchmesser grösser 30 m und Kreisel mit "teilbefahrbarer Mittelinsel" (Aussendurchmesser zwischen 24 und 30 m). Für die erste Gruppe wird die Breite der Kreiselfahrbahn mit 7.0 bis 9.0 m und für die zweite mit 6.0 bis 8.0 m angegeben. Gemäss [19] sind für Kleinkreisel innerorts mit einstreifiger Kreiselfahrbahn Breiten zwischen 5.0 und 6.0 m genügend.

Auch in England und Schweden [17] wird die Breite der Kreiselfahrbahn in Abhängigkeit des Aussendurchmessers bestimmt. Im Vergleich mit den deutschen Richtlinien liegen die Werte deutlich höher, hauptsächlich bei kleinen Aussendurchmessern (vgl. Abb. 11). Die Angaben in [17] beziehen sich allerdings nur auf Kreisel ausserorts.

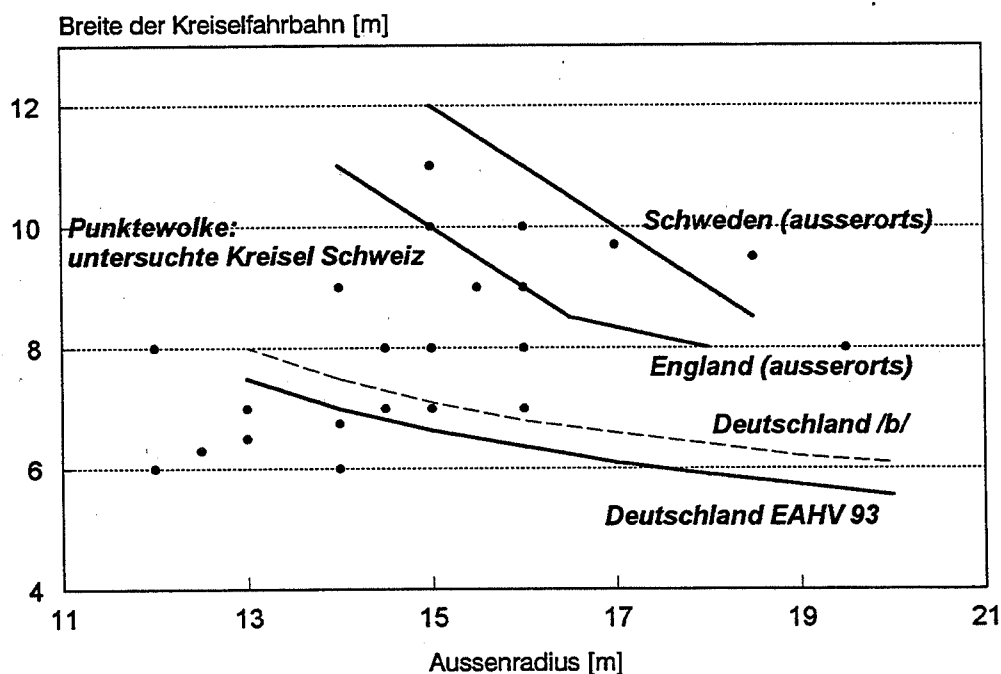


Abbildung 11: Breite der Kreiselfahrbahn in Abhängigkeit des Aussendurchmessers
(Werte aus [10] und [17])

Vorschlag für die Norm

Grundlage für die Überprüfung der Befahrbarkeit von Kreiselanlagen ist die SN 640 271 a. In letzter Zeit wurden verschiedene EDV-Werkzeuge zur Simulation der Schleppkurven entwickelt [25, 26]. Mit Hilfe der Schleppkurvensimulation ist der Zusammenhang zwischen der Breite der Kreiselfahrbahn und des Aussendurchmessers für unterschiedliche Anordnungen der Kreiseläste aufzuzeigen. In der Norm ist die Breite der Kreiselfahrbahn in Abhängigkeit des Aussendurchmessers darzustellen.

8.5.4 Ablenkung durch Mittelinsel

Definition

Die Verhinderung einer zügigen, geradeaus gerichteten Durchfahrt des Kreisels bedingt eine deutliche Ablenkung durch die Mittelinsel. Zur Beurteilung des Ablenkungsmasses wurde der Winkel β eingeführt (vgl. Kapitel 7.3).

Erkenntnisse aus den Erhebungen

Die Untersuchungen (Hypothese 4) haben einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Ablenkung (Winkel β) und der Unfallziffer ergeben. Aufgrund der Resultate kann bei einem Winkel β grösser rund 40° mit einer genügenden Ablenkung durch die Mittelinsel gerechnet werden. Im weiteren wurde festgestellt, dass mit einer genügend grossen Ablenkung auch Sicherheitsnachteile infolge von Mängeln bei anderen Projektierungselementen kompensiert werden können. Die Ablenkung durch die Mittelinsel hat somit für die Sicherheit von Kreiselanlagen eine zentrale Bedeutung.

Empfehlungen in anderen Richtlinien und Untersuchungen

Mit Ausnahme von allgemeinen Umschreibungen - die Zufahrten sind aus Gründen der Verkehrssicherheit und der erwünschten Geschwindigkeitsdämpfung senkrecht auf die Mittelinsel zu führen - sind in den Richtlinien keine konkreten Massangaben zur Richtungsablenkung enthalten. In [11] wird aus Gründen der Verkehrssicherheit "eine möglichst weite Auslenkung" durch die Mittelinsel verlangt.

Vorschlag für die Norm

Bei allen Zufahrten ist ein Winkel β von mindestens rund 40° (Ablenkung durch die Mittelinsel) anzustreben. Vor allem bei Kreiselanlagen, bei denen andere Projektierungselemente nicht optimal angeordnet werden können, sind möglichst grosse Ablenkungen durch die Mittelinsel für eine sichere Anlage besonders wichtig. In der Norm sollten Konstruktionsregeln für den ersten Entwurf eines Kreisels in Abhängigkeit des Aussendurchmessers dargestellt werden.

8.5.5 Quergefälle der Kreiselfahrbahn

Erkenntnisse aus den Erhebungen

Der Einfluss des Quergefälles der Kreiselfahrbahn wurde nicht untersucht.

Empfehlungen in anderen Richtlinien und Untersuchungen

Nach [11] ist es wichtig, "die Querneigung der Kreiselfahrbahn nach aussen zu richten. Dies steigert die Erkennbarkeit der Anlage für die Fahrzeuglenker, die sich dem Knotenpunkt nähern. Diese Querneigungsrichtung stellt zugleich bei der Einfahrt die benötigte und sinnvolle Querneigung zur Innenseite der Kurvenfahrt bereit. Im Kreis selbst führt diese nach aussen gerichtete Querneigung zu einer teilweisen Reduzierung der Geschwindigkeiten." In [9, 18, 19] wird eine möglichst horizontale Lage der Kreiselanlage mit einer nach aussen gerichteten Kreiselfahrbahn von 2.5 bis 4.0 % empfohlen. Querneigungen nach aussen über 5 % sind nach [10, 12, 16, 20] zu vermeiden.

Vorschlag für die Norm

Die Kreiselfahrbahn ist mit einem minimalen Quergefälle von 2.5 % nach aussen zu entwässern. Negative Quergefälle grösser 5.0 % sind zu vermeiden.

8.5.6 Pflasterbereich um die Mittelinsel

Definition

Um zu verhindern, dass die Kreiselanlagen von Personenwagenlenkern mit zu hohen Geschwindigkeiten durchfahren werden sowie zur Verbesserung des Erscheinungsbildes, wird um die Mittelinsel ein Ring mit einem unterschiedlichen Belag (in der Regel grobe Pflasterung) zur optischen Trennung angelegt. Nur mit einer Markierung lassen sich die Anforderungen nicht erfüllen.

Erkenntnisse aus den Erhebungen

Im Zusammenhang mit den Untersuchungen der Ablenkung durch die Mittelinsel (Winkel β) wurde der Einfluss eines Pflastertringes als zusätzliches Kriterium in die Auswertungen miteinbezogen. Dabei zeigte sich, dass das Vorhandensein eines Pflastertringes bei sehr kleinen Ablenkungen ($\beta < 20^\circ$) eine deutliche Erhöhung der Unfallziffer der Einbiegeunfälle bewirkt. Dieser negative Einfluss des Pflastertringes auf die Unfallziffer kann mit dem Überfahren der Pflasterung durch Personenwagen und Motorräder bei einem zu geringen Anschlag ("Kurvenschneiden" bei erhöhter Geschwindigkeit) begründet werden.

Empfehlungen in anderen Richtlinien und Untersuchungen

In Abhängigkeit vom Aussendurchmesser beziehungsweise von der Kreiselfahrbahnbreite werden in [9] für den Pflasterbereich Breiten zwischen 1.00 m (Aussendurchmesser 40.0 m) und 2.25 m (für Aussendurchmesser 28.0 m) angegeben. Gemäss [10, 12] ist der Innenbereich der Kreiselfahrbahn mit einer rund 2.5 m breiten, massiven Pflasterung zu versehen, die einen vertikalen Absatz von 2 bis 3 cm aufzuweisen hat. Dabei kann der Pflastertring mit einer grösseren Querneigung als die Kreiselfahrbahn ausgebildet sein.

Vorschlag für die Norm

Ein Pflastertring ist grundsätzlich dann anzuordnen, wenn dies für die Befahrbarkeit durch schwere Motorfahrzeuge geometrisch erforderlich ist. Dies ist im allgemeinen bei Aussendurchmessern grösser als rund 28 m nicht notwendig.

Mit Hilfe der Norm 640 201 "Geometrisches Normalprofil" wird für Personen- / Lieferwagen die minimale lichte Breite bestimmt:

Grundabmessung Lieferwagen:	220 cm
Bewegungsspielraum ($V = 30$ km/h):	10 cm
Sicherheitszuschlag:	20 cm

Damit ergibt sich eine totale Fahrstreifenbreite von $220 + 2 \times 10 + 2 \times 20$ cm = 280 cm (gerade Strecke). Unter Berücksichtigung der Fahrzeuggeometrie bei der Kurvenfahrt mit kleinem Radius (rund 6.0 m) ist von einer Fahrstreifenbreite von rund 4.0 m auszugehen.

Der Bereich der Kreiselfahrbahn, welcher die Breite von 4.0 m übersteigt und lediglich von den schweren Motorfahrzeugen überfahren werden muss, ist mit einer möglichst grobgliedrigen Oberfläche zu pflastern. Die Pflasterung soll dabei gegenüber der asphaltierten Fahrbahn einen senkrechten Absatz von maximal 4 cm aufweisen. Höhere Absätze sind als Schrägborde auszubilden.

8.5.7 Verkehrsbelastung

Erkenntnisse aus den Erhebungen

Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen (Hypothesen 12, 13) konnten keine für die Projektierung relevanten Einsatzkriterien angegeben werden.

Empfehlungen in anderen Richtlinien und Untersuchungen

In der Literatur wird unterschieden zwischen der Gesamtbelastung (Summe aller Zufahrten) des Kreisel und dem Verhältnis der Belastungen der Haupt- und Nebenzufahrten. Da für einstreifige Kleinkreisel bis zu einer Gesamtbelastung von 1'500 Fz/h mit einem ungestörten Verkehrsablauf gerechnet werden kann, wird in [10, 12, 21] kein Leistungsnachweis gefordert. Als maximale Gesamtbelastung

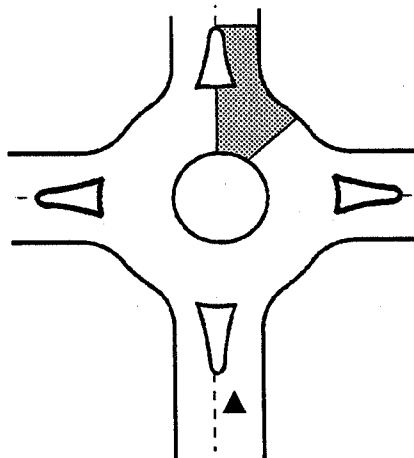
gen werden 2'500 bis 2'800 Fz/h genannt [12]. Unsymmetrisch belastete Kreisel sollten nach [10] nur dann angewandt werden, wenn die Belastungen der schwächer belasteten Zufahrten bei dreiarmligen Kreiseln zumindest in der Grössenordnung von 15% und bei vierarmigen mindestens 20% (Summe beider Arme der schwächer belasteten Zufahrten) der Gesamtbelastung betragen. In [9, 12] wird für unsymmetrische Belastungsverhältnisse verlangt, dass bei der am stärksten belasteten Zufahrt die Summe aus dem einfahrenden und dem links der Einfahrt auf der Kreiselfahrbahn sich befindenden Verkehrsstrom der Wert von 1'000 Fz/h nicht überschritten wird (bei dreiarmligen Kreiseln rund 850 Fz/h). In der französischen Richtlinie [18] wurde als Einsatzkriterium von Kreiselanlagen eine Belastung der Nebenzufahrten von mindestens 10% der Hauptzufahrten bestimmt.

Vorschlag für die Norm

Die Verkehrsbelastung ist nicht ein eigentliches Projektierungselement. Trotzdem sind Hinweise über den zweckmässigen Einsatz von Kreiseln aufgrund der Gesamtbelastung beziehungsweise des Verhältnisses der Belastungen auf den Haupt- und Nebenzufahrten notwendig. Dabei könnte in Anlehnung an die französische Richtlinie empfohlen werden [18]: Die Belastung des am schwächsten belasteten Kreiselastes sollte mindestens 15% derjenigen des höchstbelasteten Kreiselastes betragen. Insbesondere bei stark belasteten Kreiseln sollte diese Forderung erfüllt werden. Entsprechende Empfehlungen sind in der Norm "Knotenelemente" (vgl. Tabelle 8 Seite 42) vorzusehen.

8.6 Ausfahrtsbereich

8.6.1 Definition und Elemente



Als Ausfahrtsbereich wird der Abschnitt eines Kreiselastes zwischen dem zugehörigen Segment des Kreiselfahrbahnrandes und dem Ende der Leitinsel beziehungsweise der Sperrfläche definiert. Die Elemente "Breite der Ausfahrt" und "Ausfahrtsradius" wurden behandelt.

8.6.2 Breite der Ausfahrt

Definition

Mit der Breite der Ausfahrt wird die Durchfahrtsbreite auf der Höhe des Fussgängerüberganges (rund 7 m nach dem Kreiselfahrbahnrand) angegeben.

Erkenntnisse aus den Erhebungen

Tendenziell konnten bei kleinen Ausfahrtsbreiten (kleiner als 3.5 m) höhere Unfallziffern festgestellt werden (Hypothese 20). Diese Tendenz wird durch kleine Ausfahrtsradien (kleiner als 8.0 m) zusätzlich verstärkt. Bezüglich Verkehrssicherheit erweisen sich Breiten zwischen 3.5 und 4.5 m am günstigsten. Die in den Ausfahrten gemessenen mittleren Geschwindigkeiten variieren zwischen 29 und 36 km/h.

Empfehlungen in anderen Richtlinien und Untersuchungen

Die Angaben für die Fahrstreifenbreite im einstreifigen Ausfahrtsbereich variieren in der Literatur zwischen 3.25 und 5.00 m. Dabei konnte festgestellt werden, dass lediglich in [8, 18] Breiten über 4.50 m gefordert werden. In den deutschen Empfehlungen werden Ausfahrtsbreiten in der Regel zwischen

3.25 und 4.00 m angegeben. Die französischen Richtlinien empfehlen dagegen eher grosszügigere Ausfahrtsbreiten zwischen 3.50 und 5.00 m. Auch in [20] werden Ausfahrtsbreiten zwischen 4.0 und 5.0 m angegeben.

Vorschlag für die Norm

Die Bestimmung der Ausfahrtsbreiten soll in der Norm nach dem analogen Vorgehen wie bei den Einfahrtsbreiten behandelt werden (vgl. 8.4.2). Dabei kann von einer Bemessungsgeschwindigkeit von 30 km/h ausgegangen werden. Aus Sicherheitsgründen sollten bei Kleinkreisen zweistreifige Ausfahrten vermieden werden.

8.6.3 Ausfahrtsradius

Definition

Mit dem Ausfahrtsradius wird der rechte Fahrbahnrand des äusseren Randes der Kreiselfahrbahn in den wegführenden Fahrbahnrand geführt. Die Ausrundung kann durch einen einfachen Kreisbogen oder eine Folge von Kreisbögen erfolgen.

Erkenntnisse aus den Erhebungen

Auffallend bei den untersuchten Kreiselanlagen (Hypothese 19) ist der hohe Anteil Ausfahrten mit grossen Ausfahrtsradien: Rund die Hälfte aller untersuchten Ausfahrten weisen Radien grösser als 15.0 m auf. Aufgrund der durchgeführten Untersuchung des Unfallgeschehens werden Ausfahrtsradien zwischen 8.0 und 15.0 m als besonders sicher empfohlen.

Empfehlungen in anderen Richtlinien und Untersuchungen

Die in den Richtlinien aufgeführten Angaben zum Ausfahrtsradius liegen in der Regel zwischen 10.0 und 15.0 m. Im allgemeinen werden für die Ausfahrtsradien im Vergleich zu den Einfahrtsradien rund 2.0 m grössere Werte angegeben.

Vorschlag für die Norm

Damit auch bei der Ausfahrt die Kleinräumigkeit der Kreiselanlage gewährleistet bleibt, sind grundsätzlich kleine Ausfahrtsradien zwischen 8.0 und 12.0 m anzuordnen. Bei Ausfahrten mit Fussgängerquerungsstellen sind die kleineren Werte anzuwenden. Die endgültige Grösse des Ausfahrtsradius wird im wesentlichen bestimmt durch die Ausfahrtsbreite, den Aussendurchmesser sowie die Abstände und Schnittwinkel der Kreiseläste. Zur Sicherstellung der fahrgeometrischen Anforderungen der schweren Motorfahrzeuge ist die Ausrundung nach der SN 640 271a (Kontrolle der Befahrbarkeit, Schleppkurven) zu prüfen. Bedingt die Gewährleistung der Befahrbarkeit für die schweren Motorfahrzeuge zusätzliche Fläche ausserhalb des eigentlichen Fahrbereiches, sind diese Flächen so zu gestalten, dass dadurch die Kleinräumigkeit des Einfahrtsbereiches wenig tangiert wird.

8.7 Ausrüstungselemente

8.7.1 Wegweisung

Erkenntnisse aus den Erhebungen

Das Vorhandensein eines Vorwegweisers (Hypothese 4) wirkte sich bei den Einbiegeunfällen deutlich positiv aus.

Empfehlungen in anderen Richtlinien und Untersuchungen

"Die Vorwegweiser sollen sich auf die notwendigsten Informationen beschränken. Ausserhalb geschlossener Ortschaften sollten die Vorwegweiser 100 bis 250 m vor der Kreiselanlage aufgestellt werden, innerorts etwa 50 m." [9, 10]. Dabei ist eine gegenüber den Wegweisertafeln abweichende Darstellungsform des Vorwegweisers als Kreissymbol zu wählen. Für die Wegweisung im Kreisel (Spitzwegweiser auf den Trenninseln) gilt die Beschränkung auf wenige Ziele. Die jeweilige Verkehrs-

regelung im Kreisel muss für die Verkehrsteilnehmer frühzeitig und eindeutig erkennbar sein. Spezielle lageplantreue Wegweiser sind als Hinweis auf die besondere Knotenform (Kreisel) an Hauptverkehrsstrassen unbedingt anzubringen [15, 16, 18, 24].

Vorschlag für die Norm

Grundlage für die Wegweisung bei Kreiselanlagen ist die Signalisationsverordnung (SSV) und das Strassenverkehrsrecht (SVG). In die SN 640 817 b "Wegweiser auf Haupt- und Nebenstrassen" sind die speziellen Vorwegweiser für Kreiselanlagen aufzunehmen und zu definieren.

8.7.2 Signalisation

Erkenntnisse aus den Erhebungen

Hinsichtlich der Signalisation der Kreiselanlagen wurden keine Untersuchungen vorgenommen.

Empfehlungen in anderen Richtlinien und Untersuchungen

In den Richtlinien wird darauf hingewiesen, dass die Signalisation den entsprechenden Verwaltungsvorschriften zur Strassenverkehrsordnung zu genügen hat [9, 10, 11, 15]. Die Signalisation sollte sich dabei auf das Notwendigste beschränken. Eine Überbeschilderung würde einerseits die Wirkung des einzelnen Signals und andererseits die gestalterische Qualität der Kreiselanlage vermindern [10, 12].

Vorschlag für die Norm

Die rechtliche Grundlage für die Signalisation von Kreiselanlagen bildet die Signalisationsverordnung (SSV) des Strassenverkehrsrechts (Art. 24, Abs. 4 SSV). Das Signal "Kreisverkehr" steht bei den Zufahrten unter dem Signal "Kein Vortritt" und kann auf der Mittelinsel wiederholt werden. Die Aufstellung der Signale hat der SSV zu entsprechen. Weitere Angaben zu den Signalen sind in den Normen enthalten (SN 640 811 d und 640 812 "Strassensignale").

8.7.3 Abstand Fussgänger-Streifen

Erkenntnisse aus den Erhebungen

Bei den untersuchten Kreiseln ereigneten sich von total 416 Unfällen sechs Unfälle mit beteiligten Fussgängern (1.4%). Alle Fussgängerunfälle wurden im Bereich der Kreiselausfahrt registriert. Dies ist ein Indiz, dass die Fussgänger beim Queren der Ausfahrt offensichtlich stärker gefährdet sind als im Einfahrtsbereich.

Empfehlungen in anderen Richtlinien und Untersuchungen

Nach [9, 10, 19, 24] ist die Querungsstelle für die Fussgänger mindestens 4.0 bis 5.0 m von der Kreisel-fahrbahn zurückzusetzen. Der dadurch entstehende Zwischenraum ermöglicht den einfahrenden Fahrzeuglenkern den Vortritt der im Kreisel fahrenden Fahrzeuge zu beachten, ohne die Fussgängerquerungsstelle zu blockieren. Auch bei der Ausfahrt ist der Zwischenraum ein geeigneter Stauraum, der ein Blockieren der Kreisel-fahrbahn verhindert. Das Mass von 5.0 m sollte nicht überschritten werden, da sonst beträchtliche Umwege für die Fussgänger entstehen. Zudem verstehen bei grösseren Abständen die Fahrzeuglenker häufig nicht, dass die Querungsstelle zur Kreiselanlage gehört. Sofern in Ausnahmefällen ein grösserer Abstand vorgesehen werden muss, soll die Querungsstelle wenigstens 20 m von der Kreiselanlage entfernt sein und wie eine eigenständige Querungsstelle ausgestaltet werden. In [12] wird der Abstand der Querungsstelle mit 5.0 bis 6.0 m und in [16, 18] mit etwa 5.0 m angegeben.

Vorschlag für die Norm

Die Querungsstellen für Fussgänger sind in einem Abstand von 4.0 bis 5.0 m vom Rand der Kreisel-fahrbahn zurückzusetzen. Die Sicht der Fahrzeuglenker auf den Warteraum der Fussgänger am Fahrbahnrand muss gewährleistet sein. Dies ist sowohl beim Aufstellen von Signalen als auch bei der Bepflanzung zu berücksichtigen. Im weiteren haben die Querungsstellen den speziellen Anforderun-

gen für behindertengerechtes Bauen zu entsprechen. Zusätzlich zu den hier aufgeführten Normempfehlungen sind deshalb bei Anlagen, die von Sehbehinderten und Blinden frequentiert werden, folgende Ausführungsdetails zu beachten:

- Ausführung der Trottoirkante und der Leitinsel beim Fussgängerübergang mit 2 bis 3 cm Anschlag
- Anordnung von durchgehenden Absperrungen / Rabatten zwischen den Fussgängerübergängen und der Kreiselfahrbahn
- Belagsaufrauung parallel zum Fussgängerübergang
- Anwendung von nur einstreifigen Ein- / Ausfahrten

8.7.4 Beleuchtung

Erkenntnisse aus den Erhebungen

Der Einfluss der Beleuchtung auf das Unfallgeschehen wurde nicht analysiert. In der Pilotstudie [1] hat sich jedoch gezeigt, dass im Vorher-Nachher-Vergleich bei 30% aller untersuchten Kreisel die Unfälle bei "Dämmerung/Nacht" nach dem Kreiselumbau zugenommen haben. Die Erkennbarkeit nachts ist offensichtlich bei Kreiselanlagen besonders wichtig und bedarf weiterer Forschung.

Empfehlungen in anderen Richtlinien und Untersuchungen

Gemäss [9] ist eine Beleuchtung von Kreiselanlagen nicht zwingend. Dagegen wird in [10, 11, 15] empfohlen, Kreisel innerorts zu beleuchten. Dabei bieten die folgenden Lösungen eine ausreichende Beleuchtung der Querungsstellen und der Mittelinsel: Beleuchtungsmasten in den Quadranten der Zufahrten, auf den Trenninseln oder seitlich an den Querungsstellen der Fussgänger. Nicht bewährt haben sich dagegen zentrale Beleuchtungsmasten auf der Mittelinsel. Um die Sichtbarkeit nachts von Kreiseln ausserorts zu verbessern, sollen die Randsteine der Mittelinsel und der Trenninseln möglichst dauerhaft weiss eingefärbt sein und alle Signale stark retroreflektierend ausgebildet werden [16]. In [21] wird empfohlen, dass die Farbe des Lichtes der Kreiselanlage sich von den übrigen Lichtfarben des Strassenzuges absetzen sollte. Dabei können sowohl zentrale Beleuchtungsmasten als auch Aussenrandbeleuchtungen angewendet werden. Bei Aussendurchmessern grösser als 30 m wird der Aussenrandbeleuchtung der Vorzug gegeben.

Vorschlag für die Norm

Die Grundsätze zur Beleuchtung öffentlicher Anlagen sind in der SEV 8907 festgehalten. In Absprache mit der Fachgruppe 51 der Schweizerischen Lichttechnischen Gesellschaft (SLG) sind Hinweise zur Beleuchtung in die Norm aufzunehmen (Vorschläge):

- Kreiselanlagen haben denselben Anforderungen zu genügen wie sie in der SEV 8907 für Hauptverkehrsstrassen festgelegt sind; die Werte für die Leuchtdichte sind jedoch zu verdoppeln.
- Kreiselanlagen sollen das doppelte Beleuchtungsniveau aufweisen wie die hellste einmündende Strasse.
- Die Querungsstellen der Fussgänger sollen auf einer Höhe von einem Meter über Boden eine mittlere vertikale Beleuchtungsstärke von 40 lux aufweisen. Diese wird gemessen in der Mittelachse des Fussgängerstreifens und den angrenzenden Warteräumen (1.5 m Tiefe).
- Die Lichtpunkte sind am äusseren Rand der Kreiselfahrbahn so anzuordnen, dass vor allem die Ausfahrten und der Mittelinselrand gut beleuchtet werden.
- Die Anordnung der Lichtpunkte nur im innern Feld des Kreisels bringt keine befriedigenden Ergebnisse.

9. EMPFEHLUNGEN FÜR WEITERE FORSCHUNGSTHEMEN

9.1 Allgemein

Infolge des engen Kreditrahmens für die vorliegende Forschungsarbeit mussten verschiedene Einschränkungen gemacht werden. Aus der Untersuchung ergaben sich zudem teilweise unerwartete Erkenntnisse und es wurden auch Wissenslücken deutlich. Daraus resultierten neue Themen für die Forschung, die auch im Hinblick auf die VSS-Normung von Bedeutung sind.

Ein Teil des Forschungsbedarfes basiert direkt auf dem Unfallgeschehen an Kreiseln, ein anderer Teil hängt mit dem Detaillierungsgrad der Grundlagen und mit dem Umfang sowie der Struktur der zugrundegelegten Stichprobe zusammen. Die Forschungsthemen betreffen:

- Unfallgeschehen nachts
- Unfallgeschehen auf Kreiseln mit zweistreifigen Zufahrten und/oder Kreiselfahrbahnen
- Unfallgeschehen auf Kreiseln mit zweistreifigen Ausfahrten
- Unfallgeschehen auf Kreiseln mit kleinen Aussendurchmessern
- Führung des leichten Zweiradverkehrs in Kreiseln mit grösseren Aussendurchmessern
- Führung des öffentlichen Verkehrs im Kreiselnbereich sowie Anordnung und Ausbildung der Haltestellen
- Dauer der Unfallerhebung
- Kreisel ausserorts
- Verkehrsbelastung von Kreiseln
- Ableitung der Projektierungsempfehlungen

Nachfolgend wird auf diese Themen näher eingegangen.

9.2 Forschungsthemen aus Unfallgeschehen

9.2.1 Unfallgeschehen nachts

Bereits in der Voruntersuchung der bfu [1] (auf der Basis von 130 Kreiseln), vor allem bei den Kreiseln im Kanton Zürich [2], hat sich gezeigt, dass ein bedeutender Teil der Unfälle in Kreiseln nachts auftritt. Im Vorher-/Nachher-Vergleich resultierten oft auffällige Unfallzunahmen, insbesondere beim Unfalltyp "Schleuder-/Selbstunfall" sowie bei "Angetrunkenheit". Dies ist ein Hinweis auf Probleme der Erkennbarkeit von Kreiseln.

Die Erkenntnisse deuten auch auf einen Zusammenhang mit der Strassenbeleuchtung hin. Für die Anordnung der Beleuchtungseinrichtungen an Kreiseln gab es bei der Erstellung einer Grosszahl von Anlagen keine speziellen Normen oder Weisungen. Aufgrund der im Rahmen dieser Untersuchung zur Verfügung gestandenen Unterlagen konnten diese Fragen nicht beantwortet werden.

9.2.2 Unfallgeschehen an Kreiseln mit zweistreifigen Zufahrten und/oder Kreiselfahrbahnen

Aus der Voruntersuchung der bfu [1] ergaben sich Hinweise auf ein erhöhtes Unfallrisiko bei Kreiseln mit zweistreifigen Zufahrten und/oder Kreiselfahrbahnen, also bei Kreiseln mit grösseren Aussendurchmessern. In der Praxis kommen verschiedene Kombinationen der Zweistreifigkeit vor, beispielsweise zweistreifige Zufahrt(en) mit einstreifiger Kreiselfahrbahn; einstreifige Zufahrt(en) mit zweistreifiger Kreiselfahrbahn; gelegentlich wird die Kreiselfahrbahn für zweistreifiges Befahren ausgelegt, aber nicht markiert. Die Erkenntnis in [1] wurde auch bei der reduzierten Stichprobe in der vorliegenden Untersuchung bestätigt.

Die Normempfehlungen in diesem Bericht beschränken sich bewusst auf einstreifige Kleinkreisele, die gegenwärtig in der Schweiz den dominierenden Teil von Kreiselanlagen darstellen. Es darf jedoch

nicht verkannt werden, dass in den letzten Jahren vermehrt auch zweistreifige Anlagen erstellt wurden. Anlass hierfür waren vor allem die zunehmenden Verkehrsbelastungen, die durch die einstreifigen Kreisel oft nicht mehr oder nicht mit der gewünschten Verkehrsqualität (Wartezeiten und Rückstaulängen) verarbeitet werden können. Dies ist im allgemeinen bei stündlichen Zufahrtsbelastungen (Summe aller Zufahrten) von über 2'000 bis 2'500 Fz/Std der Fall. Ein anderer Grund ist die Anordnung von Kreiseln mit mehr als vier Zufahrten (Gewährleistung genügend langer Abstände zwischen den Kreiselästen). Ferner werden solche Kreisel neuerdings auch als Sekundärknoten bei Anschlüssen von Hochleistungsstrassen eingesetzt¹⁾. Die zunehmende Erstellung von zweistreifigen Kreiseln dürfte in den nächsten Jahren anhalten.

9.2.3 Unfallgeschehen an Kreiseln mit zweistreifigen Ausfahrten

Dieser Aspekt stellt heute eine Wissenslücke dar. Bei dieser Art der Gestaltung werden Sicherheitsdefizite vermutet, die sich aus den Kollisionen zwischen ausfahrenden und auf der Kreiselfahrbahn verbleibenden Fahrzeugen ergeben, vor allem aber Gefährdungen der Fussgänger bei der Querung der zweistreifigen Ausfahrt.

In den in [1] und [2] untersuchten Kreiseln waren keine mit zweistreifigen Ausfahrten enthalten. Den Forschungsstellen sind jedoch Projekte und auch ausgeführte Beispiele mit zweistreifigen Ausfahrten bekannt.

9.2.4 Unfallgeschehen an Kreiseln mit kleinen Aussendurchmessern

Kreisel mit Aussendurchmesser < 24 m erwiesen sich in [1] als unfallträchtig. Solche Kreisel haben oft eine ungenügende Ablenkung durch die Mittelinsel, beziehungsweise die Mittelinsel wird als teilweise oder ganz überfahrbar ausgeführt. Bei Anwendung solcher Kreisel auf verkehrsorientierten Strassen muss mit den erwähnten Sicherheitsdefiziten gerechnet werden.

Im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit wurde dieser Aspekt nicht untersucht.

9.3 Forschungsthemen infolge Abgrenzungen

9.3.1 Führung des leichten Zweiradverkehrs

In der vorliegenden Untersuchung waren keine negativen Auswirkungen der Kreisel auf die Sicherheit der leichten Zweiräder feststellbar. Dazu war die Zahl der Unfälle mit beteiligten leichten Zweirädern zu klein. Gemäss der Voruntersuchung der bfu [1] nahm jedoch die Zahl der Unfälle mit beteiligten Rad- und Mofafahrern im Vorher-/Nachher-Vergleich zu. Diese ungünstige Entwicklung trat vermutlich vor allem bei Kreiseln mit grösseren Aussendurchmessern auf. Deshalb erscheint die Untersuchung geeigneter Lösungen zur Führung des leichten Zweiradverkehrs bei Kreiselanlagen angezeigt.

9.3.2 Führung des öffentlichen Verkehrs im Kreiselbereich

Dieser Aspekt musste in der vorliegenden Arbeit ausgeklammert werden. Im Hinblick auf die Normung sollten zweckmässige Lösungsansätze anhand bereits ausgeführter Beispiele dargestellt werden.

1) In diesem Zusammenhang hat das Bundesamt für Strassenbau (ASB) eine provisorische Checkliste zur Beurteilung der Zweckmässigkeit von Kreisel an HLS-Anschlüssen (Bern, April 1994) erarbeiten lassen.

9.4 Forschungsthemen infolge der Kreiselauswahl

Für die vorliegenden Detailuntersuchungen musste die Stichprobe auf 32 Kreisel reduziert werden. Zudem konnten nicht alle Grundlagen im gewünschten Detaillierungsgrad beschafft werden. Die Nachteile dieser Restriktionen betrafen vor allem die folgenden Aspekte:

9.4.1 Dauer der Unfallerhebungen

In der Stichprobe waren zwangsläufig auch Kreisel "älterer Bauart" enthalten. Die Unfälle bei einer grossen Zahl von Anlagen stammten somit aus einer Zeit, in welcher die Fahrzeuglenker noch weniger Erfahrungen mit dem Verkehrsablauf an den oft nur provisorisch erstellten Kreiseln hatten. Ob die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung dadurch beeinflusst wurden, ist schwierig abzuschätzen: Die Überprüfung der jährlichen Unfallentwicklung an den einzelnen Kreiselanlagen liess diesbezüglich jedoch keine allgemein gültigen Tendenzen erkennen.

9.4.2 Kreisel ausserorts

In der untersuchten Stichprobe befanden sich nur wenige Kreisel, die der generellen Tempolimite 80 km/h unterliegen. Wie weit dieser Umstand die in dieser Untersuchung abgeleiteten Empfehlungen beeinträchtigt, kann nicht abschliessend beantwortet werden. Aufgrund der Unfallauswertungen muss jedoch davon ausgegangen werden, dass bei Kreiselanlagen ausserorts der Anteil von Unfällen des Typs "Schleuder-/Selbstunfall", der oft im Zusammenhang mit der mangelnden Erkennbarkeit des Kreisels steht, eher grösser ist als dies in der vorliegenden Stichprobe ausgewiesen wurde.

9.4.3 Verkehrsbelastung von Kreiseln

Der Zusammenhang zwischen der Grösse und Struktur der Verkehrsbelastung und dem Unfallgeschehen konnte mit Hilfe der durchgeführten Untersuchungen nicht nachgewiesen werden. Ob dies mit der gewählten Stichprobe zusammenhängt oder auf nicht berücksichtigte andere Einflüsse zurückzuführen ist, kann ohne zusätzliche Abklärungen nicht beantwortet werden.

In der Fachliteratur wird jedoch oft darauf hingewiesen, dass infolge grosser Auslastung von Knoten die notwendigen Grenzzeitlücken bei der Einfahrt nicht eingehalten werden. Dies führt oft zu einer erhöhten Unfallhäufigkeit.

Hohe Verkehrsbelastungen treten vor allem bei zwei- und mehrstreifigen Kreiseln mit grösseren Aussendurchmessern auf. Zur Zeit liegt für diesen Kreiseltyp zur Beurteilung der Verkehrsqualität kein schweizerisches Verfahren vor, das sich auf empirische Erhebungen stützt.

Eine sicherheitsorientierte Festlegung von allfälligen "Schwellenwerten" der zulässigen Verkehrsbelastung, bei deren Überschreitung mit einem erhöhten Unfallrisiko an Kreiseln zu rechnen wäre, ist insofern erschwert, weil die bekannten analytischen Berechnungsverfahren bei hohen Auslastungen von Kreiseln versagen: Zuverlässige Aussagen bezüglich Wartezeiten und Rückstaulängen sind mit den bekannten Ansätzen nicht möglich. Nach dem aktuellen Wissensstand könnten solche Erkenntnisse nur mit Hilfe der Verkehrssimulation gewonnen werden.

9.4.4 Ableitung der Projektierungsempfehlungen

Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen konnte ein dominierender Einfluss der Ablenkung durch die Mittelinsel auf das Unfallgeschehen festgestellt werden. Der entsprechende Zusammenhang kann als statistisch gesichert betrachtet werden. Bei anderen Projektierungselementen wurden die untersuchten Zusammenhänge weniger deutlich, zum Teil ergaben sich auch unerwartete Ergebnisse.

Bei einigen dieser Aspekte, vor allem bezüglich der Erhebungen des Verkehrsverhaltens, hat sich gezeigt, dass die notwendigerweise zu einem frühen Zeitpunkt der Forschungsarbeit getroffene Auswahl der Kreisel beziehungsweise Kreiseläste nur bedingt für die Überprüfung der aufgestellten Hypothe-

sen geeignet war. Dies betrifft unter anderem die Frage der Gestaltung der Leitinsel am Kreiseland (Einfahrtswinkel) und die Problematik bezüglich der Durchsicht über die Mittelinsel.

9.5 Empfehlung

Aufgrund der Ausführungen in 9.2 bis 9.4 und unter spezieller Berücksichtigung der Verkehrssicherheit lässt sich das nachfolgende Schwerpunktsthema mit einem erhöhtem Forschungsbedarf abgrenzen:

Die Forschung sollte zweistreifige Kreisel (Zufahrten und/oder Kreiselfahrbahn) umfassen,

- mit Ausrichtung auf den leichten Zweiradverkehr,
- mit verstärktem Einbezug von Kreiselanlagen ausserorts und
- mit grösseren Verkehrsbelastungen.

Die Untersuchungen sollten zudem so ausgelegt werden, dass dabei auch empirische Grundlagen des Verkehrsverhaltens (Geschwindigkeiten und Zeitlücken) zur Beurteilung der Verkehrsqualität erhoben werden können.

Der begleitenden Fachkommission der VSS wird beantragt, die Aufnahme dieses Forschungsthemas in das Mehrjahresprogramm der Forschungsarbeiten zu prüfen.

10. LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Huber Ch. A., Bühlmann F., Sicherheit von Kreiselanlagen, Erfahrungen und vorläufige Empfehlungen, Pilotstudie bfu, Dezember 1994
- [2] Raemy M., Unfälle an Kreiseln im Kanton Zürich, VtA-Arbeitspapier, Juli 1994
- [3] Strassenverkehrsunfälle, Instruktionen, Bundesamt für Statistik, 1990
- [4] Alphand M., Guichet B., C.E.T.E., La sécurité des carrefours giratoires, Januar 1991
- [5] Maycock G., Hall R., TRRL, Accidents at 4-arm Roundabouts, Report LR 1120, 1984
- [6] Deutsche Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen
Hinweise zur Methodik der Untersuchung von Strassenverkehrsunfällen, 1991
- [7] Müller R., Hasler H., Beurteilung der Verkehrssicherheit an Kreuzungen, 1985
Forschungsarbeit des Schweizerischen Fonds für Unfallverhütung im Strassenverkehr
- [8] Tiefbauamt des Kantons Zürich, Kantonspolizei Zürich
Richtlinien über den Bau von einspurigen Kleinkreiseln, 1995
- [9] Sächsisches Staatsministerium
Empfehlungen zum Einsatz und zur Gestaltung kleiner Kreisverkehrsplätze, 1994
- [10] Ministerium für Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen
Kleine Kreisverkehre, Empfehlungen zum Einsatz und zur Gestaltung, 1993
- [11] W. Brilon, Sicherheit von Kreisverkehrsplätzen
Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 1/1997
- [12] Bundesministerium für Verkehr, Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstrassen
EAHV 93, Oktober 1993
- [13] Bühlmann F., Durchfahrtsbreiten bei baulichen Hindernissen
Verkehrstechnische Untersuchung im Auftrag des Tiefbauamtes des Kantons Zürich, 1990
- [14] Belopitov I., Spacek P., Ausbildung von Fahrstreifen im Knotenbereich
Schlussbericht Forschungsauftrag 9/88 des Bundesamtes für Strassenbau
- [15] Nikolaus H., Entwurf, Bau und Betrieb kleiner Kreisverkehre in Hauptverkehrsstrassen
Rheinisches Strassenbauamt Euskirchen, 1994
- [16] Entwurf zu Kreisverkehrsplätze an Bundesstrassen ausserorts
Einsatz und Gestaltungsempfehlungen, 1994
- [17] Technical Guide on Road Safety for Interurban Roads
Intersafe, Brüssel 1996
- [18] Noelle U., C.E.T.E., „Kreisverkehrsplätze in Frankreich“
Vortrag anlässlich des Seminars: Entwurf und Gestaltung von Strassenverkehrsanlagen
- [19] Centre d'Etudes des transports urbains: Conception des Carrefours à sens giratoire
implantés en Milieu urbain, CETUR 1990

- [20] Bovy Ph. et al, Guide Suisse des Giratoires, Februar 1991
- [21] U. Noelle, C.E.T.E., Einsatz und Gestaltung von Kleinkreisen in Frankreich
Vortrag anlässlich des Seminars: Neue kleine Kreisverkehre verkehrssicher,
umweltfreundlich, kostensenkend, 1993
- [22] Lindenmann H.-P., Spacek P., Verkehrskreisel
Vorlesungsunterlage IVT an der ETH Zürich, 1991
- [23] Schnüll R., Kreisverkehrsplätze
Strassenverkehrstechnik 6/1991
- [24] Mehr Verkehrssicherheit durch gut geplante Kreisverkehre
Ministerium für Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, 1993
- [25] Burkhart P., Schütz P., Effizienter Einsatz moderner EDV-Werkzeuge
Schweizer Ingenieur und Architekt 5/1996
- [26] Guha P., Zeleny T., Raumbedarf von Fahrzeugen
Schweizer Ingenieur und Architekt 39/1995

11. VERZEICHNIS DER ANHÄNGE

- ANHANG 1** Liste A zur Kreiselauswahl 2. Schritt
- ANHANG 2** Grunddaten Kreiselanlagen
- ANHANG 3** Aufnahmeblatt Zusatzmerkmale (Felderhebungen)
- ANHANG 4** Messanordnung und Resultate Fahrverhalten
- ANHANG 5** Verkehrs- und Unfalldaten
- ANHANG 6** Unfallziffern
- ANHANG 7** Auswertungen Hypothesen 1 bis 13 (Beispiele)

ANHANG 1

Liste A zur Kreiselauswahl 2. Schritt

VSSLISTA.DOC

Unterlagen		Bemerkungen
VORGESCHICHTE / INBETRIEBNAHME	• Grund für Kreislösung falls Knotenumbau: Anlass für Kreiselumbau? Knotentyp vorher? • Inbetriebnahme • Baustellen	welche Alternativen wurden untersucht? Verkehrssicherheit, Leistungsfähigkeit, Verkehrsberuhigung, städtebaul. Gestaltung (Mehrfachnennungen möglich) Datum der Inbetriebnahme, provisorisch oder definitiv? Zeitdauer des Provisorium? Angaben über Baustellentätigkeit im Kreiselbereich, nachträglicher Kreiselumbau (Anlass, Anpassungen)
VERKEHRSELASTUNGEN / BETRIEB	• Strombelastungen mit Verkehrszusammensetzung während der massgebenden Hauptverkehrszeit (Fz/h) • DTV-Wert der einzelnen Zufahrten • qualitative Angaben zu Fussgängerbeziehungen • qualitative Angaben zu Zweiradbeziehungen (Velo/Mofa) • OeV: wird der Kreisel von Linienbussen befahren • Verkehrsentwicklung seit Inbetriebnahme des Kreisels • künftige Verkehrsentwicklung • Ausnahmetransportroute	wünschenswert: Zustand nach Inbetriebnahme Kreisel; Fussgänger- und Zweiradanteil (Velo/Mofa) Zustand nach Inbetriebnahme Kreisel wünschenswert Frequenzen, Fahrzeugtypen (z.B. Gelenkbusse) grobe Angaben (Prozente) Ist in Zukunft mit deutlichen Verkehrszu- oder -abnahmen zu rechnen? liegt der Kreisel im Zuge einer Ausnahmetransportroute
PLANUNTERLAGEN / GEOMETRIE	• Uebersichtsplan • Situationsplan mit Vermassung von: Aussendurchmesser, Mittelinsel, Leitinseln, Durchfahrtsbreiten (Ein-, Ausfahrt) • Markierungen • Signalisation • Wegweisung • Mittelinsel • Neigungsverhältnisse • Sichtverhältnisse • "Spezialitäten"	Umfeld des Kreisels, Lage innerhalb Ortschaft / Strassenzug grösstmöglicher Massstab (mind. 1:500) idealerweise Ausführungsprojekt alle Markierungen in Plan eintragen (inkl. Fussgänger-Streifen) Typ und Standort in Plan eintragen Typ und Standort der Wegweiser im Kreiselbereich, Vorwegweisung Gestaltung mit oder ohne Durchsicht (Bepflanzung, Aufschüttung usw.); Markierung oder Pflasterband; teilweise überfahrbar; Ausbildung Randstein (Höhe, Art) Entwässerung Kreiselfahrbahn (p=?%) Längsneigungen auf Kreiselästen (i=?%) Sicht auf Kreisel aus allen Zufahrten betriebliche Erfahrungen mit Kreiselnbetrieb; spezielle Anlageteile
Unfallgeschehen	• Unfalldaten seit Inbetriebnahme bis zum aktuellen Stand • Kollisionsdiagramm	umfassende Daten aller Unfälle nach Möglichkeit bis Ende 1994 (inkl. Skizze, Unfallbeschreibung) Darstellung der Kollisionsorte

ANHANG 2.1

Grunddaten Kreiselanlagen (total 32 Anlagen)

Messungen IVT

*.- nicht messbar (z.B. infolge Nachbarknoten)

Nr.	Gemeinde	V [km/h]	Durchs. Mittelinsel	Anhaltesicht- weite [m]	Erkennbar- keit (Erfassung)	Winkel Alpha [°]	Winkel Beta [°]	Durchfahrts- breite [m]	Anzahl Fahrstr.	Länge mehrstreifig	Einfahrts- radius [m]
1	Dietikon ZH	50	ja	57/0/0	167	90/90/90/90	17/26/45/30	-	1	-	16/14/14/14
2	Mellen ZH	50	nein	0	167/1/200/115	-90/-180	65/45/50/50	-14.5/-14.0	1	-	10/10/10/10
5	Affoltern ZH	50	ja	0/0/15/7	145/167/90/135	90/80/65/80	0/14/33/30	5.0/4.5/4.0/5.0	1	-	8/15/20/23
6	Bachemb. ZH	80	nein	0/0/10/8	100/130/267/50	75/72/86/75	25/41/29/33	5.00	1	-	10/14
7	Dällikon ZH	50	ja	0/75/0	105/200/100	74/80/68	dreiläufig	4.50	1	-	17/17/15
8	Dürnten ZH	60	teilweise	20/0/0/25	130/200/150/170	90/90/90/90	75/23/26/80	4.50	1	-	13/18
9	Geroldsw ZH	50/60	nein	2/42/25/167	200/200/200/-	65/74/80/66	28/48/33/25	5.0/4.5/5.0/6.0	1	-	18/18/15/14
10	Illnau-Eff. ZH	50	teilw./nein	0/34/0/0	64/167/35/267	75/70/71/68	32/30/32/27	4.25/4.5/4.0/4.5	1	-	14/60
12	Regensd. ZH	60/80	nein	150/5/5/45	100/100/90/133	90/80/85/85	39/25/27/29	4.0/4.5/4.0/4.5	1	-	15/10/20/10
13	Seuzach ZH	50	nein	0	200/225/290/215	71/70/73/74	23/24/24/20	4.1/5.0/4.1/4.1	1	-	13/20
14	Uster ZH	50	ja	30/0/10/2	95/167/115/200	90/90/60/90	27/28/30/30	3.0/4.0/4.0/4.5	1	-	12/14
15	B'dorf ZH	50	nein/teilw.	0	125/90/167	90/80/90	dreiläufig	4.00	1	-	10/13
17	Biel BE	50	nein	15/0/4/0	167/167/167/87	81/-184/-	0/10/70/65	4.5/-14.5/-	1	-	32/13/6/22
20	Langenth. BE	50/60	teilweise	9/22/11/10	>200	73/68/75/68	21/18/20/31	4.5/4.4/4.5/4.5	1	-	13/15/9/23
21	Moutier BE	50	nein	32/21/8/14	80/80/100/30	58/75/67/82	26/35/30/32	5.0/4.5/5.0/4.5	1	-	38/7/28/5
22	Steffisb. BE	50	teilweise	13/21/00/10	160/167/167/167	60/64/54/66	20/26/25/20	4.5/4.0/4.3/4.0	1	-	13/16/16/20
23	Thun BE	50	teilweise	8/6/10/4	167/-105/167	63/50/87/72	68/25/13/68	4/3.2/3.5/3.5	1	-	13/20/-15
24	Bulle FR	50/60	nein	6/0/5/0	167/200/-200	71/70/74/72	25/25/32/29	4.5/5.5/4.5/5.0	1	-	20
25	Bulle FR	50	nein	0/31/0	-1/167/167	69/70/68/73	29/33/30/30	4.0	1	-	20
26	Bulle FR	50	nein	5/3/167/0	167	90/85/82/-	32/28/33/40	4.0/4.0/4.0/-	1	-	12/12/14/22
27	Bulle FR	50	nein	10/0/10	167/167/-195	76/87/71/76	18/30/26/38	5.4/7/4	1/1/2/1	50 (Kreisel)	14/14/16/16
28	Bulle FR	50	nein	0/25/40	-167/167/160	67/78/86/87	35/0/20/38	5/5.5/4.5/5.5	1/2/1/2	15/25	9/44/-11
29	Bulle FR	50	nein/ja	0/0/5/10	167/167/75/167	78/83/70/79	0/23/58/24	4.5/5/5/4.5	1	-	20/9/7/32
30	Freiburg FR	50	ja	8/6/-	167/-138	58/77/65	dreiläufig	9/7/7	2/2/2	10/18/20	15/19
31	Freiburg FR	50	ja	5/0/1/20	-125/167/167	-179/89	0/17/15/0	-17.5/9.0	1/1/2/2	15/40	10/6/20/9
35	Dornach SO	50/60	nein/teilw.	1/0/5	-59/167	57/82/62/80	dreiläufig	4.5/3.5/4.5	1	-	30/25/11
36	Grench. SO	50	teilweise	0	140/167/167/167	80/79/71/65	39/0/3/62	4	1	-	18/8/10/10
38	Manno TI	60	ja	15/18/80/20	120/200/200/200	77/68/72/77	35/4/51/95	4.5/4/4.5/5	1	-	10/10/8/12
39	Mendrisio TI	50	teilweise	10/20/10/70	167/167/167/85	79/74/84/77	55/102/46/0	3/3/4/3.5	1	-	9/9/8/11/6
40	Brig VS	50	nein	-127/2	100/80/100	80/73/81	dreiläufig	5.0	1	-	27/24/50
43	Cham ZG	50	ja	0	145/105/167	-171/79/78	dreiläufig	4.7/4.1/4	1	-	20/20/15
44	Steinh. ZG	60/80	ja	200/0/80/150	100/140/170/167	52/68/64/62	40/34/34/16	-5/7 (BUS)/5	1 (BUS)	-	30/35/30/30

ANHANG 2.2

Grunddaten Kreiselanlagen (total 32 Anlagen)

Messungen IVT

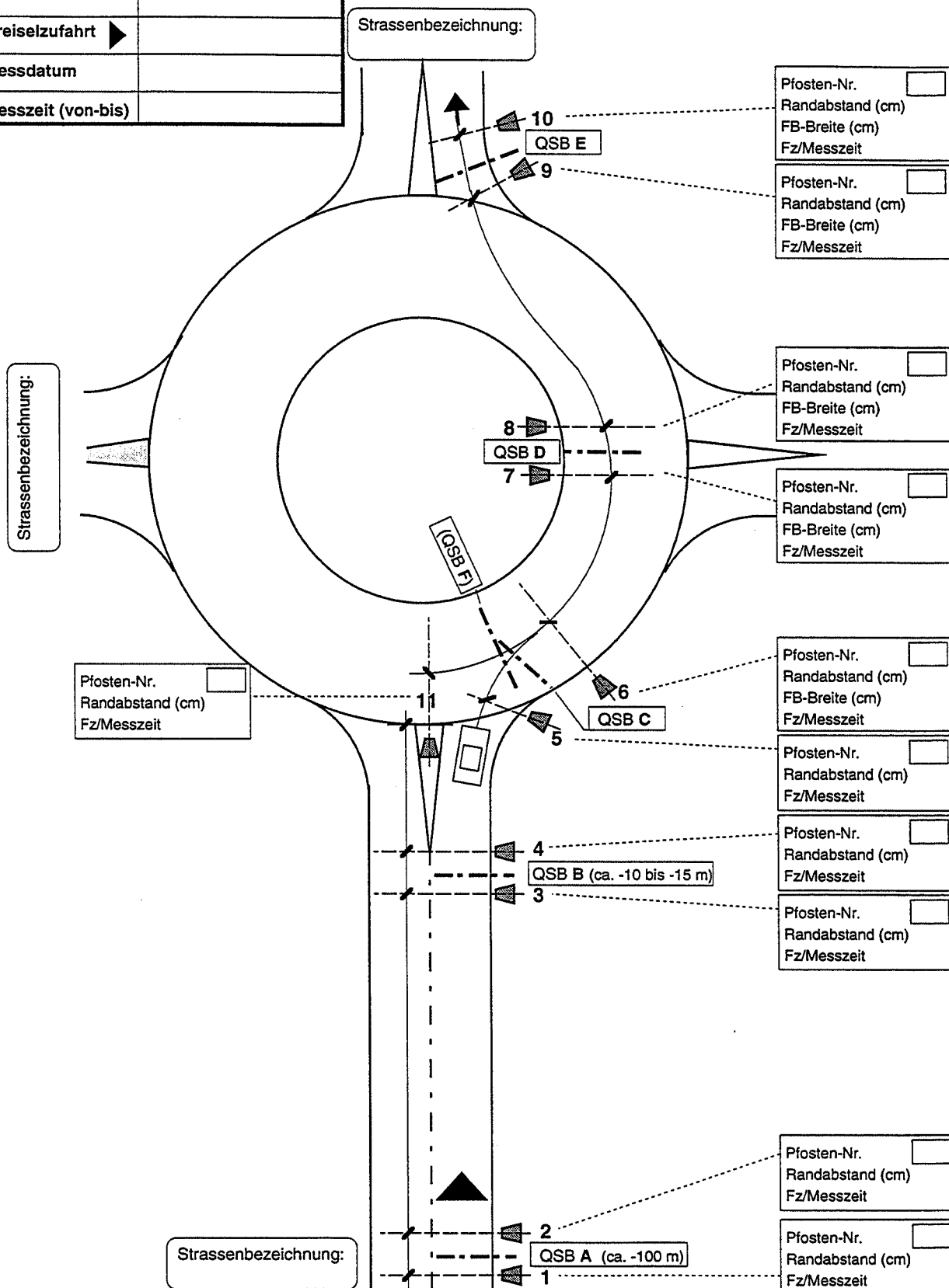
*.- nicht messbar (z.B. infolge Nachbarknoten)

Nr.	Neigung + Steig - Gef	Knoten- sichtweite	Einfahrtsb. einsehbar?	Gestaltung	Gesamt- belastung	Bel. Spitz.std. minl. maxl.	Aussen- durchim.	Winkel zw. Kreiarmlen	Form	Breite	Ausfahrts- radius	Fahstreifenbreite Ausfahrt
1	0/-1/0/-2	15/30/10/50	10/60/20/30	flach/12cm	5'500	40 290	22.90	90	Kreis	7.30	16/14/14/14	-
2	0/+8/0/-7	20/40/18/10	25/35/20/15	Pflasterterring	3'000	50 100	26.00	80/100	Kreis	5.0 + 2.0	10	- /4.50/-5
5	0/0/-3/0	25/10/25/8	37/15/110/120	Holzbo./prov.	18'500	180 760	25.00	70/130/70/90	Kreis	6.30	65/20/20/10	5.0/4.0/4.5/5.0
6	-3/-1/+3/+3	20/25/40/25	30/15/100/50	Rasengitter	13'300	190 480	28.00	90	Kreis	6.00	10/14/10/12	6.0/5.0/5.0/5.5
7	0/+1/+3	100/75/15	30/110/20	Pflasterterring	13'100	240 560	26.00	140/100/120	Kreis	6.0 + 1.0	27/27/14	4.50
8	±0	55/110/55/60	65/40/90/120	Pflasterterring	12'500	110 420	37.00	75/115	Kreis	6.5 + 3.0	8/13/18/18	5.00
9	+1/+3/0/-1	25/90/100/167	32/200/95/-	Pflast./40cm	11'000	140 280	29.50	85/95/85/95	Kreis	6.5 + 1.5	28/11/40/11	5.0/4.5/5.0/5.5
10	-1/0/+3/0	48/56/33/24	25/167/38/33	Rasengitter	21'000	70 830	27.50	90	Kreis	6.75	15/30/15/30	4.75/5.0/3.75/5
12	0/+3/-1/-3	120/40/40/60	110/45/80/133	erhöht/30cm	13'000	40 700	28.0/29.0	100/80/95/85	Kreis	6.00/8.50	28/28/10/30	4.0/4.5/4.5/4.5
13	±0	40/25/10/8	30/20/10/7	Rasengitter	15'500	220 530	24.00	90	Kreis	6.00	10	4.4/4.5/4.4/4.7
14	±0	80/30/40/30	90/25/50/40	Rasengitter	8'500	40 370	26.00	85/95	Kreis	6.50	17/13/17/13	5.0/4.0/5.0/4.0
15	+3/+3/-1	150/125/10	30/40/15	Pflast./hoch	21'900	490 1060	29.00	90/145	Kreis	7.00	12/13/11	4.0/4.0/4.0
17	4/4/-5/-3	40/9/10/25	65/12/15/15	Pflast./hoch	8'800	60 380	32.00	80/70/95/110	Minsele oval	6.0/8.0 + 1.0	30/10/13/15	4.5/-4.5/-
20	0/-1/+1/0	250/80/50/46	74/76/95/71	flach/prov.	22'800	430 700	32.20	85/95/85/95	Kreis	8.00	23/13/15/9	4.6/4.9/4.6/5.1
21	±0	52/50/22/28	80/64/56/37	flach/prov.	11'100	160 420	30.00	115/65/120/60	Kreis	7.00	5/50/7/-	5/5.5/5/4.5
22	+1/+1/-1/0	40/10/150/110	120/15/167/20	flach/5cm	24'200	240 1020	29.00	90/90/90/90	Kreis	8.00	20/13/16/40	5/4.5/4.5/5.2
23	±0	42/25/25/75	34/37/30/60	Pflasterterring	9'000	90 320	20.00	105/105/60/90	Kreis	5.0 + 3.0	20/25/18/7	3.6/4.3/4.0/3.5
24	+1/+2/-1/-2	70/20/20/15	60/30/50/27	Pflast./40cm	18'000	110 780	34.00	90	Kreis	8.50 + 1.20	50/20/20/40	4.5
25	0/-1/+1/+1	15/20/15/15	25/40/36/30	Pflast./30cm	6'000	40 200	32.00	85/95/85/95/-	Kreis	8.0 + 2.0	30	4.0
26	±0	30/25/167/10	50/40/167/14	Pflasterterring	4'300	40 180	28.00	85/85/85/105	Kreis	7.0 + 2.0	30/38/54/13	4/4/4.5/-
27	0/0/+3/0	15/12/12/11	30/20/15/65	Pflasterterring	6'200	50 200	30.00	85/85/90/100	Kreis	8.0 + 2.0	30/14/40/40	5/5/6/6
28	-6/0/+3/0	40/45/33/80	18/45/50/80	Holzbo./prov.	12'400	160 430	30.00	90/120/50/100	Kreis	8.00	9/9/44/8	5/6/4.5/5.5
29	-1/-1/+3/0	25/40/15/30	18/36/50/60	Holzbo./prov.	12'000	110 410	30.00	80/60/110/110	Kreis	8.00	16/6/±18	4.5/5.5/6/4.5
30	+1/-3/-3	19/22/-	62/55/-	flach/12cm	22'300	490 950	20.50	80/180/100	Kreis	8.00	45/18/8	6/6/7
31	0/0/-3/+1	10/150/20/70	50/32/40/167	flach/14cm	20'900	110 990	30.00	85/70/135/70	Kreis	11.00	8/8/5/12	-/8/8
35	±0	9/10/58	25/20/47	Pflast./hoch	20'000	520 900	24.00	100/130/130	Kreis	7.00 + 1.00	48/21/26	4.5/4.5/4.8
36	0/+3/-1/-3	10/10/23/18	19/15/21/22	flach/10cm	4'700	70 220	29/25	140/50/65/105	Ellipse	7.00 / 9.00	10/18/8/8	4/4/3.5/4
38	+1/+3/-1/-3	140/200/40/180	380/110/320/120	flach/15cm	29'300	-	39.00	115/85/55/125	Kreis	8.00	20/20/20/8	5/4/5/5
39	+3/+1/-3/-1	100/30/8/15	145/120/180/45	flach/5cm	15'800	-	44.00	55/135/115/55	Kreis	7.50	18/8/12/6	3.5/3.5/4/4
40	+3/+3/-3	-/43/22/-	-/48/26	Pflast./3cm	16'200	230 480	32.00	95/80/185	Kreis	8.00 + 1.00	40/30/30	5/5/5.5
43	-1/0/0	167/120/30	42/37/19	Pflasterterring	20'500	20 1060	30.00	115/105/140	Kreis	8.00 + 2.00	12/12/45	4.7/4.6/4.1
44	-5/-3/-1/+3	230/25/100/170	200/26/140/167	Pflast./flach	20'400	100 200	31.00	100/90/90/80	Kreis	7.00 + 2.00	10/40/15/40	-/5/5/5

ANHANG 4.1

MESSANORDNUNG für "Hinverkehr" (Kanal A-B)

VSS - FA 17/93	
Kreisel - Nr.	
Kreisel - Name	
Kreiselzufahrt	
Messdatum	
Messzeit (von-bis)	



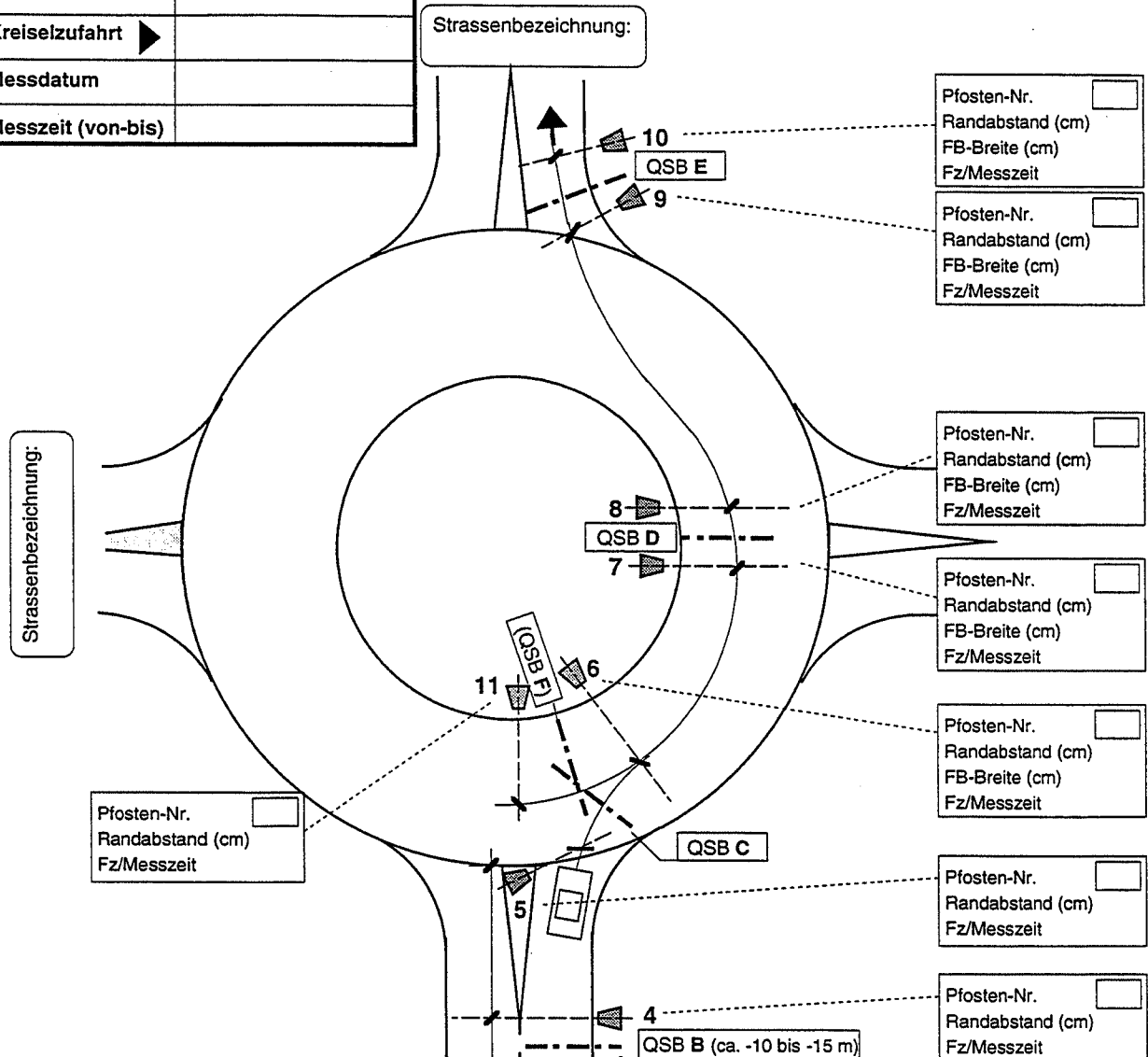
ANHANG 4.2

VSS - FA 17/93	
Kreisel - Nr.	
Kreisel - Name	
Kreiselfahrt	
Messdatum	
Messzeit (von-bis)	

MESSANORDNUNG

für "Gegenverkehr" (Kanal B-A)

Nur möglich, wenn Insel in der Zufahrt!



Legende:

Pfeilen- ort Nr.	Querschnitts- bereich (QSB)	AUSWERTUNGEN V- Verteilung	Spur- Verteilung	V - Bereich für Korrelation (km/h)	Bemerkungen
1	QSB A	X	-	20+70	Erfassung der ANNÄHERUNGSGeschwindigkeit (von Kreisel nicht beeinflusst)
2					
3	QSB B	X	-	10+50	Erfassung der ZUFAHRTSGeschwindigkeit
4					
5	QSB C	X	X	5+30	Erfassung der EINFAHRTSGeschwindigkeit; Spurverteilung nur am Pfeilenort 6 auswerten
6					
7	QSB D	X	X	10+50	Erfassung der KREISELgeschwindigkeit; Spurver- teilung nur an einem der Pfeilenorte auswerten
8					
9	QSB E	X	X	15+60	Erfassung der AUSFAHRTSGeschwindigkeit; Spur- verteilung nur an einem der Pfeilenorte auswerten
10					
11	(QSB F)	(X)	-	(10+50)	Pfeilenort 11 nur möglich, wenn Insel in der Zufahrt vorhanden
(6)					

ANHANG 4.3

Äste																							
Ast-Nr.	Richtung	Name	V sig	Durchsicht	QSB A			QSB B			L AB	Verz. AB		QSB C			QSB D			QSB E			
					V 50	V85	S	V 50	V85	S		V 50	V85	S	V 50	V85	S	V 50	V85	S	V 50	V85	S
5.2	Süd	Zürcherstr.	50 ja		42.00	48.00	6.90	22.00	30.00	7.20	93.05	0.53	16.00	26.00	8.40	27.00	35.00	7.80	29.00	34.00	6.00		
5.3	Ost	Mühlebergstr.	50 ja		38.00	44.00	6.40	18.00	22.00	4.50	86.23	0.50	18.00	36.00	14.50	20.00	24.00	5.00	31.00	37.00	6.60		
9.1	West	Limmattaletstr. W	60 nein		55.00	66.00	6.60	28.00	33.00	6.60	86.60	1.00	24.00	32.00	7.60	26.00	31.00	7.10	31.00	36.00	4.90		
9.3	Ost	Limmattaletstr. O	60 nein		58.00	66.00	8.30	26.00	32.00	7.00	71.95	1.44	25.00	30.00	7.60	22.00	28.00	7.00	33.00	37.00	6.00		
10.2	Süd	Pfäffikon	50 teilweise		48.00	52.00	6.10	28.00	34.00	6.80	87.93	0.67	24.00	30.00	7.30	27.00	37.00	10.60	36.00	43.00	7.30		
10.4	Nord	Kempthal	50 nein		51.00	57.00	9.20	27.00	34.00	8.30	79.65	0.91	21.00	28.00	9.00	30.00	38.00	10.70	28.00	37.00	8.40		
12.4	Nord	Ostring Nord	60 nein		45.00	54.00	10.20	24.00	32.00	7.70	80.00	0.70	22.00	27.00	5.90	25.00	33.00	9.20	8.00	28.00	14.20		
22.1	West	Bernerstr. W	50 teilweise		42.00	51.00	11.40	18.00	29.00	8.40	90.00	0.62	20.00	25.00	6.90	19.00	31.00	11.10	33.00	41.00	11.90		
24.3	Ost	Rue du Calro	50 nein					28.00	36.00	9.00				16.00	26.00	10.50	23.00	29.00	9.00	31.00	36.00	5.70	
24.4	Nord	R. Riaz N	60 nein		50.00	59.00	9.40	23.00	31.00	8.30	89.95	0.85	21.00	28.00	8.20	22.00	31.00	9.80	31.00	36.00	7.30		
26.2	Süd	du Stade	50 nein		46.00	54.00	10.50	28.00	33.00	6.30	52.50	0.98	22.00	28.00	8.40	20.00	26.00	8.10	30.00	35.00	7.90		
26.3	Ost	Morlon O	50 nein		53.00	66.00	13.70	30.00	37.00	7.30	92.45	0.80	28.00	35.00	7.50	23.00	37.00	11.40	33.00	39.00	6.80		
43.2	Süd	Luzernerstr.	50 ja		39.00	46.00	7.40	26.00	36.00	9.70	83.55	0.39	24.00	32.00	7.90	30.00	36.00	7.70					
43.3	Ost	Zugerstr.	50 ja		24.00	32.00	8.70	23.00	31.00	7.40	70.75	0.03	22.00	28.00	5.90	19.00	24.00	6.20	26.00	32.00	9.20		
44.2	Süd	zur Autobahn	60 ja		56.00	64.00	9.40	27.00	35.00	8.80	104.00	0.89	21.00	27.00	6.80	26.00	34.00	8.50	31.00	37.00	3.90		
44.3	Ost	Hinterbergstr.	60 ja		56.00	64.00	9.20	29.00	37.00	10.10	85.75	1.03	23.00	29.00	6.50	23.00	29.00	7.20	33.00	40.00	8.20		

Verkehrs- und Unfalldaten

[illegible]

Verkehrsbelastungen										Unfallstatistik			Verkehrsbelastung														
Nr.	Ibf-Nr.	Kt	Gemeinde	Lage	V(lini)l km/h	Ibfetabnahme Mtl.	Betrieb Jahr	Anz. In Mtl.	Äste	Grundlage	Zählung	Knoten- belastung (DTV)	Fahrlleistung Kreiszel In Mio. Fz	Knoten- belastung Fz/h	Verun- fälle	Äste Ast-Nr.	Richt- tung	Name	Anz. Spuren	Einr. Ausf.	Quer- schnitt		Kreiszel fehrb.	Fahrl- leistung In Mio Fz.	Fg.		
																					Fz/h	Fz/h				Fz/h	Fz/h
17	4008	BE	Biel	I.o.	50	5	88	79	4	Abendsp.	Jun 85	17765	42.69	1870	18	7	17.1	West	Bruggstr. West A. Mosenstr.	1	770	610	1380	31.5	160	3.65	Ja
																	17.2	Süd		1	120	80	200	4.57	850	19.4	nein
																	17.3	Ost	Poststrasse	1	700	670	1370	31.27	120	2.74	Ja
20	4015	BE	Lengenthal	I.o.	50	5	89	67	4	Abendsp.	Okf 95	21660	44.14	2280	32	6	20.1	Nord	Brüggerstr. O Bützberg/Bern	1	280	510	790	18.03	500	11.41	Ja
																	20.1	West		1	620	550	1170	22.85	520	10.07	nein
																	20.2	Süd	Lengenthal	1	700	670	1370	26.52	510	9.87	Ja
																	20.3	Ost	Roggwil/Zürich	1	430	220	650	12.58	900	17.42	Ja
																	20.4	Nord	Aarwangen	1	530	840	1370	26.62	500	9.68	nein
21	4021	BE	Moudier	I.o.	50	10	89	62	4	Mittagssp.	Jun 88	15561	29.35	1170	19	8	21.1	West	Rue Industrielle	1	420	250	670	16.8	211	5.29	Ja
																	21.2	Süd	Rue Vinduc	1	170	120	290	7.27	531	13.32	Ja
																	21.3	Ost	Rue de la poste	1	420	540	960	24.08	168	4.16	Ja
																	21.4	Nord	Rue moulin	1	160	250	420	10.53	271	6.8	Ja
22	4023	BE	Steffisburg	I.o.	50	11	86	97	4	Abendsp.	Mai 87	24192	71.38	2520	66	30	22.1	West	Bernerstr. W	1	1020	970	1990	56.36	280	11.1	Ja
																	22.2	Süd	Schwallbarr.	1	460	400	860	24.36	845	33.51	Ja
																	22.3	Ost	Bernerstr. O	1	800	830	1630	46.17	480	19.03	Ja
																	22.4	Nord	Stockhornstr.	1	240	320	560	15.86	950	37.67	Ja
																	23.1	West	Westquartier	1	90	220	310	9.24	330	13.77	Ja
																	23.2	Süd	Seefeld	1	210	330	540	16.1	260	10.85	Ja
																	23.3	Ost	Behrhorplatz	1	320	150	470	14.01	160	6.68	Ja
																	23.4	Nord	Gelsenplatz	1	240	160	400	11.92	320	13.35	Ja
24	7003	FR	Bûle	I.o.	50	8	89	64	4	Abendsp.	1991	18000	36.04	1800	4	2	24.1	West	Routa Dardens	1	150	85	235	4.57	820	22.35	Ja
																	24.2	Süd	Riaz S	1	780	870	1650	32.12	100	2.73	Ja
																	24.3	Ost	Rue du Carro	1	110	95	205	3.99	795	21.67	Ja
																	24.4	Nord	R. Riaz N	1	760	750	1510	29.39	140	3.82	Ja
25	7004	FR	Bûle	I.o.	50	8	89	64	4	Abendsp.	Okf 95	5472	10.65	570	1	0	25.1	West	Rue du Carro W	1	180	250	430	8.04	40	1.05	Ja
																	25.2	Süd	R. P. Alex S	1	200	170	370	6.91	100	2.62	Ja
																	25.3	Ost	Rue du Carro O	1	150	120	270	5.05	220	5.76	Ja
																	25.4	Nord	R. P. Alex N	1	40	30	70	1.31	300	7.85	Ja
26	7006	FR	Bûle	I.o.	50	8	89	64	4	Abendsp.	1991	4300	8.37	430	1	0	26.1	West	Morton W	1	180	210	390	7.69	15	0.41	Ja
																	26.2	Süd	du Stade	1	40	30	70	1.36	160	4.36	Ja
																	26.3	Ost	Morton O	1	120	120	240	4.67	85	2.32	Ja
																	26.4	Nord	Routa Verdel	1	90	70	160	3.11	120	3.27	nein
27	7008	FR	Bûle	I.o.	50	8	89	64	4	Abendsp.	1991	6200	12.07	620	4	0	27.1	West	Château W	1	50	60	110	2.14	240	6.54	Ja
																	27.2	Süd	Léchère S	1	200	190	390	7.59	115	3.13	Ja
																	27.3	Ost	Château O	1	200	200	400	7.79	115	3.13	Ja
																	27.4	Nord	Léchère N	1	170	170	340	6.62	140	3.82	Ja
28	7010	FR	Bûle	I.o.	50	8	89	64	4	Abendsp.	1991	12400	24.14	1240	5	3	28.1	West	Rue Poleme	1	160	110	270	5.26	580	15.81	Ja
																	28.2	Süd	Condem S	1	410	560	970	18.88	165	4.5	Ja
																	28.3	Ost	Routa Morton	2	240	220	460	8.95	360	9.81	Ja
																	28.4	Nord	Condem. N	1	430	350	780	15.18	250	6.81	Ja
29	7011	FR	Bûle	I.o.	50	8	89	64	4	Abendsp.	1991	12000	23.36	1200	3	1	29.1	West	Rue Tissot	1	140	130	270	5.26	560	15.26	Ja
																	29.2	Süd	Condem. S	1	350	550	900	17.52	150	4.09	Ja
																	29.3	Ost	Cherlin Boul.	1	110	110	220	4.28	380	10.38	Ja
																	29.4	Nord	Condem. N	1	600	410	1010	19.66	100	2.73	Ja
30	7016	FR	Fribourg	I.o.	50	5	89	67	3	Morgensp.	Nov 89	31248	63.68	2232	28	4	30.1	West	Zähringen	2	492	1484	1976	56.38	92	2.62	Ja
																	30.2	Süd	Bourgon	2	788	172	960	27.39	412	11.76	Ja
																	30.3	Ost	Bern	2	952	576	1528	43.6	624	17.8	Ja

Verkehrs- und Unfalldaten

Verkehrsleistungen										Unfallkategorien				Verkehrsbelastung													
Nr.	Bfu-Nr.	Kl	Gemeinde	Lage	V(liniell) km/h	Inbetriebnahme Mtl.	Anz. in Mtl.	Betrieb	Anz.	Grundlage	Zählung	Knoten- belastung (DTV)	Fahrgast- Kreisel In Mio. Fz	Knoten- belastung Fz/h	Verun- falle	Aste	Rich- tung	Name	Anz. Spuren	Einf., Zufahrt	Fz/h	Quer- schnitt Fz/h	Fahr- leistung In Mio Fz	Kreisel fahrb. Fz/h	Fahr- leistung In Mio Fz.	Fg.	
31	7018	FR	Chamettes	i.o.	50	9	88	75	4	Abendsp.	Sep 87	20872	47.61	2197	11	6	31.1	West	Fonderie	1	985	601	1586	34.37	240	7.28	ja
																31.2	Süd	Musée	1	109	20	129	3.91	1200	36.41	ja	
																31.3	Ost	Marty	2	805	1729	2034	44.08	95	2.88	nein	
																31.4	Nord	Péroles	1	298	347	645	13.98	569	16.69	ja	
35	18004	SO	Dornach	i.o.	50/60	5	89	67	3	Abendsp.	Okf 95	18912	38.54	1970	5	3	35.1	West	Dornach	1	550	170	1320	25.82	270	5.28	ja
																35.2	Süd	Aeschheim	1	620	380	900	17.61	450	8.8	ja	
																35.3	Ost	Reinach	1	900	620	1720	33.65	190	2.93	nein	
36	18006	SO	Grenchen	i.o.	50	10	88	74	4	Abendsp.	Sep 87	4666	10.5	491	4	4	36.1	West	Kaslestr. W	1	220	151	371	7.93	76	1.63	ja
																36.2	Süd	Jaratrasse	1	115	163	278	5.94	133	2.84	ja	
																36.3	Ost	Kaslestr. O	1	74	131	205	4.38	117	2.5	ja	
																36.4	Nord	Tunnelstr.	1	82	46	128	2.74	145	3.1	ja	
38	21008	TI	Minno	i.o.	60	8	88	76	4	Abendsp.	Dez 96	29304	64.18	2640	6	3	38.1	West	Manno	1	1160	1260	2420	62.1	32	0.82	ja
																38.2	Süd	Industrie	1	104	24	128	3.11	1168	28.39	ja	
																38.3	Ost	Lemore	1	644	652	1296	31.5	644	15.65	ja	
39	21009	TI	Mendrisio	i.o.	50	1	90	59	5	Abendsp.	Dez 96	20646	47.73	1860	5	2	39.1	West	N2/Lugano	1	564	608	1172	23.35	216	4.3	ja
																39.2	Süd	Spital	1	464	388	852	21.86	392	10.06	ja	
																39.3	Ost	Generoso	1	608	416	1024	26.28	608	15.6	ja	
																39.4	Nord	Museo	1	220	444	664	17.04	604	15.5	ja	
40	24001	VS	Brig-Glis	i.o.	50	1	90	59	3	14 bis 15	Okf 95	19684	35.32	1480	4	1	40.1	West	Visp	1	520	460	980	23.39	420	10.02	nein
																40.2	Süd	Glessmatt	1	630	410	940	22.44	380	9.07	ja	
																40.3	Ost	Nellers	1	430	610	1040	24.82	50	1.19	nein	
43	25002	ZG	Cham	i.o.	50	10	90	50	3	Abendsp.	Nov 90	20490	31.16	2049	9	5	43.1	West	Schulhausstr.	1	18	76	94	1.43	1128	17.12	ja
																43.2	Süd	Luernerstr.	1	630	913	1543	23.47	235	3.57	ja	
																43.3	Ost	Zugerstr.	1	1061	784	1845	28.06	87	1.32	ja	
																43.4	Nord	Singerstr.	1	340	276	616	9.37	871	13.25	ja	
44	25003	ZG	Steinhausen	a.o.	60/80	10	89	62	4	15 bis 16	Sep 95	18886	35.62	1420	31	5	44.1	West	Bibersee	1	100	140	240	6.02	580	14.55	nein
																44.2	Süd	zur Autobahn	1	400	400	800	20.07	280	7.02	nein	
																44.3	Ost	Hinterbergstr.	1	420	420	840	21.07	260	6.52	nein	
																44.4	Nord	Steinhausen	1	500	460	960	24.08	220	5.62	nein	
Anzahl Aster.																123											

ANHANG 6.1

Unfallziffern

Liste	Richtung	Fg.	Unfälle		Fussgänger	Ergebnisse		dav. 25 im Kr.	Auffahren	andere	Verunt.	Unfälle	total	Verunt.	Unfälle	Kreisverkehr		Zweiräder	Folgeunfälle		Parallel
			Unfälle	Scheider	Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.	Unfälle
1.1 West	ja	2	0	0,58	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0	0,58	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1.2 Süd	ja	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,44
1.3 Ost	ja	0	0	0,00	0	0,00	1	0,44	0	0,00	0	0,00	1	0	0,44	0	0,00	0	0,00	0	0,00
1.4 Nord	ja	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2.1 West	ja	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2.2 Süd	ja	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2.3 Ost	ja	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2.4 Nord	ja	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
5.1 West	ja	0	0	0,00	0	0,00	4	0,45	0	0,00	1	0,13	5	0	0,59	0	0,00	0	0,00	13	2,12
5.2 Süd	ja	0	0	0,00	0	0,00	14	2,20	0	0,00	1	0,18	14	2	1,20	1	0,23	0	0,00	0	0,00
5.3 Ost	ja	0	0	0,00	0	0,00	2	0,27	0	0,00	1	0,18	4	0	0,53	0	0,00	0	0,00	4	0,30
5.4 Nord	ja	2	0	0,12	0	0,00	4	0,30	1	0,06	2	0,06	8	0	0,55	0	0,00	0	0,00	3	0,34
6.1 West	ja	0	0	0,00	0	0,00	1	0,27	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	1	0,23	0	0,00	6	1,22
6.2 Süd	nein	0	0	0,00	0	0,00	2	0,60	0	0,00	0	0,00	2	0	0,60	1	0,23	0	0,00	1	0,25
6.3 Ost	nein	0	0	0,00	0	0,00	6	1,22	0	0,00	1	0,18	7	0	1,40	0	0,00	0	0,00	1	0,27
6.4 Nord	nein	0	0	0,00	0	0,00	1	0,25	0	0,00	0	0,00	1	0	0,25	0	0,00	0	0,00	0	0,00
7.1 West	ja	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,30	0	0,00	1	0	0,30	0	0,00	0	0,00	0	0,00
7.2 Süd	ja	1	0	0,16	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0	0,16	3	4,00	0	0,00	0	0,00
7.3 Ost	ja	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
8.1 West	nein	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
8.2 Süd	nein	0	0	0,00	0	0,00	1	0,47	0	0,00	0	0,00	1	0	0,47	0	0,00	1	0,00	1	0,47
8.3 Ost	nein	0	0	0,00	0	0,00	5	1,45	0	0,00	0	0,00	6	1	1,69	1	0,63	0	0,00	4	1,16
8.4 Nord	nein	1	1	0,23	0	0,00	3	1,78	1	0,21	0	0,00	9	1	2,03	0	0,00	0	0,00	3	0,77
9.1 West	ja	6	0	1,25	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,26
9.2 Süd	ja	1	0	0,22	0	0,00	1	0,22	0	0,00	0	0,00	2	0	0,47	0	0,00	0	0,00	3	0,77
9.3 Ost	ja	3	0	0,86	0	0,00	4	1,03	1	0,29	0	0,00	7	0	1,89	0	0,00	0	0,00	0	0,00
9.4 Nord	ja	0	0	0,00	0	0,00	1	0,32	0	0,00	0	0,00	1	0	0,32	0	0,00	0	0,00	3	1,78
10.1 West	ja	0	0	0,00	0	0,00	1	0,16	0	0,00	0	0,00	1	0	0,16	0	0,00	0	0,00	0	0,00
10.2 Süd	ja	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
10.3 Ost	ja	1	0	1,68	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0	1,68	0	0,00	0	0,00	0	0,00
10.4 Nord	ja	1	0	0,12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0	0,12	0	0,00	0	0,00	0	0,00
12.1 West	ja	0	0	0,00	0	0,00	2	0,78	0	0,00	2	0,14	4	0	1,82	0	0,00	0	0,00	1	0,21
12.2 Süd	ja	2	0	0,31	0	0,00	1	0,21	0	0,00	0	0,00	3	1	0,52	0	0,00	0	0,00	0	0,00
12.3 Ost	ja	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,78
12.4 Nord	ja	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0	0,09	0	0,00	0	0,00	0	0,00
13.1 West	ja	0	0	0,00	0	0,00	5	1,94	1	0,20	0	0,00	5	1	0,94	0	0,00	0	0,00	3	1,48
13.2 Süd	ja	0	0	0,00	0	0,00	3	1,48	0	0,00	0	0,00	3	1	0,48	1	0,20	0	0,00	2	0,28
13.3 Ost	ja	1	0	0,12	0	0,00	3	2,41	2	0,24	0	0,00	4	2	0,53	0	0,00	0	0,00	4	2,79
13.4 Nord	ja	0	0	0,00	0	0,00	5	2,98	0	0,00	0	0,00	5	2	0,98	0	0,00	0	0,00	5	1,94
14.1 West	ja	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
14.2 Süd	ja	0	0	0,00	0	0,00	1	0,35	1	0,33	0	0,00	1	0	0,35	0	0,00	0	0,00	0	0,00
14.3 Ost	ja	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
14.4 Nord	ja	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
15.1 West	ja	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,11	0	0	0,11	1	0,44	0	0,00	1	0,17
15.2 Süd	ja	2	0	0,27	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,27	2	1	0,31	0	0,00	0	0,00	0	0,00
15.3 Ost	ja	1	1	1,14	0	0,00	1	0,17	0	0,00	2	1	0,31	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4	1,89
17.1 West	ja	2	0	0,13	0	0,00	1	0,09	1	1	0,06	0	3	1	0,21	0	0,00	0	0,00	0	0,00
17.2 Süd	nein	0	0	0,00	0	0,00	4	1,89	0	0,00	0	0,00	4	1	0,89	0	0,00	0	0,00	0	0,00

ANHANG 6.2

Unfallziffern

Karte

Karte	Anz-Nr.	Richtung	Anfahrt		andere Unfälle		total Unfälle		Ausfahrtbereich		Fußgänger		Schleuder		Zweitrad auf Kreisverkehrbahn		Auffahren		andere Unfälle		total Unfälle		UZAI
			Verunf.	Unfälle	Verunf.	Unfälle	Verunf.	Unfälle	Verunf.	Unfälle	Verunf.	Unfälle	Verunf.	Unfälle	Verunf.	Unfälle	Verunf.	Unfälle	Verunf.	Unfälle	Verunf.	Unfälle	
1.1	West		0	0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
1.2	Süd		0	0.00	0	0 0.00	1	0 0.44	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
1.3	Ost		0	0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
1.4	Nord		0	0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
2.1	West		0	0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
2.2	Süd		0	0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
2.3	Ost		0	0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
2.4	Nord		0	0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
5.1	West		0	0.07	1	1 0.07	15	3 1.26	0	0 0.00	0	0 0.07	1	1 0.07	0	0 0.00	2	0 0.00	0	0 0.13	0	0 0.00	4
5.2	Süd		0	0.46	2	0 0.46	5	0 1.15	1	0 0.07	1	1 0.07	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
5.3	Ost		0	0.00	0	0 0.00	4	0 0.30	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
5.4	Nord		0	0.00	0	0 0.00	3	0 0.34	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
6.1	West		0	0.00	0	0 0.00	2	0 0.60	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
6.2	Süd		0	0.00	0	0 0.00	7	1 1.46	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
6.3	Ost		0	0.00	0	0 0.00	1	0 0.25	1	0 0.18	0	0 0.18	0	0 0.00	1	0 0.18	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.36	2
6.4	Nord		0	0.00	0	0 0.00	1	0 0.27	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
7.1	West		0	0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
7.2	Süd		0	0.00	0	0 0.00	3	2 4.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
7.3	Ost		0	0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
8.1	West		0	0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
8.2	Süd		0	0.00	0	0 0.00	2	1 0.86	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
8.3	Ost		0	0.00	0	0 0.00	4	0 1.16	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
8.4	Nord		0	0.00	1	0 0.63	2	0 1.25	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
9.1	West		0	0.00	0	0 0.00	1	0 0.26	1	0 0.21	0	0 0.21	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	1	0 0.21	1
9.2	Süd		0	0.00	0	0 0.00	3	0 0.77	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
9.3	Ost		0	0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
9.4	Nord		0	0.00	0	0 0.00	3	1 0.76	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
10.1	West		0	0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
10.2	Süd		0	0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	1	1 0.10	0	0 0.00	0	0 0.10	1	1 0.10	1
10.3	Ost		0	0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
10.4	Nord		0	0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
12.1	West		0	0.00	0	0 0.00	1	1 0.21	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
12.2	Süd		0	0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
12.3	Ost		0	0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
12.4	Nord		0	0.00	1	0 1.40	3	0 2.27	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
13.1	West		0	0.00	0	0 0.00	3	1 0.48	1	0 0.20	0	0 0.20	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	1	0 0.20	1
13.2	Süd		0	0.00	0	0 0.00	3	2 0.47	1	0 0.15	0	0 0.15	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.15	1	0 0.15	1
13.3	Ost		0	0.00	0	0 0.00	4	2 0.79	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
13.4	Nord		0	0.00	0	0 0.00	5	1 0.94	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
14.1	West		0	0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	1	1 0.36	1	0 0.00	0	0 0.36	0	0 0.36	2
14.2	Süd		0	0.00	0	0 0.00	2	0 1.17	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	1	0 0.26	0	0 0.00	0	0 0.26	1	0 0.26	1
14.3	Ost		0	0.00	1	0 0.39	1	0 0.39	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
14.4	Nord		0	0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
15.1	West		1	0.44	1	0 0.44	3	1 1.33	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
15.2	Süd		0	0.00	1	0 0.18	2	0 0.35	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
15.3	Ost		0	0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0
17.1	West		0	0.00	1	0 0.27	5	1 1.17	1	0 0.06	1	1 0.06	1	1 0.06	1	1 0.06	0	0 0.00	0	0 0.00	3	2 0.19	3
17.2	Süd		0	0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0	0 0.00	0

ANHANG 6.3

Unfallziffern

Stoß	Richtung	Fg.	Unfälle		Fußgänger	Einbelegunfälle mit		dav. ZR in Kz.	Aufleihen	andere	total		Kreisfahrbahn	Zweiter	Folgeunfall	Parallel
			Unfälle	Verunf.	Unfälle	Verunf.	Unfälle	Verunf.	Unfälle	Verunf.	Unfälle	Verunf.	Unfälle	Verunf.	Unfälle	Verunf.
17.3 Ost	ja	0	0.13	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.22	0	0.00	0
17.4 Nord	ja	0	0.00	0	0.00	1	0.10	1	0.11	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
20.1 West	nein	0	0.00	0	0.00	4	0.36	1	0.09	2	0.18	0	0.54	0	0.00	0
20.2 Süd	ja	0	0.00	0	0.00	4	0.32	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
20.3 Ost	ja	1	0.16	0	0.00	12	3.13	3	2.48	0	0.00	0	1.59	0	0.00	0
20.4 Nord	nein	0	0.00	0	0.00	5	0.41	0	0.00	1	0.08	0	0.38	0	0.00	0
21.1 West	ja	1	0.12	0	0.00	2	0.27	1	0.12	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
21.2 Süd	ja	1	0.28	0	0.00	3	0.57	1	0.28	0	0.00	0	0.84	1	0.00	0
21.3 Ost	ja	0	0.00	0	0.00	1	0.10	0	0.00	0	0.00	0	0.16	0	0.00	0
21.4 Nord	ja	0	0.04	0	0.00	1	0.18	0	0.00	0	0.00	0	0.74	1	0.00	0
22.1 West	ja	1	0.33	0	0.00	11	7.66	4	5.33	4	0.04	0	1.34	3	0.00	0
22.2 Süd	ja	0	0.00	0	0.00	2	0.09	1	0.04	1	0.00	0	0.13	0	0.00	0
22.3 Ost	ja	1	0.13	0	0.00	15	7.19	5	5.63	1	0.13	0	1.44	0	0.00	0
22.4 Nord	ja	1	0.22	0	0.00	3	1.48	1	0.22	0	0.00	0	0.23	0	0.00	0
23.1 West	ja	0	0.00	0	0.00	2	0.23	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
23.2 Süd	ja	0	0.00	0	0.00	20	12.89	8	8.14	0	0.00	0	2.89	0	0.00	0
23.3 Ost	ja	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.17	0	0.00	0
23.4 Nord	ja	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
24.1 West	ja	0	0.00	0	0.00	1	0.09	0	0.00	1	0.06	0	0.15	0	0.00	0
24.2 Süd	ja	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
24.3 Ost	ja	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
24.4 Nord	ja	1	0.07	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
25.1 West	ja	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
25.2 Süd	ja	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
25.3 Ost	ja	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
25.4 Nord	ja	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
26.1 West	ja	0	0.00	0	0.00	1	0.83	0	0.00	0	0.00	0	0.83	0	0.00	0
26.2 Süd	ja	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
26.3 Ost	ja	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
26.4 Nord	nein	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
27.1 West	ja	0	0.00	0	0.00	2	1.08	0	0.00	0	0.00	0	1.08	0	0.00	0
27.2 Süd	ja	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
27.3 Ost	ja	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
27.4 Nord	ja	0	0.00	0	0.00	1	0.22	1	0.38	0	0.00	0	0.22	0	0.00	0
28.1 West	ja	0	0.00	0	0.00	3	1.36	1	0.11	0	0.00	0	0.36	0	0.00	0
28.2 Süd	ja	0	0.00	0	0.00	1	0.18	0	0.00	0	0.00	0	0.18	0	0.00	0
28.3 Ost	ja	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
28.4 Nord	ja	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
29.1 West	ja	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
29.2 Süd	ja	0	0.00	0	0.00	3	1.41	1	1.11	0	0.00	0	0.41	0	0.00	0
29.3 Ost	ja	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
29.4 Nord	ja	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
30.1 West	ja	0	0.00	0	0.00	12	3.65	1	1.04	3	0.11	0	0.76	0	0.00	0
30.2 Süd	ja	0	0.00	0	0.00	1	0.08	1	0.07	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
30.3 Ost	ja	0	0.00	0	0.00	3	0.14	0	0.00	1	0.05	2	0.28	2	0.00	0
31.1 West	ja	0	0.00	0	0.00	2	0.14	2	2.12	0	0.00	0	0.14	0	0.00	0
31.2 Süd	ja	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
31.3 Ost	nein	0	0.00	0	0.00	1	0.07	0	0.00	0	0.00	0	0.07	0	0.00	0

ANHANG 6.4

Unfallziffern

Äste	Richtung	Einfaht	andere	total	Ausfahrbereich	Fußgänger	Zweirad auf Kreiselfahrbahn	Auffahren	andere	total	Verunf.	UZA
Äst-Nr.		Verunf.	UZA	UZA	Schleuder	Verunf.	UZA	Verunf.	UZA	Verunf.	UZA	UZA
17.3 Ost		0	0,00	0	1	0,10	0	0,06	0	0,00	0	0,06
17.4 Nord		0	0,00	0	1	0,09	0	0,00	0	0,00	0	0,00
20.1 West		0	0,00	4	0	0,32	0	0,00	0	0,00	0	0,00
20.2 Süd		0	0,00	11	3	1,31	1	0,08	0	0,00	0	0,08
20.3 Ost		0	0,00	4	0	0,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00
20.4 Nord		0	0,00	3	1	0,27	2	0,15	0	0,00	0	0,15
21.1 West		0	0,00	3	2	0,57	0	0,00	1	0,12	0	0,12
21.2 Süd		0	0,00	3	0	0,25	0	0,00	0	0,00	0	0,00
21.3 Ost		0	0,00	1	0	0,18	2	1	0,08	1	0,08	0,42
21.4 Nord		0	0,00	2	1	0,27	0	0,00	1	0,19	0	0,38
22.1 West		0	0,00	11	6	0,74	0	0,00	0	0,00	0	0,00
22.2 Süd		0	0,00	4	1	0,13	0	0,00	0	0,00	0	0,00
22.3 Ost		0	0,00	16	7	1,27	0	0,00	0	0,00	0	0,00
22.4 Nord		0	0,00	11	4	0,48	1	0,13	0	0,00	0	0,13
23.1 West		0	0,00	20	0	0,23	0	0,00	0	0,00	0	0,00
23.2 Süd		0	0,00	0	12	2,89	0	0,00	1	0,12	0	0,12
23.3 Ost		0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
23.4 Nord		0	0,00	3	1	0,48	0	0,00	0	0,00	0	0,00
24.1 West		0	0,00	0	0	0,09	0	0,00	0	0,00	0	0,00
24.2 Süd		0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
24.3 Ost		0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
24.4 Nord		0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
25.1 West		0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
25.2 Süd		0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
25.3 Ost		0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
25.4 Nord		0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
26.1 West		0	0,00	1	0	0,83	0	0,00	0	0,00	0	0,00
26.2 Süd		0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
26.3 Ost		0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
26.4 Nord		0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
27.1 West		0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
27.2 Süd		0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
27.3 Ost		0	0,00	1	0	0,32	0	0,00	0	0,00	0	0,00
27.4 Nord		0	0,00	2	0	1,08	1	0,30	0	0,00	0	0,30
28.1 West		0	0,00	3	1	0,38	0	0,00	0	0,00	0	0,00
28.2 Süd		0	0,00	1	1	0,18	0	0,00	0	0,00	0	0,00
28.3 Ost		0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
28.4 Nord		0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
29.1 West		0	0,00	3	1	0,41	0	0,00	0	0,00	0	0,00
29.2 Süd		0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
29.3 Ost		0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
29.4 Nord		0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
30.1 West		0	0,00	1	0	0,46	0	0,00	0	0,00	0	0,00
30.2 Süd		0	0,00	3	0	0,14	0	0,00	0	0,00	0	0,00
30.3 Ost		0	0,00	14	3	0,77	0	0,00	0	0,00	0	0,05
31.1 West		0	0,00	1	0	0,14	0	0,00	0	0,00	0	0,06
31.2 Süd		0	0,00	1	0	0,07	0	0,00	0	0,00	0	0,00
31.3 Ost		0	0,00	2	2	0,81	2	0,08	0	0,00	0	0,08

ANHANG 6.5

Unfallziffern

Äste	Richtung	Fg.	Unfälle		Fussgänger	Einbiegeunfälle mit		dav. ZR im Kz.		Auffahren		andere		total		Kreisfahrbahn Schleuder		Zweifelder		Folgefahrricht		Parallel	
			Entfernungsbereich			Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.		
			Schleuder	Unfälle																			Unfälle
			Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.	Unfälle	Verunt.	
31.4 Nord	ja		0	0,00	0	0,00	1	0,11	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,11	1	0,06	0	0,00	2	0,14	0
35.1 West	ja		0	0,00	0	0,00	2	0,19	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	1	0,19	0	0,00	0	0,00	0	
35.2 Süd	ja		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	1	0,23	0	0,00	0	
35.3 Ost	nein		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	1	0,34	0	0,00	2	
36.1 West	ja		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
36.2 Süd	ja		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,34	0	0,00	1	0,34	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
36.3 Ost	ja		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,58	
36.4 Nord	ja		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
38.1 West	ja		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	1	1,22	0	0,00	0	
38.2 Süd	ja		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
38.3 Ost	ja		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	1	0,06	0	0,00	0	
38.4 Nord	ja		0	0,00	0	0,00	1	0,06	0	0,00	2	0,11	0	0,00	3	0,18	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
39.1 West	ja		0	0,00	0	0,00	3	0,32	1	0,09	1	0,08	0	0,00	4	1	0,41	0	0,00	0	0,00	0	
39.2 Süd	ja		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
39.3 Ost	ja		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	1,21	
39.4 Nord	ja		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
40.1 West	nein		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
40.2 Süd	ja		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
40.3 Ost	nein		4	1	0,32	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4	1	0,32	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
43.1 West	ja		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
43.2 Süd	ja		0	0,00	0	0,00	1	0,11	0	0,00	1	0,09	0	0,00	2	0,20	1	0,28	0	0,00	0	0,00	
43.3 Ost	ja		0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,07	0	0,00	1	0,07	0	0,00	0	0,00	1	0,16	
43.4 Nord	ja		0	0,00	0	0,00	1	0,16	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,16	0	0,00	0	0,00	0	0,47	
44.1 West	nein		0	0,00	0	0,00	5	1,04	0	0,00	0	0,00	0	0,00	5	1	1,04	0	0,00	0	0,00		
44.2 Süd	nein		2	0,20	0	0,00	1	0,11	0	0,00	1	0,10	0	0,00	4	1	0,41	0	0,00	2	0,21	0	
44.3 Ost	nein		0	0,00	0	0,00	2	0,21	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0	0,21	0	0,00	15	1,49	0	
44.4 Nord	nein		0	0,00	0	0,00	15	1	1,49	0	0,00	1	0,08	0	0,00	16	2	1,57	0	0,00	5	1,04	
123			13	0	0	65	21	16	15	4	1	0	94	25	3	1	0	0	0	51	16	4	
			13	1	0	56	16	8	8	3	0	0	77	20	17	5	0	0	0	54	19	3	
			13	2	0	62	21	16	13	5	2	0	83	25	5	2	0	0	0	66	18	1	
			7	3	0	56	12	7	6	8	1	0	71	16	2	0	0	0	0	46	14	1	

ANHANG 6.6

Unfallziffern

Äste	Ast-Nr.	Richtung	einfahrt		andere	total		Ausfahrtbereich		Fußgänger		Zweites auf Kreiselfahrbahn		Auffahren		andere		total	
			Verunf.	Unfälle	Unfälle	Verunf.	Unfälle	Schleuder	Unfälle	Verunf.	Unfälle	Unfälle	Verunf.	Unfälle	Verunf.	Unfälle	Verunf.	Unfälle	Unfälle
	31.4	Nord	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	35.1	West	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	35.2	Süd	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	35.3	Ost	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	36.1	West	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	36.2	Süd	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	36.3	Ost	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	36.4	Nord	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	38.1	West	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	38.2	Süd	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	38.3	Ost	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	38.4	Nord	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	39.1	West	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	39.2	Süd	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	39.3	Ost	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	39.4	Nord	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	40.1	West	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	40.2	Süd	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	40.3	Ost	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	43.1	West	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	43.2	Süd	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	43.3	Ost	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	43.4	Nord	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	44.1	West	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	44.2	Süd	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	44.3	Ost	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	44.4	Nord	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
123			1	4	1	62	19	3	0	2	2	3	3	2	0	1	0	11	5
			0	3	0	77	24	3	1	2	2	4	4	3	1	1	0	13	8
			1	4	1	76	20	8	5	1	1	4	2	1	1	1	0	15	9
			0	2	0	51	14	5	0	2	2	1	0	0	0	2	2	10	4

ANHANG 7.1

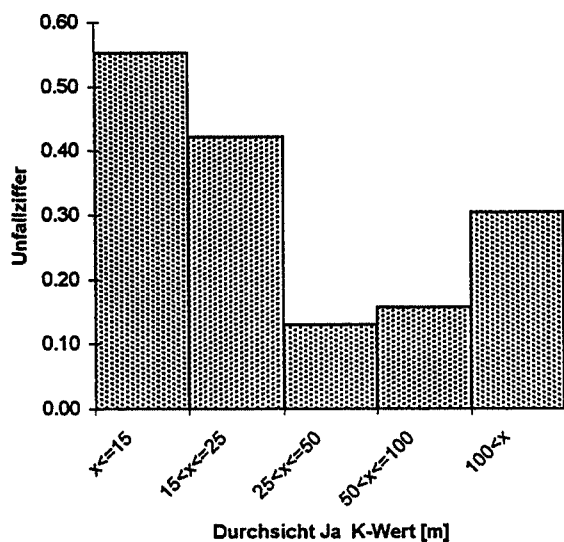
Hypothese Nr. 1 alle Unfälle im
Einfahrtsbereich

Diagramm	UZEt	Anzahl	Max	Min
$x \leq 15$	0.55	5	1.20	0.00
$15 < x \leq 25$	0.42	6	0.76	0.07
$25 < x \leq 50$	0.13	7	0.41	0.00
$50 < x \leq 100$	0.16	5	0.30	0.00
$100 < x$	0.30	10	1.57	0.00

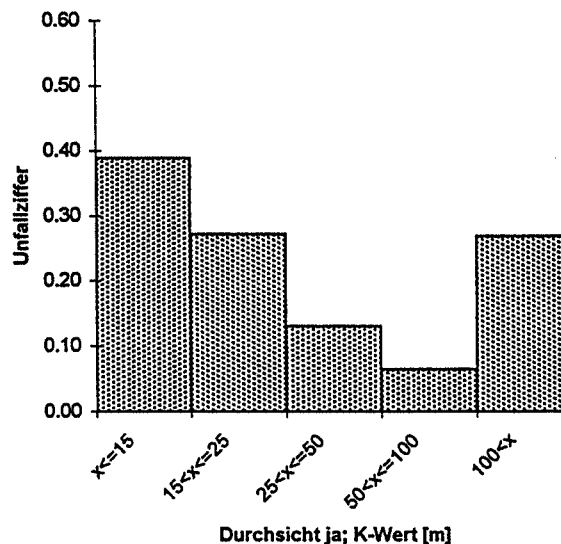
Hypothese Nr. 1 Einbiegeunfälle im
Einfahrtsbereich

Diagramm	UZEE	Anzahl	Max	Min
$x \leq 15$	0.39	5	1.20	0.00
$15 < x \leq 25$	0.27	6	0.65	0.07
$25 < x \leq 50$	0.13	7	0.41	0.00
$50 < x \leq 100$	0.06	5	0.21	0.00
$100 < x$	0.27	10	1.49	0.00

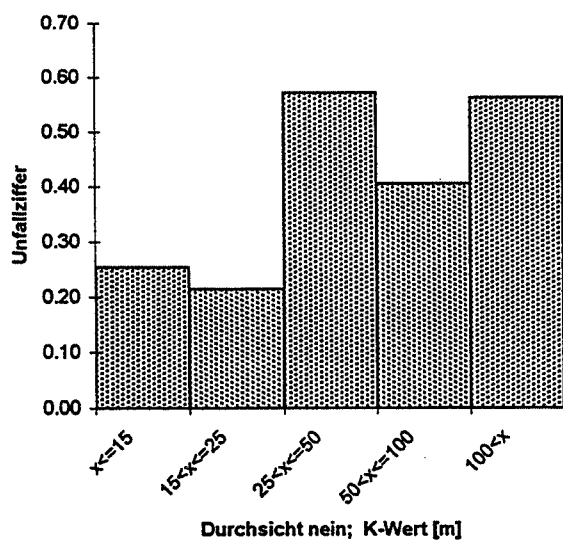
Hypothese Nr. 1 alle Unfälle im
Einfahrtsbereich

Diagramm	UZEt	Anzahl	Max	Min
$x \leq 15$	0.26	16	1.08	0.00
$15 < x \leq 25$	0.22	15	0.83	0.00
$25 < x \leq 50$	0.57	15	2.03	0.00
$50 < x \leq 100$	0.41	7	1.89	0.00
$100 < x$	0.56	4	1.82	0.00

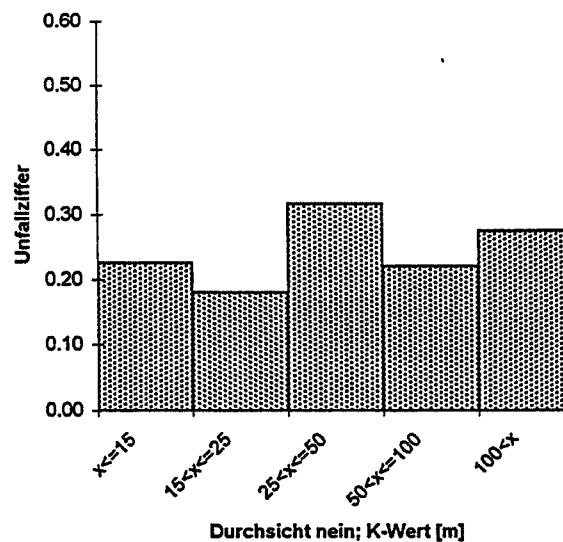
Hypothese Nr. 1 Einbiegeunfälle im
Einfahrtsbereich

Diagramm	UZEE	Anzahl	Max	Min
$x \leq 15$	0.23	16	1.08	0.00
$15 < x \leq 25$	0.18	15	0.83	0.00
$25 < x \leq 50$	0.32	15	1.22	0.00
$50 < x \leq 100$	0.22	7	1.03	0.00
$100 < x$	0.28	4	0.78	0.00

ANHANG 7.2

Hypothese Nr. 2 alle Unfälle im Einfahrtsbereich

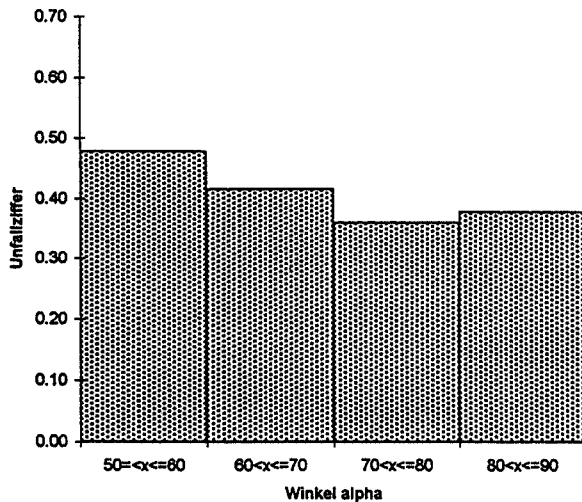


Diagramm	UZEI	Anzahl	Max	Min
50<=α<=60	0.48	8	1.04	0.13
60<α<=70	0.42	26	2.03	0.00
70<α<=80	0.38	47	1.89	0.00
80<α<=90	0.38	34	2.89	0.00

Hypothese Nr. 2 Unfälle bei der Folgeeinfahrt

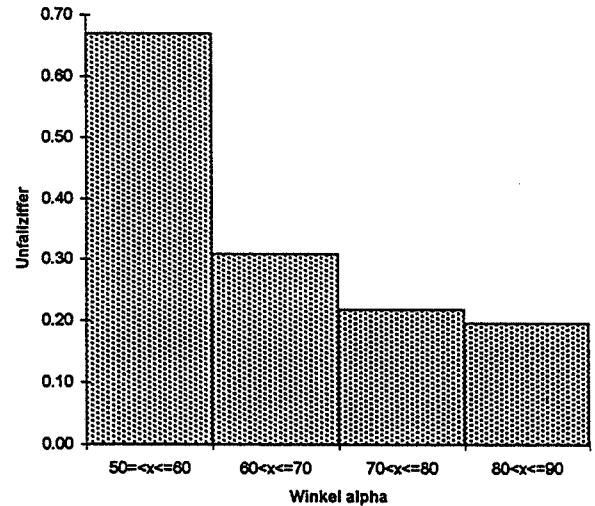
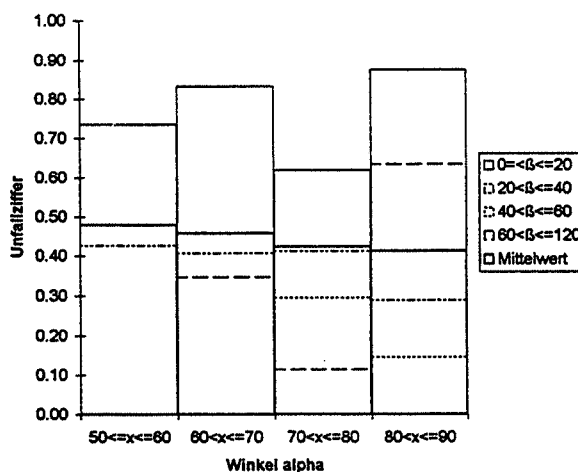
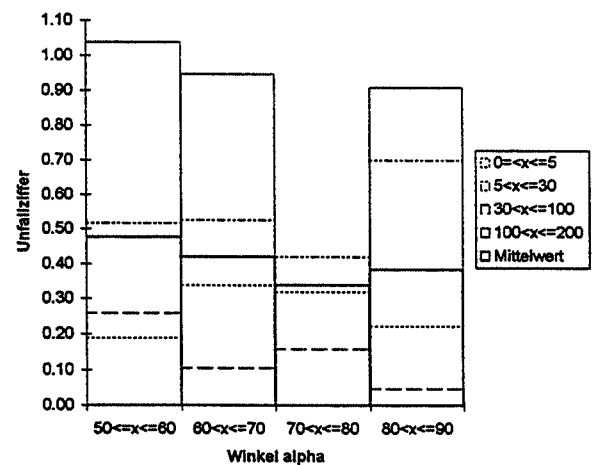


Diagramm	UZKF	Anzahl	Maximum	Minimum
50<=α<=60	0.67	8	2.89	0.00
60<α<=70	0.31	26	1.49	0.00
70<α<=80	0.22	47	1.22	0.00
80<α<=90	0.20	34	1.16	0.00

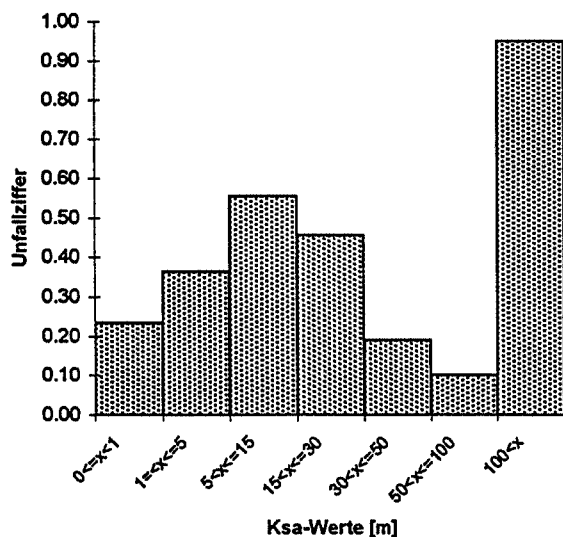
Hypothese Nr. 2 alle Unfälle im Einfahrtsbereich;
Zusätzliche Grösse: Winkel beta

Winkel alpha	Winkel beta				Mittelwert
	0<=β<=20	20<β<=40	40<β<=60	60<β<=120	
50<=α<=60	0.74	0.43	#DIV/0!	#DIV/0!	0.48
60<α<=70	0.83	0.41	0.00	0.35	0.46
70<α<=80	0.62	0.41	0.30	0.11	0.42
80<α<=90	0.88	0.29	0.15	0.63	0.41
Anzahl					
50<=α<=60	1	5	0	0	6
60<α<=70	4	16	1	2	23
70<α<=80	9	20	5	3	37
80<α<=90	5	18	3	3	29

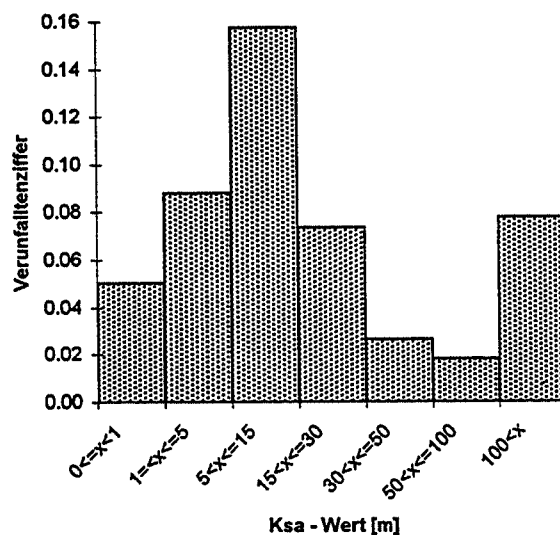
Hypothese Nr. 2 alle Unfälle im Einfahrtsbereich;
Zusätzliche Grösse: Ksa-Wert

Winkel alpha	Ksa				Mittelwert
	0<=Ksa<=5	5<Ksa<=30	30<Ksa<=100	100<Ksa<=200	
50<=α<=60	0.19	0.52	0.26	1.04	0.48
60<α<=70	0.34	0.53	0.11	0.95	0.42
70<α<=80	0.32	0.42	0.16	#DIV/0!	0.34
80<α<=90	0.22	0.70	0.05	0.91	0.38
Anzahl					
50<=α<=60	1	4	2	1	8
60<α<=70	14	7	2	2	25
70<α<=80	26	15	4	0	45
80<α<=90	20	9	2	2	33

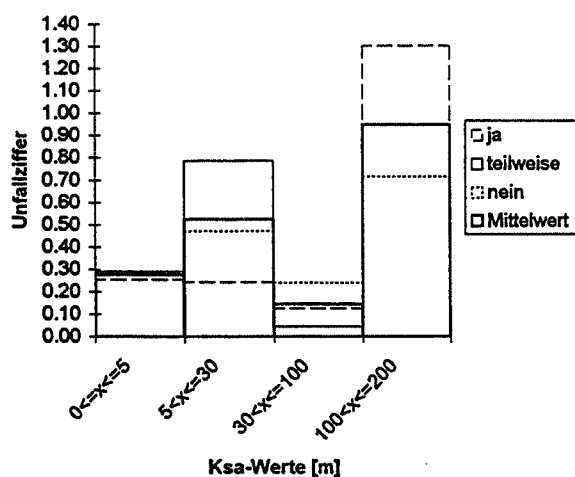
ANHANG 7.3

Hypothese Nr. 3 alle Unfälle im
Einfahrtsbereich

Ksa - Wert	UZEt	Anzahl	Max	Min
0<=x<1	0.23	46	1.20	0.00
1<=x<=5	0.37	22	2.03	0.00
5<=x<=15	0.56	24	2.89	0.00
15<=x<=30	0.46	11	1.89	0.00
30<=x<=50	0.19	5	0.47	0.00
50<=x<=100	0.10	5	0.21	0.00
100<=x	0.95	5	1.82	0.00

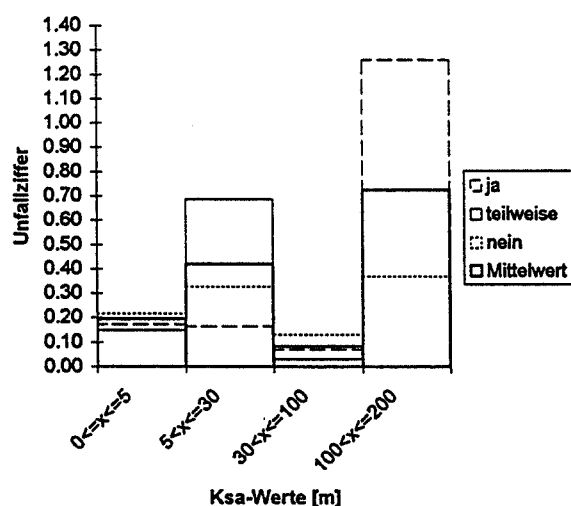
Hypothese Nr. 3 Verunfallte (alle Unfälle)
Im Einfahrtsbereich

Ksa - Wert [m]	VuZEt	Anzahl	Max	Min
0<=x<1	0.05	46	0.39	0.00
1<=x<=5	0.09	22	0.60	0.00
5<=x<=15	0.16	24	1.73	0.00
15<=x<=30	0.07	11	0.46	0.00
30<=x<=50	0.03	5	0.13	0.00
50<=x<=100	0.02	5	0.09	0.00
100<=x	0.08	5	0.21	0.00

Hypothese Nr. 3 alle Unfälle im
Einfahrtsbereich; Zusätzliche Grösse:
Durchsicht

Ksa - Wert	Durchsicht			
	ja	teilweise	nein	Mittelwert
0<=x<=5	0.25	0.29	0.28	0.28
5<=x<=30	0.24	0.79	0.47	0.52
30<=x<=100	0.12	0.04	0.24	0.15
100<=x<=200	1.30	#DIV/0!	0.71	0.95

Anzahl				
0<=x<=5	18	10	40	68
5<=x<=30	11	14	10	35
30<=x<=100	3	3	4	10
100<=x<=200	2	0	3	5

Hypothese Nr. 3 Einbiegeunfälle im
Einfahrtsbereich; Zusätzliche Grösse:
Durchsicht

Ksa - Wert	Durchsicht			
	ja	teilweise	nein	Mittelwert
0<=x<=5	0.17	0.15	0.22	0.20
5<=x<=30	0.17	0.69	0.33	0.42
30<=x<=100	0.07	0.03	0.13	0.08
100<=x<=200	1.26	#DIV/0!	0.37	0.73

Anzahl				
0<=x<=5	18	10	40	68
5<=x<=30	11	14	10	35
30<=x<=100	3	3	4	10
100<=x<=200	2	0	3	5

ANHANG 7.4

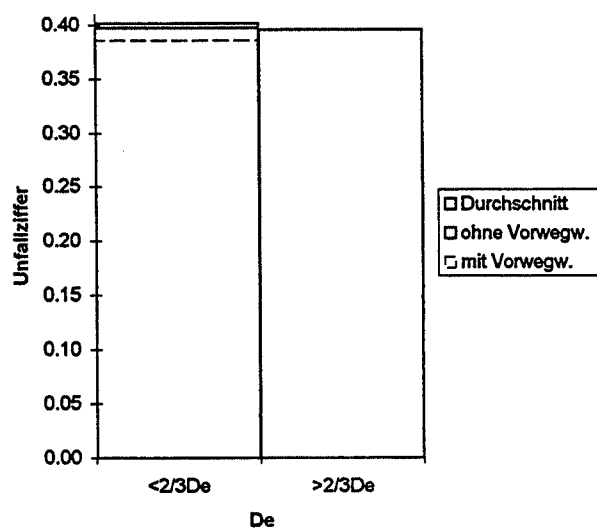
Hypothese Nr. 4 alle Unfälle
im Einfahrtsbereich

Diagramm	UZEt	Anzahl	
<2/3De oV	0.40	16	
<2/3De mV	0.39	6	
>2/3De	0.40	90	
	Durchschnitt	ohne Vorwegw.	mit Vorwegw.
<2/3De	0.40	0.40	0.39
>2/3De	0.40		

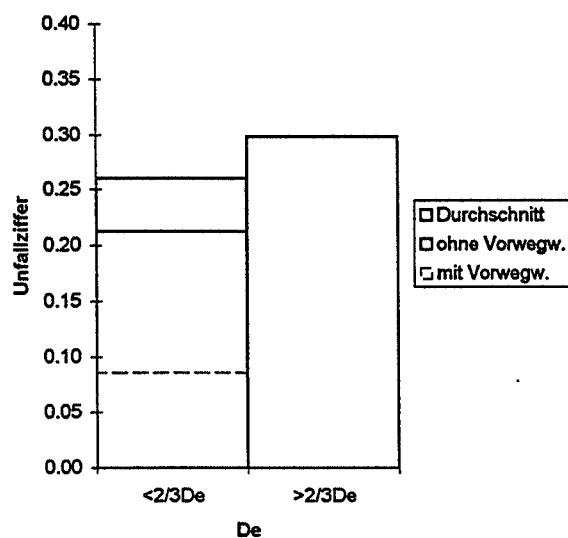
Hypothese Nr. 4 Einbiegeunfälle
im Einfahrtsbereich

Diagramm	UZEE	Anzahl	
<2/3De oV	0.26	16	
<2/3De mV	0.09	6	
>2/3De	0.30	90	
	Durchschnitt	ohne Vorwegw.	mit Vorwegw.
<2/3De	0.21	0.26	0.09
>2/3De	0.30		

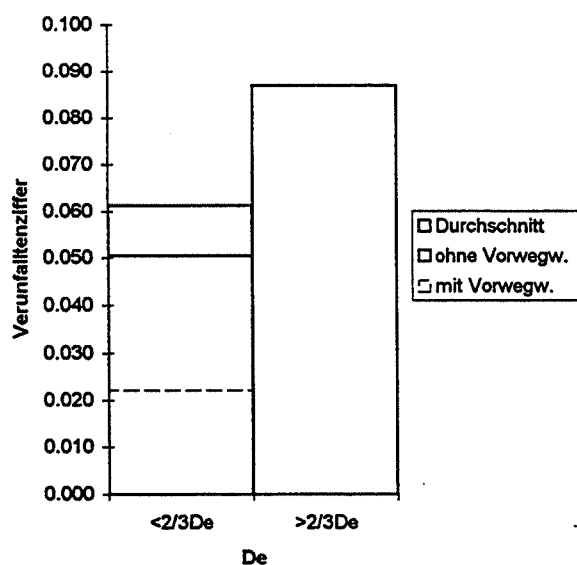
Hypothese Nr. 4 Verunfallte
im Einfahrtsbereich

Diagramm	VuZEt	Anzahl	
<2/3De oV	0.061	16	
<2/3De mV	0.022	6	
>2/3De	0.087	90	
	Durchschnitt	ohne Vorwegw.	mit Vorwegw.
<2/3De	0.051	0.061	0.022
>2/3De	0.087		

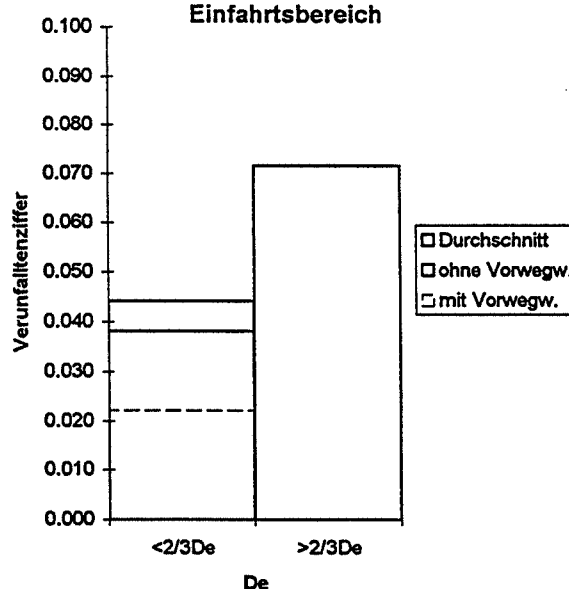
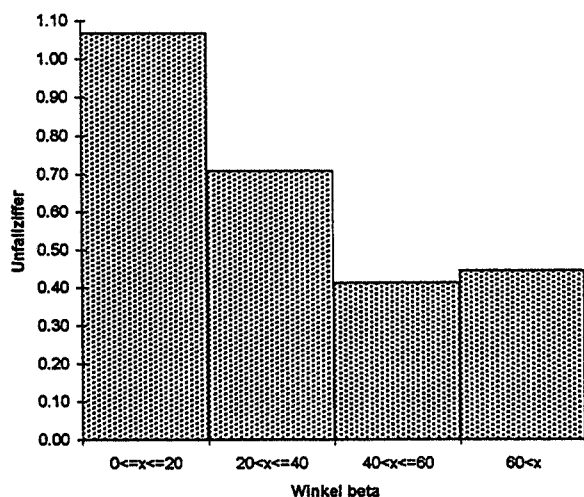
Hypothese Nr. 4 Verunfallte
bei Einbiegeunfällen im
Einfahrtsbereich

Diagramm	VuZEE	Anzahl	
<2/3De oV	0.044	16	
<2/3De mV	0.022	6	
>2/3De	0.072	90	
	Durchschnitt	ohne Vorwegw.	mit Vorwegw.
<2/3De	0.038	0.044	0.022
>2/3De	0.072		

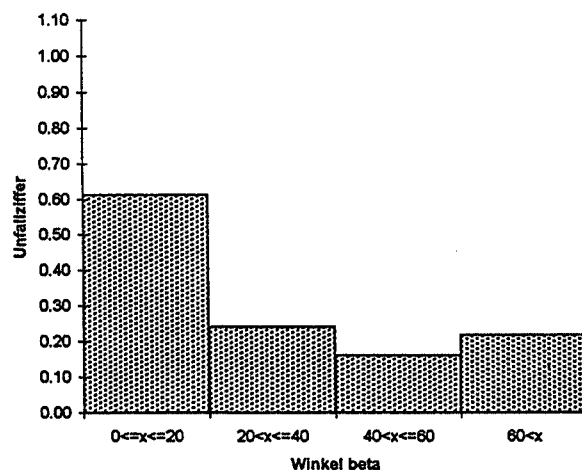
ANHANG 7.5

Hypothese Nr. 5 alle Unfälle

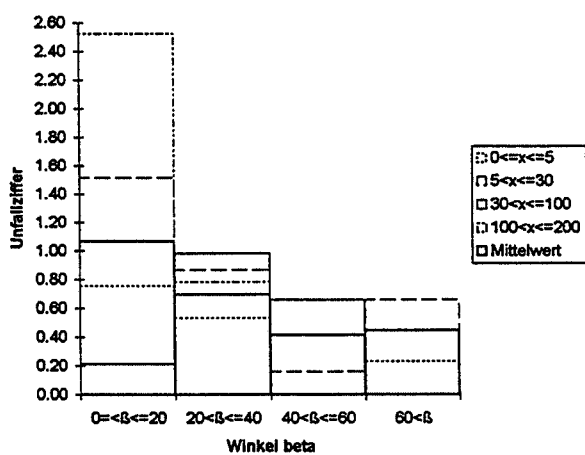


Winkel beta	UZEt	Anzahl	Max	Min
0<=x<=20	1.07	21	2.89	0.00
20<x<=40	0.71	58	3.12	0.00
40<x<=60	0.41	10	2.05	0.00
60<x	0.45	10	2.31	0.00

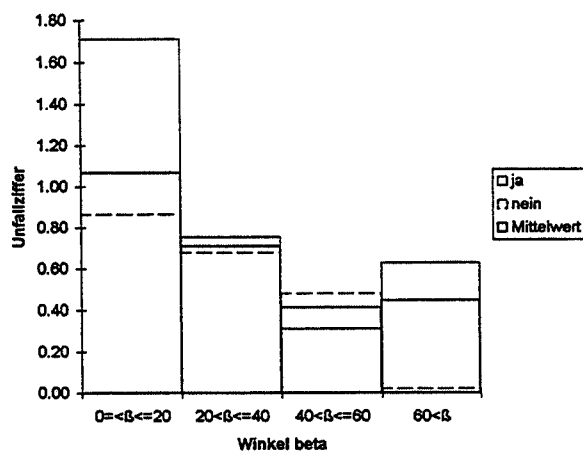
Hypothese Nr. 5 Einbiegeunfälle im Einfahrtbereich



Winkel beta	UZEE	Anzahl	Maximum	Minimum
0<=x<=20	0.61	21	2.89	0.00
20<x<=40	0.24	58	1.22	0.00
40<x<=60	0.16	10	0.60	0.00
60<x	0.22	10	1.45	0.00

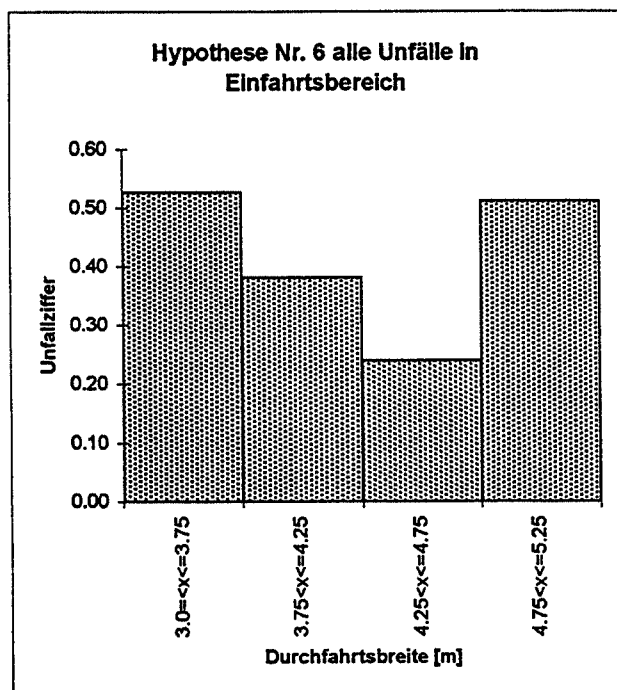
Hypothese Nr. 5 alle Unfälle im Einfahrtbereich;
Zusätzliche Grösse: Ksa - Wert

Winkel beta	Ksa - Wert				
	0<=x<=5	5<x<=30	30<x<=100	100<x<=200	Mittelwert
0<=beta<=20	0.75	1.52	0.21	2.52	1.07
20<beta<=40	0.53	0.86	0.98	0.78	0.69
40<beta<=60	0.42	0.16	0.66	-	0.41
60<beta	0.23	0.66	-	-	0.45
Winkel beta	Anzahl				
	0<=x<=5	5<x<=30	30<x<=100	100<x<=200	Mittelwert
0<=beta<=20	12	7	1	1	21
20<beta<=40	30	17	5	4	58
40<beta<=60	6	2	2	0	10
60<beta	5	5	0	0	10

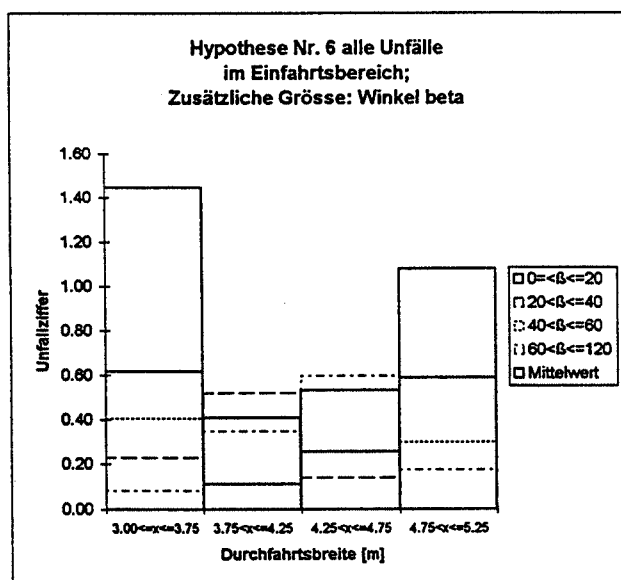
Hypothese Nr. 5 alle Unfälle im Einfahrtbereich;
Zusätzliche Grösse: Pflasterring ja/nein

Winkel beta	Pflasterring		
	ja	nein	Mittelwert
0<=beta<=20	1.71	0.87	1.07
20<beta<=40	0.75	0.68	0.71
40<beta<=60	0.31	0.48	0.41
60<beta	0.63	0.02	0.45
Winkel beta	Anzahl		
	ja	nein	Mittelwert
0<=beta<=20	5	16	21
20<beta<=40	23	35	58
40<beta<=60	4	6	10
60<beta	7	3	10

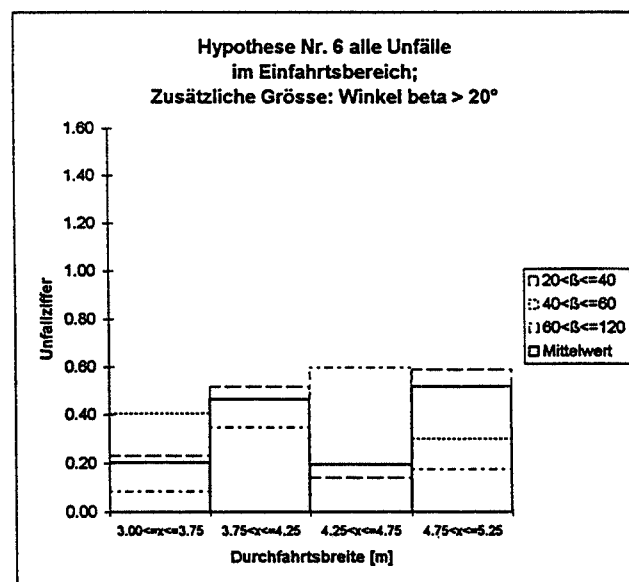
ANHANG 7.6



Durchfahrtsbreite	UZEI	Anzahl	Max	Min
3.0=<x<=3.75	0.53	7	2.89	0.00
3.75<x<=4.25	0.38	22	1.82	0.00
4.25<x<=4.75	0.24	27	1.69	0.00
4.75<x<=5.25	0.51	19	1.89	0.00

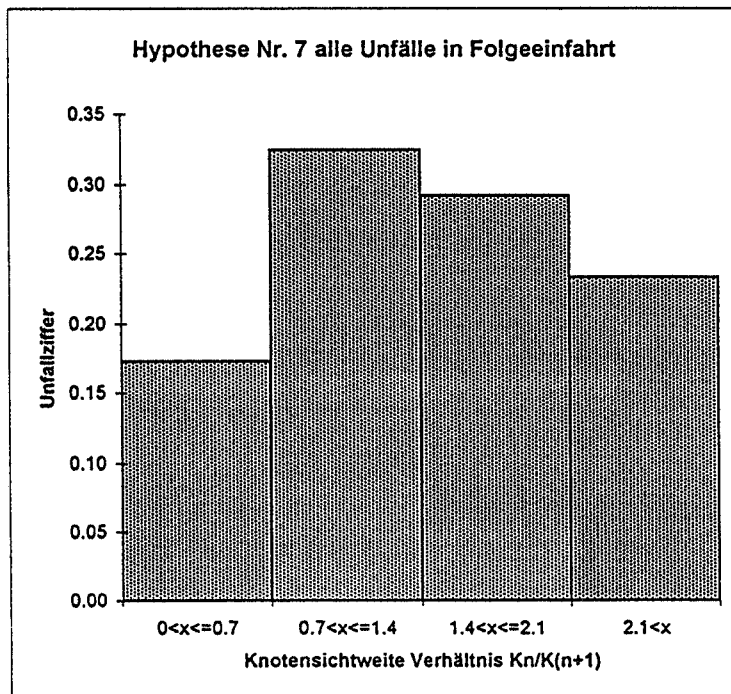


Durchfahrtsbreite	Winkel beta				
	0<=β<=20	20<β<=40	40<β<=60	60<β<=120	Mittelwert
3.00<=x<=3.75	1.44	0.23	0.41	0.08	0.62
3.75<=x<=4.25	0.11	0.52	0.00	0.35	0.41
4.25<=x<=4.75	0.53	0.14	0.00	0.60	0.25
4.75<=x<=5.25	1.08	0.59	0.30	0.18	0.59
Anzahl					
3.00<=x<=3.75	2	1	1	2	6
3.75<=x<=4.25	3	13	1	2	19
4.25<=x<=4.75	4	12	3	3	22
4.75<=x<=5.25	2	11	2	1	16

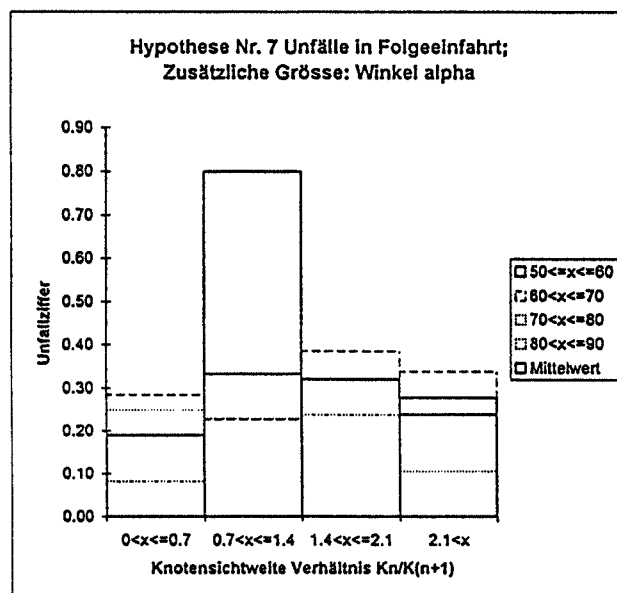


Durchfahrtsbreite	Winkel beta			
	20<β<=40	40<β<=60	60<β<=120	Mittelwert
3.00<=x<=3.75	0.23	0.41	0.08	0.20
3.75<=x<=4.25	0.52	0.00	0.35	0.46
4.25<=x<=4.75	0.14	0.00	0.60	0.19
4.75<=x<=5.25	0.59	0.30	0.18	0.52
Anzahl				
3.00<=x<=3.75	1	1	2	4
3.75<=x<=4.25	13	1	2	16
4.25<=x<=4.75	12	3	3	18
4.75<=x<=5.25	11	2	1	14

ANHANG 7.7

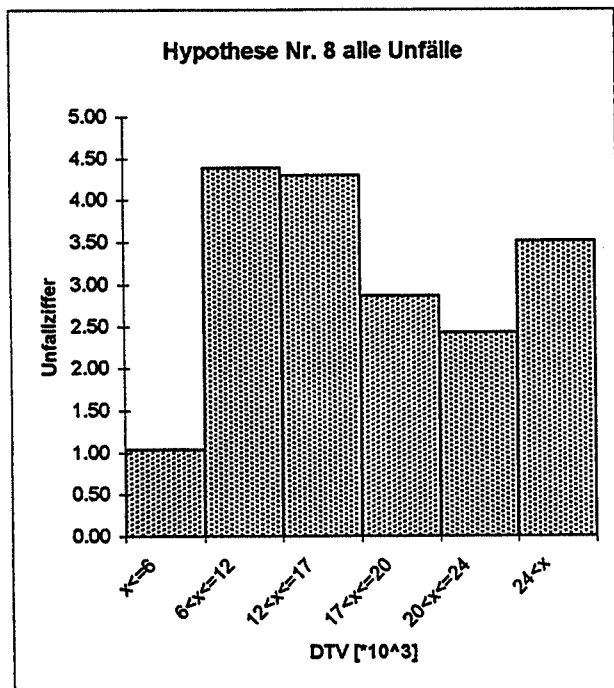


Knotensichtverh.	UZKF	Anzahl	Maximum	Minimum
$0 < x \leq 0.7$	0.17	39	1.49	0.00
$0.7 < x \leq 1.4$	0.32	40	2.89	0.00
$1.4 < x \leq 2.1$	0.29	11	1.31	0.00
$2.1 < x$	0.23	27	1.12	0.00

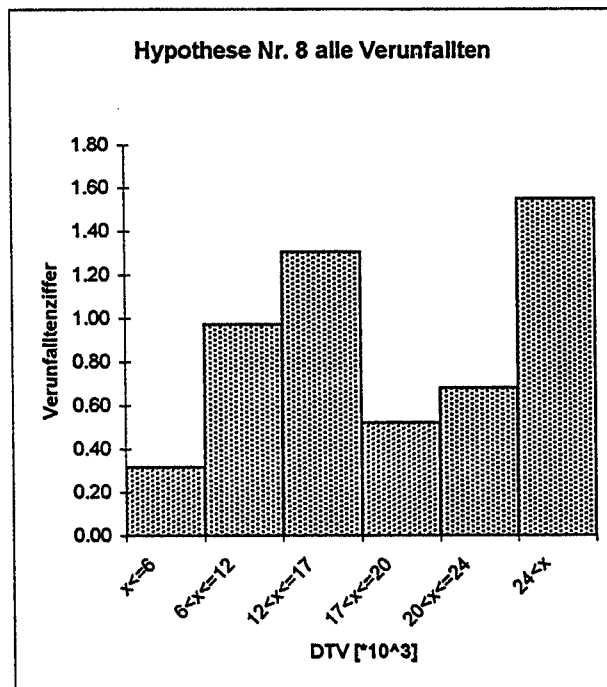


Verhältnis $K_n/K(n+1)$	alpha	50 <= x <= 60	60 < x <= 70	70 < x <= 80	80 < x <= 90	Mittelwert
$0 < x \leq 0.7$	-		0.28	0.25	0.08	0.19
$0.7 < x \leq 1.4$	0.80		0.23	0.23	0.33	0.33
$1.4 < x \leq 2.1$	-		0.39	0.32	0.24	0.32
$2.1 < x$	0.28		0.34	0.11	0.28	0.24
Anzahl						
$0 < x \leq 0.7$	0	8	13	14	35	
$0.7 < x \leq 1.4$	6	7	20	6	39	
$1.4 < x \leq 2.1$	0	4	3	3	10	
$2.1 < x$	2	6	8	10	26	

ANHANG 7.8

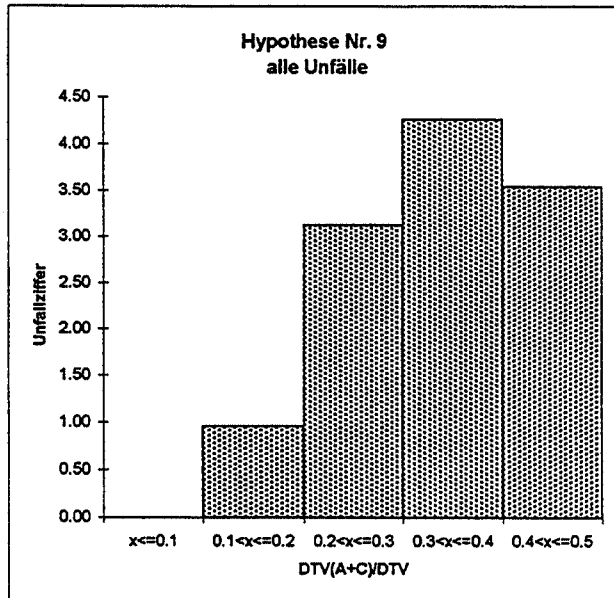


DTV [$\cdot 10^3$]	Summe UZt	Anzahl	Max	Min
$x \leq 6$	1.05	5	1.71	0.00
$6 < x \leq 12$	4.39	6	7.70	0.81
$12 < x \leq 17$	4.30	6	5.96	1.33
$17 < x \leq 20$	2.87	6	6.38	0.24
$20 < x \leq 24$	2.43	6	5.40	0.74
$24 < x$	3.52	3	6.47	1.52

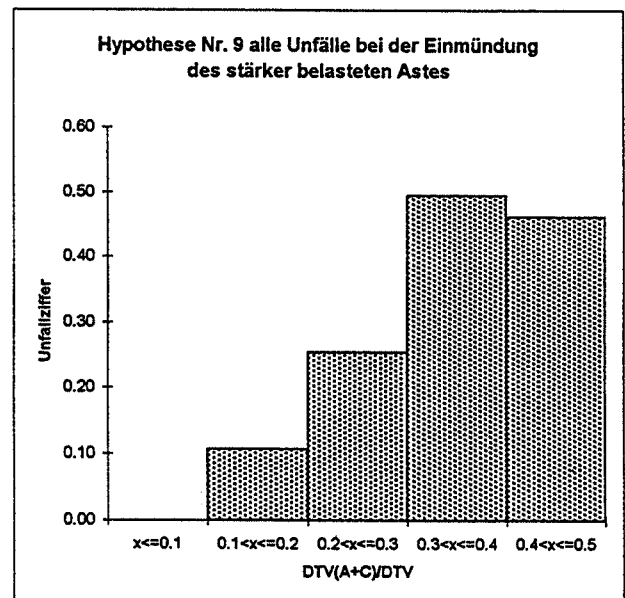


DTV [$\cdot 10^3$]	Summe VuZt	Anzahl	Max	Min
$x \leq 6$	0.32	5	1.59	0.00
$6 < x \leq 12$	0.97	6	4.08	0.00
$12 < x \leq 17$	1.31	6	2.67	0.23
$17 < x \leq 20$	0.52	6	1.04	0.00
$20 < x \leq 24$	0.68	6	1.07	0.10
$24 < x$	1.55	3	2.84	0.48

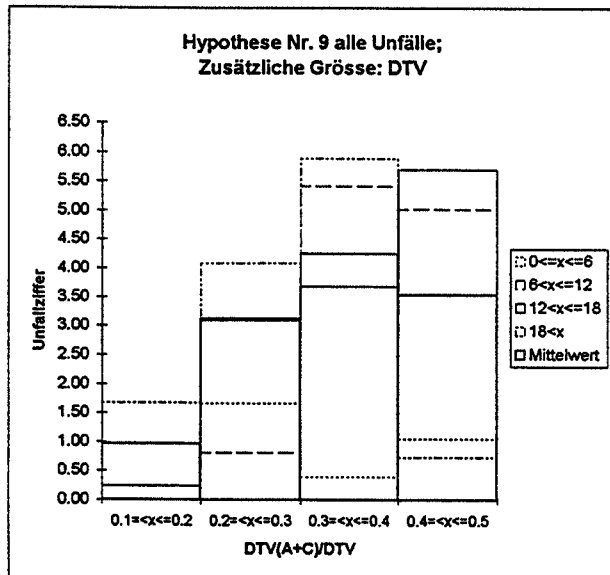
ANHANG 7.9



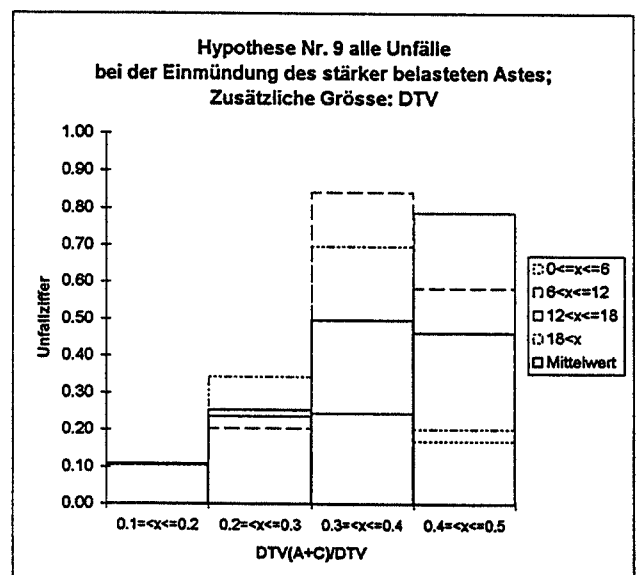
DTV(A+C)/DTV	Summe UZt	Anzahl	Max	Min
$x \leq 0.1$	-	0	0.00	0.00
$0.1 < x \leq 0.2$	0.96	4	1.68	0.24
$0.2 < x \leq 0.3$	3.12	18	6.47	0.81
$0.3 < x \leq 0.4$	4.26	10	6.38	0.40
$0.4 < x \leq 0.5$	3.54	20	7.70	0.00



DTV(A+C)/DTV	UZAF	Anzahl	Max	Min
$x \leq 0.1$	-	0	0.00	0.00
$0.1 < x \leq 0.2$	0.11	4	0.15	0.07
$0.2 < x \leq 0.3$	0.25	18	1.20	0.00
$0.3 < x \leq 0.4$	0.50	10	1.69	0.00
$0.4 < x \leq 0.5$	0.46	20	2.03	0.00



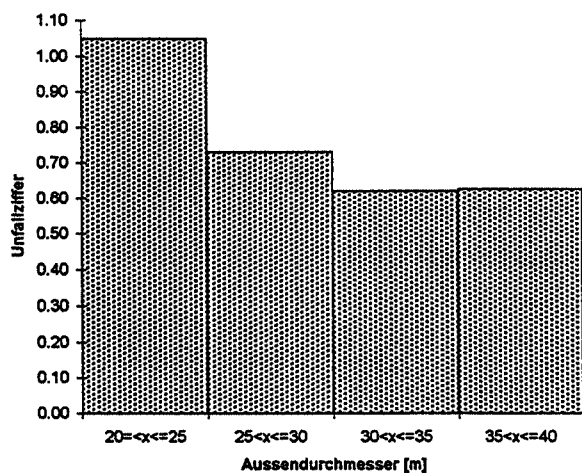
Verhältnis 1+3/DTV	DTV [10 ⁻³]				
	$0 \leq x \leq 6$	$6 < x \leq 12$	$12 < x \leq 18$	$18 < x$	Mittelwert
$0.1 < x \leq 0.2$	-	-	0.24	1.68	0.96
$0.2 < x \leq 0.3$	1.67	0.81	3.09	4.09	3.12
$0.3 < x \leq 0.4$	0.40	5.42	3.69	5.89	4.26
$0.4 < x \leq 0.5$	1.08	5.02	5.70	0.74	3.54
Anzahl					
$0.1 < x \leq 0.2$	0	0	2	2	4
$0.2 < x \leq 0.3$	2	2	6	8	18
$0.3 < x \leq 0.4$	2	2	2	4	10
$0.4 < x \leq 0.5$	6	8	4	2	20



Verhältnis 1+3/DTV	DTV [10 ⁻³]				
	$0 \leq x \leq 6$	$6 < x \leq 12$	$12 < x \leq 18$	$18 < x$	Mittelwert
$0.1 < x \leq 0.2$	-	-	0.11	0.10	0.11
$0.2 < x \leq 0.3$	0.00	0.20	0.24	0.34	0.25
$0.3 < x \leq 0.4$	0.00	0.84	0.24	0.70	0.50
$0.4 < x \leq 0.5$	0.17	0.58	0.79	0.20	0.46
Anzahl					
$0.1 < x \leq 0.2$	0	0	2	2	4
$0.2 < x \leq 0.3$	2	2	6	8	18
$0.3 < x \leq 0.4$	2	2	2	4	10
$0.4 < x \leq 0.5$	6	8	4	2	20

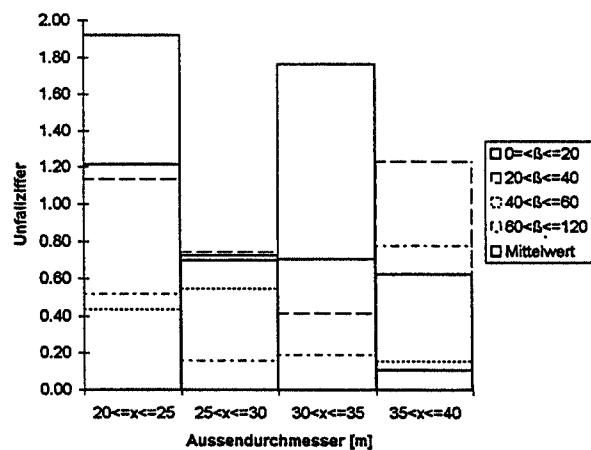
ANHANG 7.10

Hypothese Nr. 10 alle Unfälle ohne FG-Unfälle auf Kreisfahrbahn und Einfahrtsbereich



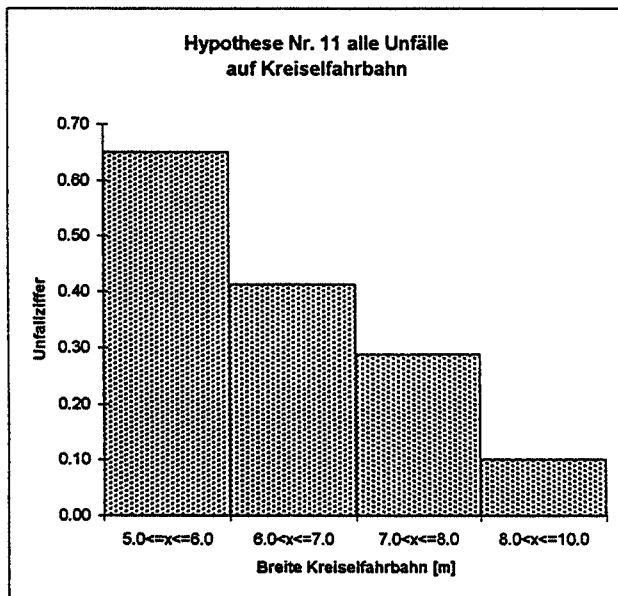
Aussen-durchmesser	UZ14t	Anzahl	Max	Min
20<=x<=25	1.05	23	3.12	0.00
25<=x<=30	0.73	67	4.16	0.00
30<=x<=35	0.62	21	2.61	0.00
35<=x<=40	0.62	12	2.94	0.00

Hypothese Nr. 10 alle Unfälle ohne FG-Unfälle auf Kreisbahn und Einfahrtsbereich; Zusätzliche Grösse: Winkel beta

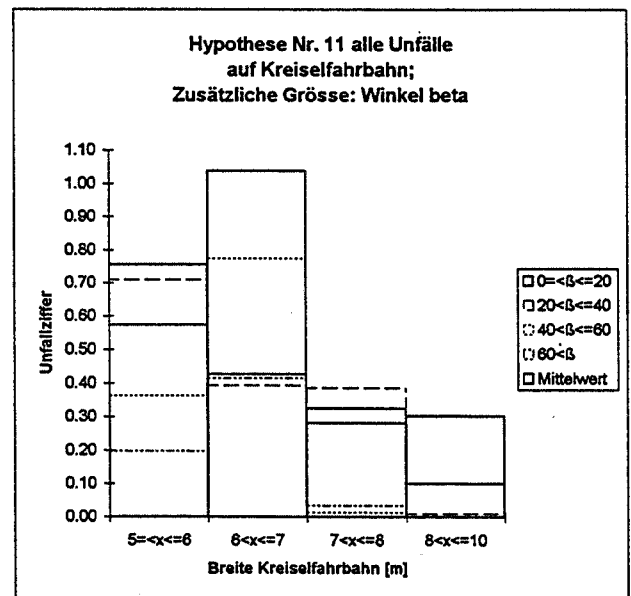


Aussen-durchmesser	Winkel beta				Mittelwert
	0<=β<=20	20<=β<=40	40<=β<=60	60<=β<=120	
20<=x<=25	1.92	1.13	0.44	0.52	1.22
25<=x<=30	0.73	0.74	0.55	0.16	0.70
30<=x<=35	1.76	0.42	-	0.19	0.70
35<=x<=40	0.11	1.23	0.16	0.78	0.62
Anzahl					
20<=x<=25	5	8	1	3	17
25<=x<=30	13	36	6	2	57
30<=x<=35	4	13	0	1	18
35<=x<=40	2	3	3	4	12

ANHANG 7.11



Kreiselfahrbahn	UZKt	Anzahl	Max	Min
5.0 ≤ x ≤ 6.0	0.65	29	4.00	0.00
6.0 < x ≤ 7.0	0.41	38	2.27	0.00
7.0 < x ≤ 8.0	0.29	45	1.31	0.00
8.0 < x ≤ 10.0	0.10	13	0.81	0.00



Kreiselfahrbahn	beta				
	0 ≤ β ≤ 20	20 < β ≤ 40	40 < β ≤ 60	60 < β	Mittelwert
5 ≤ x ≤ 6	0.75	0.71	0.38	0.20	0.57
6 < x ≤ 7	1.04	0.39	0.77	0.42	0.43
7 < x ≤ 8	0.33	0.39	0.01	0.03	0.28
8 < x ≤ 10	0.30	0.01	-	-	0.10
	Anzahl				
	0 ≤ β ≤ 20	20 < β ≤ 40	40 < β ≤ 60	60 < β	Mittelwert
5 ≤ x ≤ 6	6	9	4	4	23
6 < x ≤ 7	1	28	1	3	33
7 < x ≤ 8	13	14	5	3	35
8 < x ≤ 10	4	9	0	0	13

ANHANG 7.12

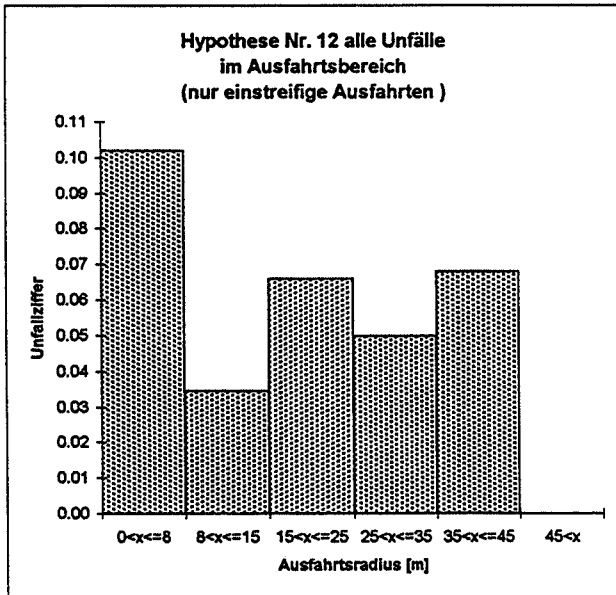
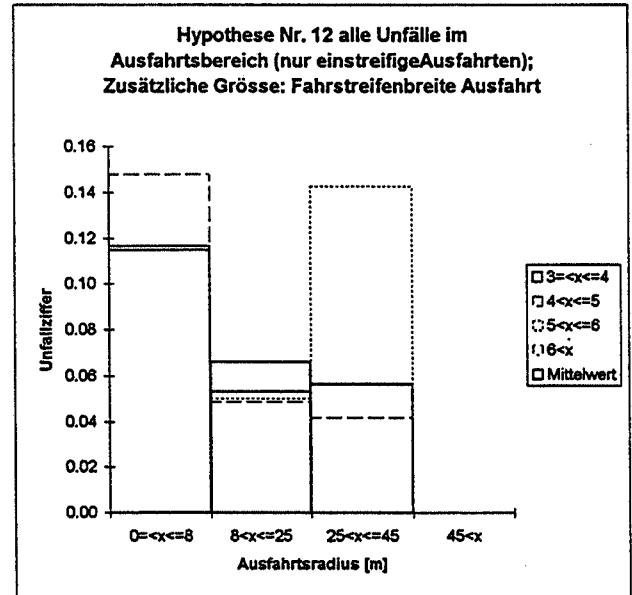


Diagramm	UZAt	Anzahl	Max	Min
0<x<=8	0.10	12	0.46	0.00
8<x<=15	0.03	44	0.36	0.00
15<x<=25	0.07	23	0.71	0.00
25<x<=35	0.05	18	0.40	0.00
35<x<=45	0.07	10	0.30	0.00
45<x	0.00	5	0.00	0.00



Ausfahrtsradius	Fahrstreifenbreite					Mittelwert
	3<x<=4	4<x<=5	5<x<=6	6<x		
0<x<=8	0.11	0.15	0.00	-		0.12
8<x<=25	0.07	0.05	0.05	-		0.05
25<x<=45	0.06	0.04	0.14	-		0.06
45<x	-	0.00	0.00	-		0.00

Ausfahrtsradius	Anzahl					Mittelwert
	3<x<=4	4<x<=5	5<x<=6	6<x		
0<x<=8	5	4	1	0		10
8<x<=25	15	39	3	0		57
25<x<=45	7	18	3	0		28
45<x	0	4	1	0		5

ANHANG 7.13

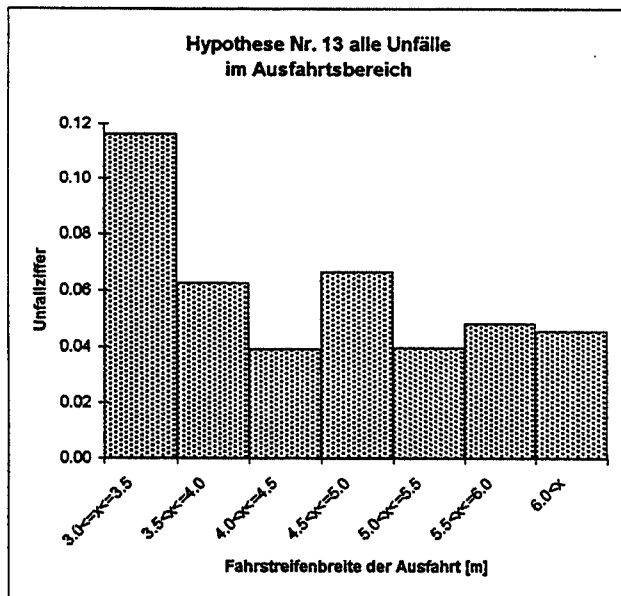
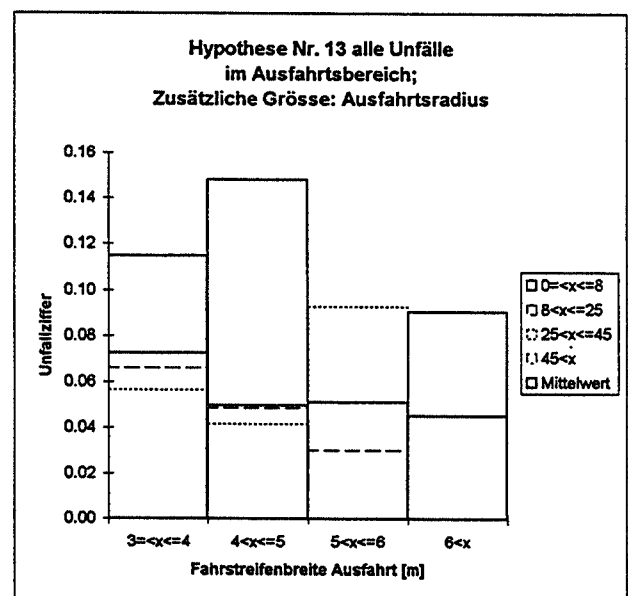


Diagramm	UZAt	Anzahl	Max	Min
3.0<x<=3.5	0.12	5	0.46	0.00
3.5<x<=4.0	0.06	22	0.40	0.00
4.0<x<=4.5	0.04	28	0.38	0.00
4.5<x<=5.0	0.07	38	0.71	0.00
5.0<x<=5.5	0.04	7	0.15	0.00
5.5<x<=6.0	0.05	7	0.30	0.00
6.0<x	0.05	3	0.09	0.00



Fahrstreifenbreite	Ausfahrtsradius				
	0<x<=8	8<x<=25	25<x<=45	45<x	Mittelwert
3<x<=4	0.11	0.07	0.08	-	0.07
4<x<=5	0.15	0.05	0.04	0.00	0.05
5<x<=6	0.00	0.03	0.09	0.00	0.05
6<x	0.09	0.00	-	-	0.05
Anzahl					
3<x<=4	5	15	7	0	27
4<x<=5	4	39	18	4	65
5<x<=6	1	5	5	1	12
6<x	1	1	0	0	2