

Zusammenfassung des schweizerischen Kreiselhandbuchs

Prof. Philippe H. Bovy, ITEP/EPFL, Lausanne, und Studiengruppe «Kreisel»

Der «Guide suisse des giratoires» ist das Resultat eines durch den Sicherheitsfonds und das Bundesamt für Strassenbau finanzierten Forschungsauftrags. Die Forschungsarbeiten wurden durch das Institut des Transports et de Planification der EPFL Lausanne unter Leitung von Professor Ph. H. Bovy ausgeführt; unter der Bezeichnung «Studiengruppe Kreisel» wirkten mit: Prof. L. Veuve, Département d'architecture an der EPFL und Büro Urbaplan, Ph. Blanc, Ph. Glayre und P. Christe vom Büro Transitec; P. de Aragao, F. Molina und J. Tan vom ITEP, EPFL Lausanne. Herausgeber des Werkes ist die VSS; es kann beim Sekretariat VSS zum Preis von Fr. 20.– (Mitglieder) beziehungsweise Fr. 30.– (Nichtmitglieder) bestellt werden. Die vorliegende Übersetzung der Zusammenfassung wurde durch Michel Simon, Emch und Berger Zürich AG, besorgt. Das Handbuch enthält auch Zusammenfassungen in französischer und italienischer Sprache. Red.

Ziel und Zweck des Handbuches

Das Schwergewicht des Handbuches liegt bei der Erläuterung des interdisziplinären Vorgehens Verkehr – Städtebau.

Die Einführung eines Verkehrskreises übersteigt in der Regel den Rahmen einer verkehrstechnischen Massnahme. Mit dem Kreisel wird zusätzlich eine Aufwertung des Ortsbildes angestrebt. Die Anforderungen des Verkehrs sollen erfüllt werden, ohne die Belange des öffentlichen Raumes und seiner Umgebung zu vernachlässigen. Das Kreiselprojekt ist somit ebensowohl eine städtebauliche wie eine verkehrstechnische Massnahme.

Das Kreisel-Handbuch ist weder eine Norm noch eine Normensammlung.

Aufgabe dieses ersten Schweizerischen Kreiselhandbuches ist es, den aktuellen Stand der Kenntnisse auf diesem Gebiet vorzustellen. Die Entwicklung schreitet rasch voran, wie die vielen laufenden Studien und Projekte, die aktuellen Versuche in allen Landesteilen und die Entwicklungen im Ausland zeigen. Das Handbuch ist somit kein fertiges Produkt, sondern vielmehr ein Werkzeug, mit dem eine gewisse Einheitlichkeit der Kreiselentwürfe in der

Schweiz erzielt werden soll. Das Handbuch sollte regelmässig aktualisiert werden, damit neue Erkenntnisse und Untersuchungsergebnisse berücksichtigt und einzelne Elemente der vorliegenden Ausgabe korrigiert oder angepasst werden können.

Im Schweizerischen Handbuch werden vor allem die Kleinkreisel behandelt (Aussendurchmesser zwischen 22 und 35 m),

weil diese Art dem beschränkten Verkehrsraum in schweizerischen Verhältnissen am ehesten gerecht werden kann. Kleinkreisel haben einen ähnlichen Platzbedarf wie die klassischen Knoten mit Vorsortierstreifen und Lichtsignalregelung.

Die schweizerischen Kleinkreisel weisen Aussendurchmesser von 22 bis 35 m auf. Kreisel mit Aussendurchmesser von weniger als 22 m und teilweise oder ganz überfahrbare Mittelinsel werden als Minikreisel bezeichnet und können in Einzelfällen ebenfalls angewendet werden.

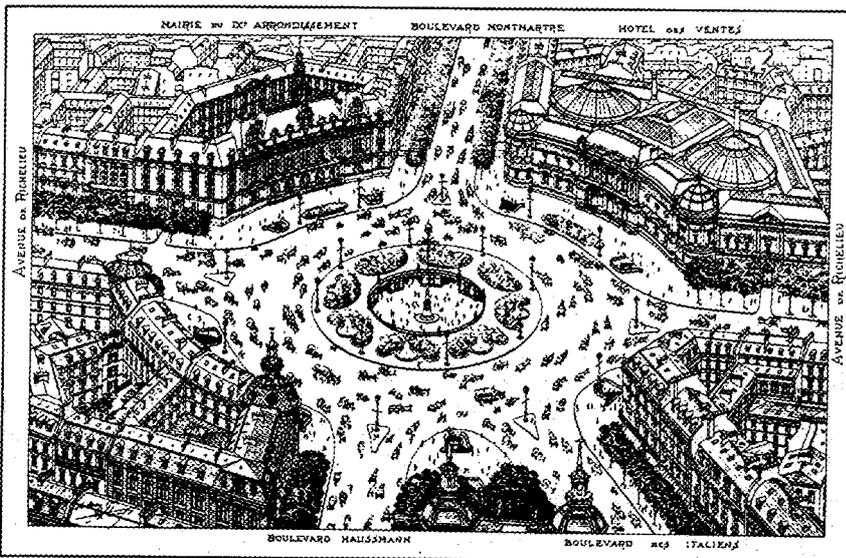
Im Handbuch werden nur Kreisel mit Kreisvortritt behandelt.

Die Signalisation entspricht Artikel 24, Absatz 4 der Signalisationsverordnung mit Vortritt der Fahrzeuge, die sich im Kreis befinden gegenüber denen auf den Zufahrten.

Neue Kreisel: Kreisvortritt

Von den Ingenieuren häufig verschrien, von den Stadtplanern immer wieder vorgeschlagen, haben die Kreisel im Laufe der städtebaulichen Entwicklung Höhen und Tiefen erlebt. Im 19. Jahrhundert waren Kreisverkehrsplätze in allen grossen Städten Europas und Amerikas verbreitet. Im Zeitalter ohne Auto waren diese Plätze vor allem städtische Räume, meist Standorte von Denkmälern oder majestätischen Brunnenanlagen (Abbildung 1). Auf diesen monumentalen Kreisverkehrsplätzen herrschte ein ungerichteter Verkehr in beiden Richtungen. Die Idee des Einrichtungsverkehrs um die Mittelinsel herum wurde erstmals am Anfang des 20. Jahr-

Le «Guide suisse des giratoires» constitue le résultat d'un travail de recherche financé par le Fonds de la Sécurité Routière et par l'Office fédéral des Routes. Le travail de recherche a été mené par l'Institut des Transports et de Planification de l'EPFL sous la conduite du professeur Philippe H. Bovy, en collaboration avec le prof. Léopold Veuve du département d'architecture de l'EPFL et du bureau Urbaplan, MM. Ph. Blanc, Ph. Glayre et P. Christe du bureau Transitec ainsi que MM. P. de Aragao, F. Molina et J. Tan de l'ITEP de l'EPFL. L'ouvrage complet a été édité par la VSS et peut être commandé au prix de frs. 20.– (membres VSS) resp. frs. 30.– (non-membres). La présente traduction du résumé a été rédigée par M. M. Simon, Emch und Berger Zürich AG. L'ouvrage contient également un résumé en langue française et italienne. Red.



1: Kreiselpunkt nach Eugène Hénard, Pariser Architekt und Stadtplaner.

hunderts auf dem «Rond-Point de l'Étoile» in Paris umgesetzt. Seither hat sich der Einrichtungsverkehr weltweit durchgesetzt. Nur so können Sicherheit und Verkehrsfluss gewährleistet werden.

Die Vortrittsregelung ist ausschlaggebend für das Funktionieren des Kreisverkehrs und hat deshalb immer wieder technische und rechtliche Grundsatzdiskussionen heraufbeschworen. Entsprechend der Grundregel für Länder mit Rechtsverkehr wurde am Anfang des 20. Jahrhunderts der Rechtsvortritt in Kreiseln, das heisst Vortritt auf den Zufahrten eingeführt. Dies führte bereits in den 20er Jahren zum Problem der Selbstblockierung des Verkehrs in stark belasteten Kreiseln. Mit dem Argument, die einheitliche Verkehrsregelung auf internationaler Ebene nicht zu gefährden, wurden alle Bemühungen zur Einführung des Linksvortritts im Kreiseln immer wieder unterbunden.

Erst 1966 gelang in Grossbritannien nach zahlreichen Versuchen der Durchbruch zum Kreisvortritt. In den 70er Jahren wurde diese Regelung erstmals in mehreren Städten der Bretagne in Frankreich eingeführt. Seit 1983 ist der Kreisvortritt in Frankreich gesetzlich verankert. Dies führte zu einer spektakulären Verbreitung der Kreiseln in Frankreich und in anderen europäischen Ländern einschliesslich der Schweiz. Der Erfolg des Kreisels (als Knotenform) hängt massgeblich mit dem Kreisvortritt zusammen, dank dem

die Selbstblockierung durch Rechtsvortritt entfällt. Zudem können leistungsfähige Kreiseln mit kleinen Aussendurchmessern gebaut werden; mit der alten Regelung konnten wachsende Verkehrsmengen nur mit immer grösseren Kreiseln bewältigt werden. Heute stehen Kleinkreiseln und Minikreiseln im Vordergrund. Neben dem beschränkten Platzbedarf weisen diese Kreiseln Vorteile wie hohe Leistungsfähigkeit, reduzierte Wartezeiten, Verminderung der Immissionen und Erhöhung der Verkehrssicherheit auf. Schliesslich haben Meinungsumfragen gezeigt, dass die Beliebtheit der Kreiseln auch mit dem Überdruß der Strassenbenützer an den zu zahlreichen Lichtsignalanlagen zusammenhängt.

Dank seiner optischen Auffälligkeit beeinflusst der Kreiseln das Verhalten der Verkehrsteilnehmer und wertet den Strassenraum auf. Insbesondere wird durch das spezifische Erscheinungsbild des Kreisels und seines Umfeldes das Geschwindigkeitsverhalten bei Tag und bei Nacht beeinflusst. Damit tragen Kreiseln dazu bei, die Eigenverantwortung aller Verkehrsteilnehmer, ob Autofahrer, Fussgänger oder Zweiradfahrer, zu steigern. Damit dabei für alle Benützer ein sicherer Verkehrsablauf möglich ist, muss der Verkehr auf einem niedrigen Geschwindigkeitsniveau ablaufen. Daher ergibt sich die Forderung, vorwiegend Kleinkreiseln anzuwenden.

Anwendungsmöglichkeiten und Einschränkungen

Der Entscheid, einen Knoten in einen Kreiseln umzubauen, muss aufgrund der Beurteilung einer Reihe von verkehrstechnischen und gestalterischen Kriterien fallen. Diese werden aus Zielsetzungen der Verkehrsregelung und solchen der städtebaulichen Aufwertung des öffentlichen Raumes abgeleitet.

Im allgemeinen wird der Kreisverkehr aus einem oder mehreren der folgenden Gründe eingeführt:

1) Aufwertung der Platzgestaltung,

falls eine bessere städtebauliche Qualität des Knotens und seiner Umgebung gewünscht wird. Die Anwendung des Kreisels ist naheliegend, um Ortseingänge, Quartierbegrenzungen oder Übergänge zwischen verschiedenen städtebaulichen Nutzungen zu betonen.

2) Verkehrsberuhigung

durch Erhöhung der Eigenverantwortung der Fahrzeuglenker. «Kein Vortritt» auf allen Einfahrten und Ablenkung der Fahrzeuge bewirken insbesondere bei Kleinkreiseln eine Anpassung der Geschwindigkeiten. Erste Versuche mit Minikreiseln wecken die Hoffnung, dass in Wohngebieten damit eine zusätzliche Massnahme zur Verkehrsberuhigung zur Verfügung stehen wird.

3) Erhöhung der Leistungsfähigkeit

durch Vereinfachung der Konfliktpunkte (Abbildung 2 und 3) und dank reduzierter Geschwindigkeiten, welche zu kleineren Grenzzeitlücken führen. Im allgemeinen ist die Leistungsfähigkeit von Knoten mit Kreisvortritt höher als bei Lichtsignalregelung oder Vortrittsregelung am selben Knoten. Je grösser die Anzahl Knotenäste ist, desto grösser ist der Leistungsgewinn.

4) Erhöhung der Verkehrssicherheit

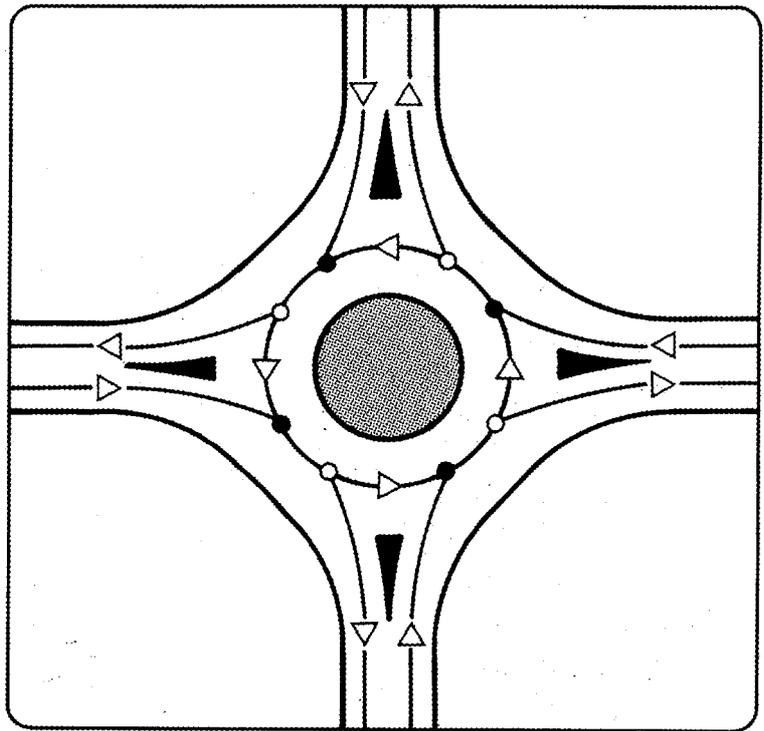
dank einer Kreisfahrbahn mit Einrichtungsverkehr (Konfliktpunkte von kreuzenden Strömen werden vermieden) und dank niedrigen Geschwindigkeiten.

5) *Reduktion der Wartezeiten beim Kreiselp*

im Vergleich zu Lichtsignalanlagen, da der kontinuierliche Verkehrsfluss nicht künstlich unterbrochen wird durch Lichtsignalphasen mit zwingenden Zwischenzeiten zur Trennung von feindlichen Strömen.

6) *Reduktion der Lärmemissionen*

dank dem Zusammenspiel verschiedener Faktoren: niedrigere Geschwindigkeiten, weniger aggressive Fahrweise ohne starke Beschleunigungs- oder Bremsmanöver, Reduktion der Schwingungen. Einzelne Fallstudien weisen auch auf einen verringerten Benzinverbrauch bei Kreiseln im Vergleich zu Lichtsignalknoten hin (bei gleicher Belastung), was eine Reduktion der Luftschadstoffe bedeutet.



2: Kreiselp mit 4 Ästen, 8 Konfliktpunkte.

7) *Flexible Knotenform,*

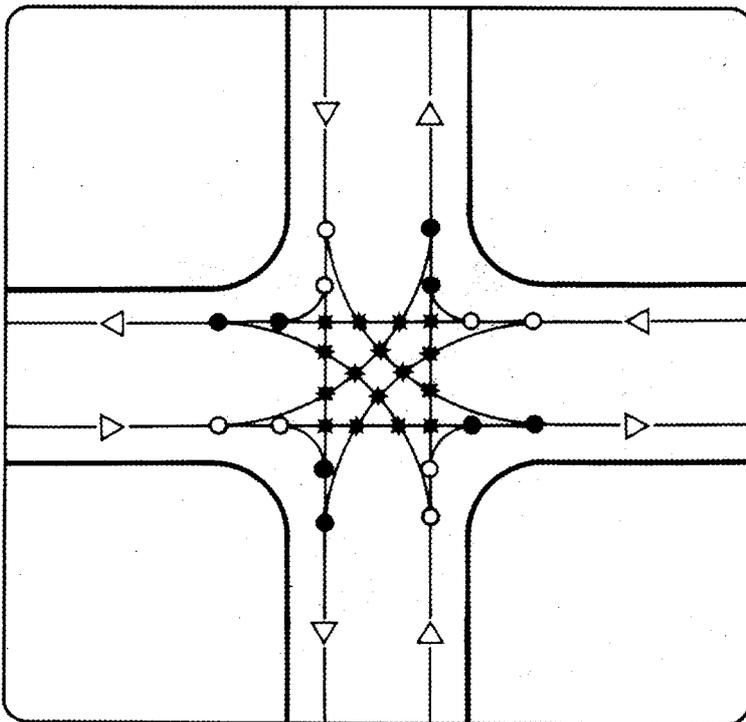
insbesondere in bezug auf die Möglichkeit, stark unterschiedliche Strassentypen gleichzeitig zu verbinden.

8) *Vernünftiger Landbedarf*

im Vergleich zu Lichtsignalknoten mit mehreren Vorsortierstreifen.

9) *Flexible Routenwahl dank Wendemöglichkeit im Kreiselp*

Der «U-Turn», das Wenden im Knoten, ist bei praktisch allen klassischen Knotenformen verboten. Der Kreiselp erlaubt diese Möglichkeit und damit auch, auf den Zufahrten gefährliche Linksabbiegemanöver zu unterbinden oder öffentliche Linienbusse an den Endpunkten zu wenden. Der Nutzverkehr (Taxi, Anlieferungen) wird erleichtert, und Ortsunkundigen wird eine zweite Chance zur Wegfindung angeboten. Diese Flexibilität erlaubt auch das temporäre Schliessen einzelner Ausfahrten, zum Beispiel bei Veranstaltungen oder Bauarbeiten. Die Anordnung der Signalisation wird stark vereinfacht, und eine klare Wegweisung für Ersatzrouten ist leicht anzubringen.



3: Kreuzung mit 4 Ästen, 32 Konfliktpunkte.

10) *Vereinfachung der vertikalen Signalisation.*

Im Vergleich zum grossen Aufwand an technischen Einrichtungen und Wegweisern bei Lichtsignalknoten genügt beim Kreiselp eine stark vereinfachte und somit leicht verständliche Signalisation.

Von einer Kreisellösung ist im allgemeinen in den folgenden fünf Fällen abzuraten:

1) Platzmangel oder ungeeignete Anordnung der bestehenden Bauten.

Ausschlaggebend sind die Schleppkurven des Schwerverkehrs und/oder die Sicherstellung genügender Sichtweiten.

2) Unruhige Topographie,

welche eine Gestaltung der Kreisfahrbahnebene mit vertretbarem Quergefälle nach aussen verunmöglicht. Dieser Aspekt sollte nicht überbewertet werden. Erste Erfahrungen mit beträchtlichem negativem Quergefälle sind im Innerortsbereich durchaus positiv.

3) Verkehrsbeeinflussung.

Mit Lichtsignalanlagen kann eine beabsichtigte Verkehrsbeeinflussung durch Bevorzugung einzelner Verkehrsströme oder Pfortneranlagen im städtischen Bereich am besten umgesetzt werden. Beim Kreisell sind alle Zufahrten gleichberechtigt, so dass weder einzelne Beziehungen noch einzelne Verkehrsarten bevorzugt werden können. Das Prinzip der «Selbstregulierung» des Kreisells steht im Widerspruch zu den Methoden der absichtlichen, dirigistischen Verkehrsbeeinflussung.

4) Folge von koordinierten Lichtsignalknoten.

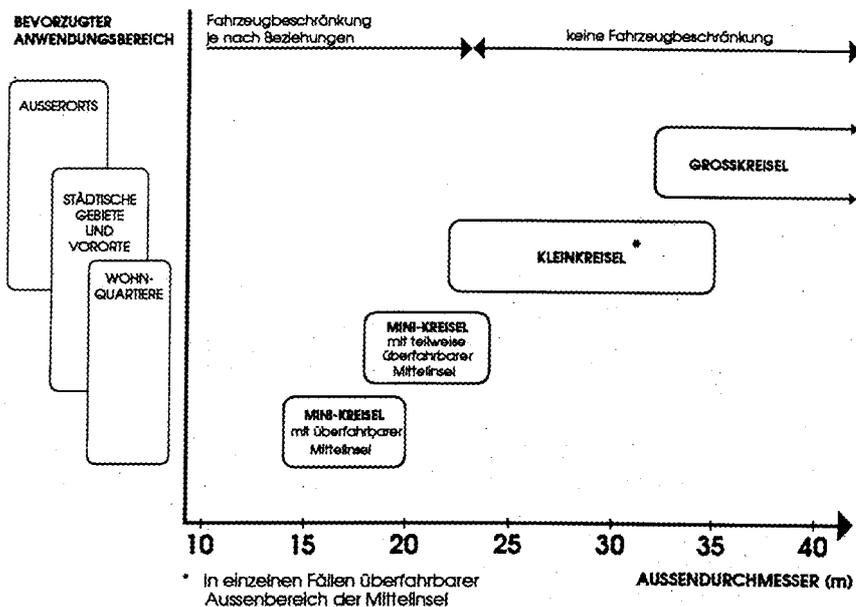
Innerhalb einer Folge von Lichtsignalknoten mit «Grüner Welle» stört ein Kreisell in der Regel den angestrebten Verkehrsablauf.

5) Starke Bevorzugung von Linienbussen auf Busspuren.

Busspuren können ohne weiteres bis an den Kreisrand geführt werden. Bei der Einführung in die Kreisfahrbahn kann der Bus jedoch nicht wie bei Lichtsignalanlagen durch eine separate Phase bevorzugt werden.

Die Gewichtung der einzelnen Aspekte muss von Fall zu Fall vorgenommen werden, damit der Entscheid für oder gegen eine Kreisellösung bzw. eine Folge von Kreisellen in einem Strassennetz situationsgerecht erfolgen kann.

TYPISIERUNG DER KREISEL



4: Typisierung der Kreisell, Anwendungsbereiche.

<p>MINIKREISEL</p> <p>Überfahrbare Mittelinsel</p> <p>$14 < D < 20 \text{ m}$</p>		<p>Legende:</p> <ul style="list-style-type: none"> Mittelinsel Kreismarkierung oder überhöhter Mittelbereich, überfahrbar Mittelinsel nicht überfahrbar Mittelinsel mit überfahrbarem Aussebereich D Ausse Durchmesser (m)
<p>MINIKREISEL</p> <p>Teilweise überfahrbare Mittelinsel</p> <p>$18 < D < 24 \text{ m}$</p>		
<p>KLEINKREISEL</p> <p>$22 < D < 35 \text{ m}$</p>		
<p>GROSSKREISEL</p> <p>$D > 32/40 \text{ m}$</p>		

5: Typisierung der Kreisell, allgemeine Merkmale.

Inhalt des Handbuches

Das Handbuch ist in drei Teile gegliedert:

- «Allgemeine Grundlagen»
- «Kreiselprojektierung»
- «Technische Anhänge»

«Allgemeine Grundlagen»

Die drei ersten Kapitel geben einen allgemeinen Überblick zum Thema Kreisel.

Begriffe und Anwendungsbereiche
(Kapitel 1)

In einem geschichtlichen Überblick wird die Bedeutung der Änderung der Vortrittsregelung hergeleitet. Der ehemalige Rechtsvortritt führte zu grossen Kreisverkehrsplätzen,

während die Einführung des Kreisvortritts die Realisierung von Kleinkreisen ermöglichte. Die wesentlichen Begriffe werden definiert und eine Typisierung der Kreisel für drei Anwendungsarten vorgeschlagen (Abbildungen 4 und 5):

- Minikreisel mit ganz oder teilweise überfahrbarer Mittelinsel
- Kleinkreisel
- Grosskreisel

Begriffe*Kreisel oder Kreisverkehrsplatz:*

In der Regel kreisförmiger Knoten mit einer nicht oder teilweise überfahrbaren Mittelinsel und einer Kreisfahrbahn, auf welche mehrere Strassen beziehungsweise Fahrstreifen zuführen.

Kreisvortritt:

Funktionsprinzip der Kreisel, wo Fahrzeugführer auf einer Einfahrt den sich bereits auf der Kreisfahrbahn befindlichen Fahrzeugen den Vortritt gewähren müssen. Auf den Zufahrten verzögern die nicht vortrittsberechtigten Fahrzeuge vorerst und beschleunigen anschliessend, um sich zwischen Fahrzeugen auf der Kreisfahrbahn einzufädeln. Ist die Zeitlücke zu kurz, muss der Fahrzeuglenker das Fahrzeug am Kreisrand anhalten. So müssen die Fahrer bei der Einfahrt entscheiden, ob die Zeitlücke auf der Kreisfahrbahn für die Weiterfahrt ausreicht oder nicht.

Zeitlücke:

Zeitlicher Abstand zwischen zwei Fahrzeugen, die hintereinander in freier Fahrt unbehindert auf dem gleichen Fahrstreifen, zum Beispiel einer Kreisfahrbahn, fahren.

Kreisfahrbahn:

In der Regel kreisförmige Fahrbahn, auf der die Fahrzeuge im Gegenuhrzeigersinn um die Mittelinsel des Kreisels fahren. Auf dieser Kreisfahrbahn sind die Fahrzeuge gegenüber

denjenigen auf den Einfahrten vortrittsberechtigt.

Mittelinsel:

Kreisförmiges, eventuell ovales Hindernis in der Mitte des Kreisels, um das die Fahrzeuge herumfahren müssen.

Teilweise überfahrbare Mittelinsel:

Mittelinsel, deren äusserer Teil (Ring, Krone) sich baulich durch Belag und Farbe vom inneren Teil unterscheidet und von Fahrzeugen, insbesondere von Lastwagen, überfahren werden kann.

Überfahrbare Mittelinsel:

Konzentrische Markierungsringe oder Fläche mit bombiertem Belag im Kreisellern, die als Mittelinsel gelten, jedoch vollständig überfahren werden können.

Aussendurchmesser des Kreisels:

Durchmesser des grössten Kreises, der zwischen den baulichen Begrenzungen des Kreisels eingelegt werden kann.

Innendurchmesser:

Durchmesser der Mittelinsel des Kreisels.

Kreiseläste oder Kreiselarme:

Zufahrtsstrassen oder -streifen, die im Zweirichtungs- oder Einrichtungsverkehr (Einfahrt, Ausfahrt) auf den Kreisel zuführen.

Einfahrt:

Einmündungsbereich einer Zufahrt in die Kreisfahrbahn und durch eine Wartelinie davon abgegrenzt. Die Einfahrt kann trichterförmig aufgeweitet oder mit parallelen Rändern versehen sein. In diesem Bereich müssen die Fahrzeuge verzögern oder anhalten, bevor eine genügend grosse Zeitlücke das Einfahren in die Kreisfahrbahn erlaubt.

Aufweitung der Einfahrt:

Gegebenenfalls trichterförmige Verbreiterung der Zufahrt, die ermöglicht, dass zwei oder mehr Fahrzeuge nebeneinander auf der Wartelinie halten, beziehungsweise gleichzeitig (in der gleichen Zeitlücke) in den Kreisel einfahren können.

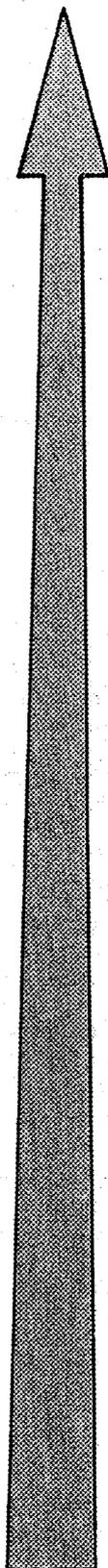
Trenninsel:

Leit- und Schutzinsel in der Mitte einer Zufahrt, die Ein- und Ausfahrtsstreifen trennt. Sie bezweckt die Ablenkung der tatsächlichen Fahrkurven der Fahrzeuge und dient den Fussgängern als sicherer Wartepplatz. Innerorts, bei beengten Verhältnissen oder bei untergeordneten Ästen mit schwacher Verkehrsbelastung kann die Insel durch eine Sperrfläche ersetzt werden.

Ausfahrt:

Bereich, in welchem die Fahrzeuge aus der Kreisfahrbahn ausmünden. Die Ausfahrt ist durch eine Führungslinie von der Kreisfahrbahn getrennt.

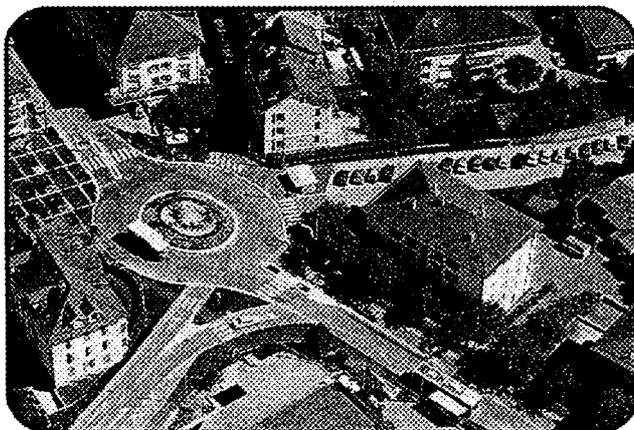
Bedeutung des Kreisels zur Bestimmung des Erscheinungsbildes



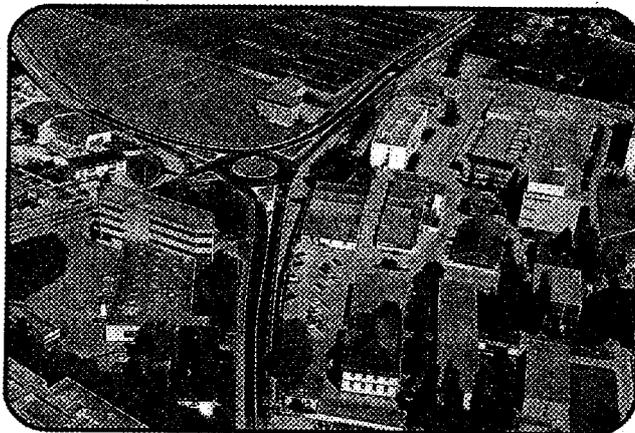
Ausgeprägtes Ortsbild
Der Kreisel ist gestalterisch untergeordnet.



Übergangsbereich
Der Kreisel führt zu einem eindeutigen Erscheinungsbild.



Vorortsbereich
Der Kreisel ermöglicht eine Aufwertung des Durchgangsstrassen-Charakters.



Ausserortsbereich
Der Kreisel wird zum Bezugspunkt und definiert das Erscheinungsbild der räumlichen Situation.



6: Beziehung zwischen dem Kreisel und seinem Umfeld.

Der Kreisel - Instrument zur Gestaltung des öffentlichen Raumes

(Kapitel 2)

Zuerst werden die Zusammenhänge zwischen Umfeld und Gestaltung eines Platzes, dem Erscheinungsbild für die einzelnen Benützer und dem Verkehrsablauf dargestellt. Die Beziehung zwischen der städtebaulichen Bedeutung und dem dynamischen (kreiselähnlichen) Verkehrsablauf bildet die Grundlage für die gesamte Entwurfsarbeit gemäss Schweizerischem Kreiselhandbuch.

Diese Beziehungen zwischen Umfeld und Verkehrsknoten werden in vier Beispielen erläutert. In einzelnen Fällen ist das eigentliche Ortsbild städtebaulich derart stark ausgebildet, dass der Kreisel gestalterisch in den Hintergrund treten muss. Umgekehrt gibt es räumliche Situationen, die für sich ohne Aussage sind und nur dank dem Kreisverkehr eine Identität erhalten (Abbildung 6).

Der Kreisel – Allgemeine Merkmale

(Kapitel 3)

Dieses Kapitel ist den typischen Merkmalen des Kreisels gewidmet. Diese unterscheiden sich grundsätzlich von denjenigen anderer Knotentypen. Eine synoptische Darstellung der Gründe, die für oder gegen Kreisel sprechen, wurde im Abschnitt «Anwendungsmöglichkeiten und Einschränkungen» zusammengestellt.

«Kreiselpjektierung»

Im zweiten Teil des Handbuches werden in sechs Kapiteln die Themen Entwurf, Gestaltung und Verkehrsablauf der Kreisel behandelt.

Empfohlenes Vorgehen

(Kapitel 4)

Das geeignete Vorgehen kann vom Auftraggeber oder vom Beauftragten vorgeschlagen werden. Es erschien jedoch zweckmässig, für die

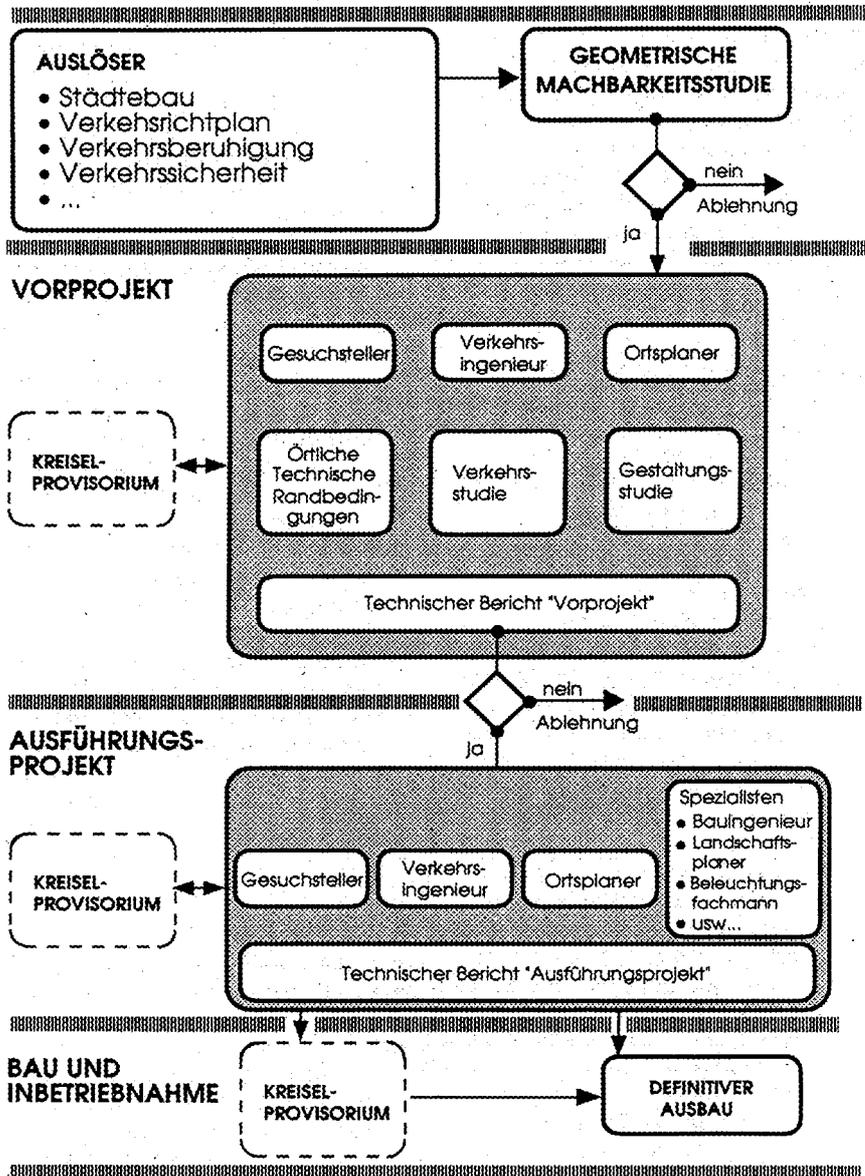
se interdisziplinäre Aufgabe ein geeignetes, allgemein gültiges Vorgehen zu empfehlen. Neben den klassischen Phasen des Vorprojektes und des Ausführungsprojektes wird angeregt, zuerst eine Studienphase einzuschalten mit dem Ziel, die geometrische Machbarkeit des Kreisels zu prüfen. Schliesslich wird darauf hingewiesen, dass häufig eine Versuchsphase mit einem Kreiselprovisorium als erster Realisierungsschritt zweckmässig ist (Abbildung 7).

Prüfung der geometrischen Machbarkeit

(Kapitel 5)

Wie bereits erwähnt, soll in einem ersten Schritt die grundsätzliche Machbarkeit geprüft werden. Dabei stehen zwei Fragen im Vordergrund:
 – Sind die Platzverhältnisse ausreichend für einen Kreisel?
 – Wenn ja, welche besonderen örtlichen Verhältnisse sind im Vorpro-

KREISELPROJEKTIERUNG : EMPFOHLENES VORGEHEN



7: Kreiselpjektierung, empfohlenes Vorgehen.

jekt besonders zu beachten beziehungsweise zu untersuchen?
In diesem Kapitel wird ein Verfahren vorgeschlagen, das eine rasche Vor-dimensionierung der massgebenden Elemente des Kreisels ermöglicht. Damit können erste Skizzen der Anlage ausgearbeitet werden.

Vorprojekt, städtebauliche Belange (Kapitel 6)

Der Einbezug der städtebaulichen Belange stellt eine heikle und subjektive Aufgabe dar. Ziel dieses Teils ist es, einen gut gestalteten Kresel zu entwerfen, der sich in die vorgegebene städtebauliche Situation einfügt. Damit soll vermieden werden, dass losgelöst von der Umgebung ein Normkresel projektiert wird. Mit diesem städtebaulichen Ansatz werden Zielsetzungen formuliert, welche die folgenden Bereiche beeinflussen: Grundsätze und Details des Entwurfs, Wahl der Baumaterialien und der Grüngestaltung, Beleuchtungs- und Signalisationskonzept.

Die gestalterischen Zielsetzungen können mit Hilfe von spezifischen Untersuchungen bestimmt werden:

- *Verständnis der logischen Struktur der Umgebung*
Es geht um die Gliederung der Raumstruktur, um den Raster der Bauten und die Entwicklung des Strassennetzes sowie um die Hauptmerkmale der einzelnen Kreseläste.
- *Erfassen des Raumes mit den Sinnesorganen*
Das Bild des Umfeldes ergibt sich in der Regel aus Eindrücken, die mit verschiedenen Sinnesorganen wahrgenommen werden. Beim Autofahren erfolgt dieses Erfassen vorwiegend durch eine vorwärtsgerichtete Zentralperspektive, welche sich mit der Bewegung verändert. Die räumliche Gestaltung wird in eine Folge von Bildern gegliedert, welche das Verhalten des einzelnen Verkehrsteilnehmers beeinflussen.
- *Erhebung des Geschehens im öffentlichen Raum*
Die Kenntnisse über den Knoten und die Art seiner Benutzung können durch Beobachtungen vor Ort und durch Anwohnerbefragungen erfasst werden.

Vorprojekt, verkehrstechnische Belange (Kapitel 7)

In diesem Kapitel werden sämtliche Entwurfs- und Dimensionierungselemente des Kreisels behandelt. Es sind dies insbesondere:

- Beurteilung der Knotenlage und seiner Funktion im Netz, heutige Verkehrsbelastungen und voraussichtliche Entwicklung. Aus dieser Analyse soll durch Vergleich mit den Vor- und Nachteilen des Kreisels die Zweckmässigkeit der Kresellösung geprüft werden. Daraus kann sich sowohl eine Bestätigung als auch eine Ablehnung der Idee ergeben.
- Beurteilung der Kreselleistungsfähigkeit (siehe hierzu den folgenden Abschnitt: «Ermittlung der Leistungsfähigkeit»).
- Dimensionierung des Kleinkreisels. Es wird ein dreistufiges, iteratives Vorgehen mit folgenden Schritten empfohlen:
 - Bestimmung der Anzahl Zufahrtsstreifen je Zufahrt und der Anzahl Fahrstreifen der Kreisfahrbahn aufgrund der Verkehrsbelastungen;
 - Aufzeichnen der wichtigsten geometrischen Elemente (Aussendurchmesser, Innendurchmesser, Breite der Kreisfahrbahn, der Zufahrtsstreifen, der Trenninseln, Verbindung der Ein- und Ausfahrten mit der Kreisfahrbahn) unter Berücksichtigung des Verkehrs im Knoten;
 - Massnahmen für spezielle Verkehrsarten: für Fussgänger und Zweiräder insbesondere Sicherheitsmassnahmen, für öffentliche Verkehrsmittel insbesondere Massnahmen zur Bevorzugung.

Gemäss SSV vom 5. September 1979, Art. 107:

Versuche mit Verkehrsmassnahmen dürfen höchstens für ein Jahr angeordnet werden. Wenn sie länger als 60 Tage dauern, sind sie von der Behörde zu verfügen und mit Rechtsmittelbelehrung zu veröffentlichen. Falls der Versuch weniger als 60 Tage dauert, ist keine Publikation nötig.

Das Ausführungsprojekt (Kapitel 8)

Die gegenseitige Abstimmung der verschiedenen Elemente des Kreisels muss bis zu den Ausführungsdetails gewährleistet sein. Dies stellt die anspruchsvollste Aufgabe dar, da eine Vielzahl verschiedener Spezialisten beteiligt sind: Ortsplaner, Strassenbauingenieur, Verkehrsingenieur, Landschaftsplaner, Beleuchtungsfachmann, Verkehrspolizei, städtische Werke, Strassenunterhalt, usw. Es ist notwendig, eine dem jeweiligen Projektstand angepasste Zusammenarbeit der einzelnen Fachleute zu gewährleisten.

Bau, Inbetriebnahme und Provisorien (Kapitel 9)

Das Vorgehen schlägt für die Inbetriebnahme vor, bei Bedarf eine Versuchsphase mit einem Provisorium durchzuführen. Die Dauer eines solchen Versuchs muss in Abhängigkeit des verfolgten Zwecks gewählt werden:

- Beobachtung der Schleppekurven der massgebenden Fahrzeuge,
- Beobachtung des normalen Verkehrsablaufs,
- Meinungsbildung bei Politikern, Benützern und Anwohnern.

Je nach Dauer des Provisoriums sind unterschiedliche Baumaterialien vorzusehen.

Ein Kreselprovisorium kann auch dazu dienen, eine rasche Inbetriebnahme dieser Knotenform zu erreichen, ohne dass die Kosten eines definitiven Umbaus anfallen.

«Technische Anhänge»

Das Handbuch wird durch fünf Anhänge (A-E) ergänzt:

A: Graphische Darstellungen

Zur Unterstützung der Projektierung empfiehlt es sich, dreidimensionale Darstellungen auszuarbeiten. Nur mit dieser Art Abbildungen kann das räumliche Erscheinungsbild aus dem Blickwinkel der Benutzer nachgebildet werden.

Mit diesen Darstellungen werden zwei Ziele verfolgt:

- Hilfe für die Optimierung des Entwurfs, den Variantenvergleich und die Wahl der Lösung.
- Hilfe für die Orientierung der Entscheidungsträger und der Benutzer.

Im einzelnen werden folgende Methoden erläutert: Perspektivzeichnung, Fotomontage, Videomontage, 3D-EDV-Graphik, Computeranimation und Modelle.

B: Leistungsfähigkeit von innerörtlichen Kreiseln in der Schweiz

In diesem Anhang werden Vorgehen und Empfehlungen der Forschungsarbeit 3/89 der VSS zum Thema «Empirische Ermittlung der Leistungsfähigkeit von innerörtlichen Kreisverkehrsplätzen» zusammengefasst.

Die Herleitung der Formeln erfolgte mittels Regressionsanalyse von 730 Einzelwerten aus 16 Zufahrten von Schweizer Kreiseln unter gesättigten Verkehrsverhältnissen.

Die Empfehlungen dieser Arbeit, insbesondere das vorgeschlagene Berechnungsverfahren, sind am Ende des nachfolgenden Kapitels «Ermittlung der Leistungsfähigkeit» zusammengestellt.

Die mit diesen Formeln berechneten Werte sind praktisch identisch mit den Ergebnissen der in diesem Kreiselhandbuch vorgeschlagenen Berechnungsmethode.

C: EDV-Programme für die Ermittlung der Leistungsfähigkeit

Vier EDV-Programme zur Berechnung der Leistungsfähigkeit – Arcady 2, Carrousel GIR, Girabase, Kreis – werden ausführlich vorgestellt:

- Programmvertrieb
- Berechnungsverfahren mit Quellenangaben
- Ausgangsdaten und Resultate
- Programmspezifikationen

D: Minikreisel mit überfahrbarer Mittelinsel

Beim Minikreisel muss besonderer Wert darauf gelegt werden, dass die Benutzer den Knoten als Kreisel mit «Kreisverkehr» erkennen. Das Handbuch empfiehlt deshalb, die überfahrbare Mittelinsel möglichst auffällig zu gestalten (besondere Belagsart, Überhöhung). Zudem sollte dieser Kreiseltyp nur angewendet werden, wenn die Zufahrtsgeschwindigkeiten auf den Kreiselästen niedrig sind.

In der Schweiz gibt es zurzeit praktisch keine Erfahrungen mit Minikreiseln. Wesentliche Fragen sind deshalb noch offen:

- Wird die obligatorische Fahrrichtung um die Mittelinsel eingehalten?
- Wie sind Fussgänger und Zweiräder zu behandeln?
- Welche Leistungsfähigkeit weisen diese Knoten auf?

E: Literaturverzeichnis

Die Literaturangaben sind thematisch zusammengefasst und enthalten etwa 100 in- und ausländische Quellen.

Folgende Themen werden behandelt: allgemeine Hinweise, Leistungsfähigkeit, Sicherheit, Gestaltung, Geometrie, Umwelt und Städtebau, Geschichte.



8: Begriffe Strombelastung, Leistungsfähigkeit.

Ermittlung der Leistungsfähigkeit

Das hier dargestellte Berechnungsverfahren wurde aus Beobachtungen von gesättigten Anlagen in der Schweiz abgeleitet. Weitere Verfahren sind verfügbar und in den Anhängen bzw. am Schluss dieses Textes dargestellt:

- Berechnung der Leistungsfähigkeit von innerörtlichen Kreisverkehrsplätzen in der Schweiz gemäss VSS-Forschungsarbeit 3/89.
- Literaturverzeichnis über weitere Berechnungsverfahren.

Leistungsfähigkeit eines Kreisels: einfacher Fall

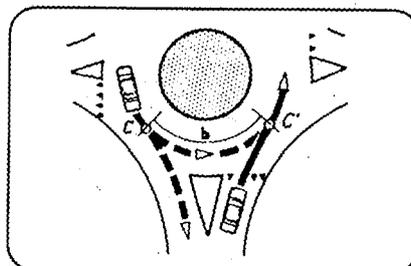
Die folgende Berechnungsformel gilt für Kleinkreisel (Aussendurchmesser etwa 22–35 m), mit einstreifiger Kreisfahrbahn und einstreifigen Einfahrten.

Die Leistungsfähigkeit einer Einfahrt Le , ausgedrückt in Personenwagen-einheiten/Stunde (PWE/h) ergibt sich wie folgt (Abbildung 8):

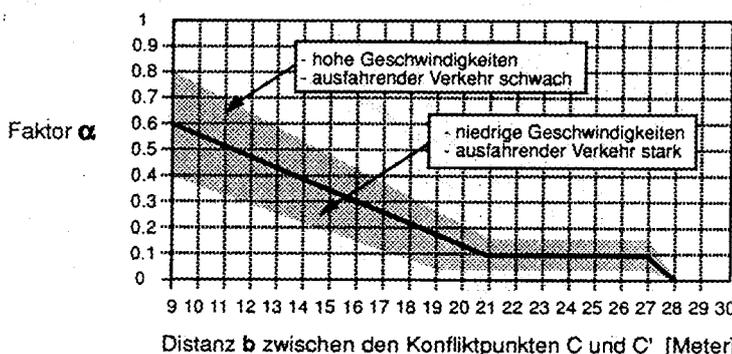
$$Le = 1500 - 8/9 \cdot Qb \text{ (PWE/h)}$$

mit

$$Qb = Qk + \alpha \cdot Qa \text{ (PWE/h)}$$



9: Bestimmung der Distanz b.



10: Diagramm zur Ermittlung des Faktors alpha.

Le: Leistungsfähigkeit der Einfahrt (PWE/h).

Qb: Verkehrsbelastung der behindernden Verkehrsströme (PWE/h).

Qk: Verkehrsbelastung auf der Kreisfahrbahn (PWE/h).

Qa: Verkehrsbelastung auf der Ausfahrt (PWE/h).

α : Faktor zur Berücksichtigung des ausfahrenden Verkehrs.

Der Faktor α wird aufgrund der Distanz b zwischen den Konfliktpunkten C und C' der Fahrkurven des ausfahrenden bzw. des einfahrenden Verkehrs bestimmt (Abbildungen 9 und 10).

Bei gegebener Einfahrtsbelastung (Q_e) wird der Auslastungsgrad der Einfahrt (ALGe) wie folgt definiert:

$$ALGe = \frac{Q_e}{Le} \cdot 100 (\%)$$

mit Q_e : tatsächliche Einfahrtsbelastung (PWE/h).

Le: Leistungsfähigkeit der Einfahrt (PWE/h).

Der Auslastungsgrad des Konfliktpunktes C' im Kreisel (ALGk) wird wie folgt definiert:

$$ALGk = \frac{Q_e + 8/9 \cdot Q_b}{1500} \cdot 100 (\%)$$

Leistungsfähigkeit eines Kreisels: allgemeiner Fall

Für Kreisel mit mehrstreifiger Kreisfahrbahn oder mehrstreifigen Einfahrten werden Umrechnungsfaktoren eingeführt:

- β , um den Verkehr auf der Kreisfahrbahn Q_k entsprechend der Anzahl Fahrstreifen zu reduzieren,
- γ , um den Verkehr auf der Einfahrt entsprechend der Anzahl Einfahrtsstreifen aufzuteilen.

Die allgemeine Formel zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit einer Einfahrt lautet somit:

$$Le = 1500 - 8/9 \cdot Q_b \text{ (PWE/h)}$$

mit

$$Q_b = \beta \cdot Q_k + \alpha \cdot Q_a \text{ (PWE/h)}$$

Entsprechend werden die Auslastungsgrade wie folgt berechnet:

$$ALGe = \frac{\gamma \cdot Q_e}{Le} \cdot 100 (\%)$$

$$ALGk = \frac{\gamma \cdot Q_e + 8/9 \cdot Q_b}{1500} \cdot 100 (\%)$$

Werte für die Faktoren β und γ

β :

- einstreifige Kreisfahrbahn: $\beta = 0.9$ bis 1
- zweistreifige Kreisfahrbahn: $\beta = 0.6$ bis 0.8
- dreistreifige Kreisfahrbahn: $\beta = 0.5$ bis 0.6

γ :

- einstreifige Einfahrt: $\gamma = 1$
- zweistreifige Einfahrt: $\gamma = 0.6$ bis 0.7
- dreistreifige Einfahrt: $\gamma = 0.5$

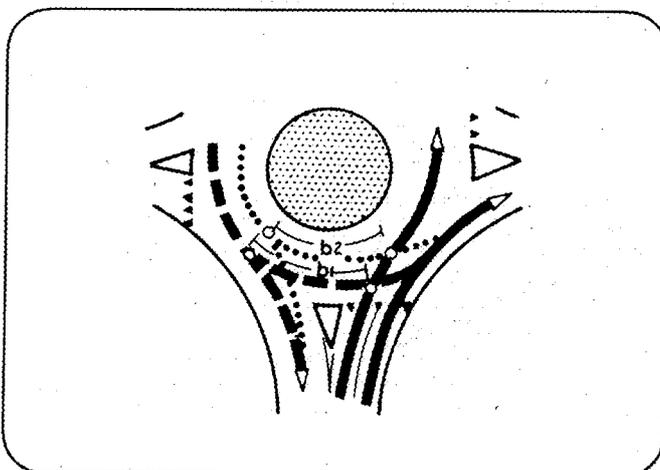
Bei der Wahl der Faktoren β und γ sind folgende Kriterien zu beachten:

- Benutzungsgrad der einzelnen Einfahrtsstreifen in Funktion der gewählten Ausfahrt (Zielrichtung).
- Verteilung des Verkehrs auf die einzelnen Fahrstreifen der Kreisfahrbahn.

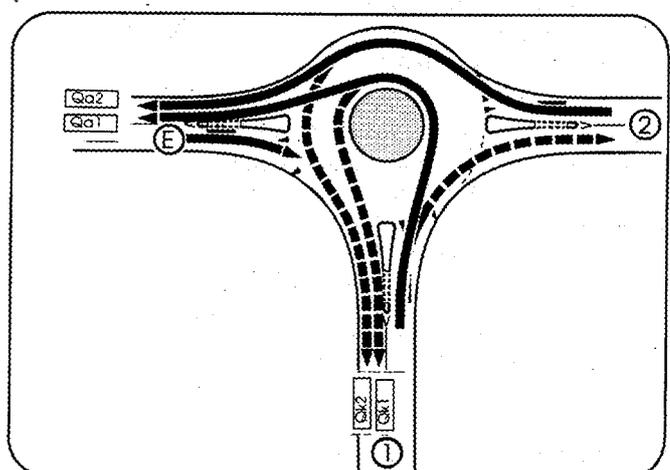
Für den Fall eines Kreisels mit zweistreifigen Einfahrten und ein- oder zweistreifiger Kreisfahrbahn wird empfohlen, für die Distanz b zwischen den Konfliktpunkten den kleinsten Wert zu wählen, der zur grössten Einschränkung führt (siehe Abbildung 11, wo b_1 für die Bestimmung von α gewählt wird und dieser Wert einschneidender ist als mit b_2).

Leistungsfähigkeit eines Kreisels: Spezialfall Kreisel mit drei Ästen

Kreisel mit drei Ästen stellen insofern einen Spezialfall dar, als die Behinderung durch den ausfahrenden Verkehr geringer ist als bei Kreiseln mit vier oder mehr Ästen. Dies rührt daher, dass die Fahrwege der einzelnen Fahrzeuge auf der Kreisfahrbahn leicht erkennbar sind und in der Regel nur sehr wenig Wendemaneöver stattfinden. Die Unsicherheit über den Fahrweg der Fahrzeuge auf der Kreisfahrbahn beschränkt sich



11: Ermittlung der massgebenden Distanz b .



12: Ermittlung des behinderten Verkehrs bei dreiarmligen Kreiseln.

somit auf den Anteil derjenigen, die bei der Einfahrt vor der untersuchten eingefahren sind.

Im Beispiel gemäss Abbildung 12 wird der behindernde Verkehr wie folgt bestimmt:

$$Q_b = Q_{k1} + Q_{k2} + \alpha * Q_{a2}$$

Nachführung des Handbuches: Schwerpunkte künftiger Forschungsarbeiten

Das Handbuch 1990 beschreibt den aktuellen Stand des Wissens.

Verkehrsablauf und Sicherheit im Kreisel werden in viel stärkerem Masse als bei anderen Knotenformen (zum Beispiel mit Lichtsignalregelung) vom Verhalten des einzelnen Benützers geprägt. Genau dieses Verhalten ist jedoch im heutigen Zeitpunkt zu wenig bekannt, um bereits endgültige Vorschriften aufstellen zu können. Gesamthaft betrachtet sind in der Schweiz erst wenige Kreisel in Betrieb. Um die Kenntnisse über Verhalten und Verkehrsablauf zu verbessern, sollte eine systematische Begleituntersuchung für eine Auswahl von Kreiseln mit möglichst unterschiedlicher Gestaltung vorgenommen werden. Diese zusätzlichen Erkenntnisse sollten zu gegebener Zeit zu einer Überarbeitung des Handbuches führen.

In diesen künftigen Untersuchungen sind insbesondere folgende Themenbereiche zu behandeln:

- Sicherheit und spezielle Massnahmen für Fussgänger und Zweiräder;
- Eingliederung und Bevorzugung öffentlicher Verkehrsmittel (einschliesslich Tram, Vorortsbahnen usw.);
- Umweltauswirkungen: Auswirkungen des Verkehrsablaufs auf den Brennstoffverbrauch, die Rückstaulängen, die Luftschadstoffe und die Lärmimmissionen bei Tag und bei Nacht;
- Minikreisel als Massnahme zur Verkehrsberuhigung: Spezialfall Minikreisel mit überfahrbaren Mittelinseln, ihre Anwendungsbereiche, Signalisation und Sicherheit;
- Entwicklung von Hilfsmitteln zur computerunterstützten Projektierung und zur perspektivischen Darstellung.

Leistungsfähigkeit von innerörtlichen Kreisverkehrsplätzen in der Schweiz

(Gemäss Forschungsarbeit VSS
3/89)

Nach eingehender Untersuchung kommt die Arbeit zum Schluss, dass der ausfahrende Verkehr keinen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit einer Einfahrt hat. Es werden zwei lineare Formeln angegeben, welche die Leistungsfähigkeit einer Einfahrt allein in Funktion der Belastung auf der Kreisfahrbahn vor dieser Einfahrt berechnen.

1. Die Leistungsfähigkeit einer einstreifigen Einfahrt (Le_1) eines Kreisels wird gemäss der allgemeinen Formel CH1 oder gemäss der speziellen Formel CH2 wie folgt bestimmt:

Allgemeine Formel (CH1):

$$Le_1 = 1300 - 0.75 * Q_k \text{ (PWE/h)}$$

mit Q_k = Verkehrsbelastung auf der einstreifigen Kreisfahrbahn vor der Einfahrt.

Anwendungsbereich:

- Kreisel innerorts (Aussendurchmesser 25 – 40 m, einstreifige Kreisfahrbahn),
- allgemeine geometrische und verkehrstechnische Bedingungen.

Spezielle Formel (CH2):

$$Le_1 = 1450 - 0.95 * Q_k \text{ (PWE/h)}$$

Anwendungsbereich:

- Kreisel innerorts (Aussendurchmesser 25 – 40m, einstreifige Kreisfahrbahn) für Einfahrten,
 - mit einem Fahrstreifen und parallel dazu einer separaten Busspur,
 - mit einer trichterförmigen Aufweitung am Kreisrand, ohne dass 2 Streifen markiert sind,
 - mit sehr starker Belastung auf dem einen Streifen (über 1000 PWE/h).

2. Die Leistungsfähigkeit für zwei-streifige Einfahrten (bei einstreifiger Kreisfahrbahn) (Le_2) wird mit den Formeln für einstreifige Einfahrten (Le_1) wie folgt bestimmt:

$$Le_2 = 1.4 * Le_1$$

3. Es gelten die folgenden Fahrzeug-äquivalente für Zweiräder und Lastwagen:

Fahrrad, Mofa, Kleinmotorrad oder Motorrad: 0,5 PWE
Lastwagen, Sattelschlepper oder Lastenzug: 2 PWE

4. Die durchschnittlichen Wartezeiten werden vorzugsweise nach der Methode von Kimber/Hollis ermittelt (s. Anhang E: Bibliographie). Da hierzu ein EDV-Programm benötigt wird, kann eine grobe Abschätzung der Wartezeiten für einstreifige Einfahrten durch Übertragung des Verfahrens CETUR (s. Anhang E: Bibliographie) auf die Formeln CH1 und CH2 für einstreifige Einheiten berechnet werden. Die mittlere Wartezeit tw (mittel) in Sekunden ergibt sich somit wie folgt:

$$tw \text{ (mittel)} = \frac{2000 + 2 * Q_k \text{ (sek)}}{Le_1 - Q_e}$$

mit – Le_1 gemäss Formel CH1 oder CH2

– Q_e = tatsächliche Belastung der Einfahrt (PWE/h).

Aus tw (mittel) können die Rückstaulängen und Wartezeiten-Isoschronen nach den bekannten Methoden abgeleitet werden.

5. Die Leistungsreserven werden durch Bestimmung des Auslastungsgrades (ALG) abgeschätzt. Gemäss den bekannten Verfahren für Kreisel ist der Auslastungsgrad für die Einfahrt und für den Konfliktpunkt im Kreisel zu berechnen.