Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 82 (1964)
Heft: 20

Artikel: Der Kreisplatzverkehr
Autor: Dijk, Johannis van
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-67493

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

ORGAN DES SCHWEIZERISCHEN INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINS S.I.A. UND DER GESELLSCHAFT EHEMALIGER STUDIERENDER DER EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE G.E.P.

Der Kreisplatzverkehr

DK 656.1.051

Von Dipl.-Ing. **Johannis van Dijk,** Zürich

1. Einleitung

In der Abendausgabe der Neuen Zürcher Zeitung vom 27. Nov. 1963 findet sich ein Aufsatz, der wie folgt beginnt:

«Wenn ein Automobilist wählen könnte, ob der motorisierte Verkehr an einer vielbefahrenen Strassenkreuzung mit Hilfe der Polizei, einer Lichtsignalanlage oder der einfachen Methode des Kreiselverkehrs geregelt werden soll — wofür würde er sich entscheiden? Er wird keinen Augenblick zögern, dem Kreiselverkehr den Vorzug zu geben. Eine solche Lösung allein ermöglicht ihm auch in den Stosszeiten ein flüssiges Vorwärtskommen; denn beim Kreiselverkehr herrschen infolge des eindeutigen Rechtsvortritts klare übersichtliche Verhältnisse auf der Strassenkreuzung.» Der Aufsatz behandelt einen Vorschlag zur Lösung eines Verkehrsproblems in Zürich. Die Feststellung, nach der sich der Kreiselverkehr der uneingeschränkten Sympathie des Automobilisten erfreue, dient offenbar dazu, den Leser von vornherein von der Richtigkeit des Vorschlags zu überzeugen. Merkwürdigerweise hat aber die behandelte Lösung, die in Bild 1 dargestellt ist, mit Kreiselverkehr nichts zu tun. Dieser Irrtum und die im Namen aller Automobilisten geäusserte Auffassung, dass der Kreisel die leistungsfähigste Form eines Verkehrsknotenpunktes sei, gaben Anlass dazu, das Problem «Kreiselverkehr» wieder einmal aufzugreifen.

2. Der Kreisverkehrsplatz

Der Kreisverkehrsplatz war in den dreissiger Jahren besonders beliebt, als die europäischen Städte zum erstenmal den Einfluss der zunehmenden Motorisierung zu spüren bekamen. Die ungesteuerten Kreuzungen waren nicht mehr leistungsfähig genug; man musste sie signalisieren oder ausbauen. Die Signalisation, die zwar die Sicherheit erhöht, wurde eher als Behinderung, denn als Mittel zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit empfunden. Damals hat man häufig die Zweiphasensteuerung verwendet, wobei die gegenüberliegenden Strassen gleichzeitig Grün bekommen. Die Linksabbieger müssen dabei wegen der entgegenkommenden Gradausfahrer ein zweites Mal anhalten und stören somit den übrigen Verkehr. Der Kreisel schien eine bessere Lösung zu bringen. Der Automobilist musste nicht anhalten; der Verkehrsstrom war stetig, denn alle Fahrzeuge fuhren in der selben Richtung, und man behinderte sich gegenseitig kaum; die Uebersicht war gut und die Sicherheit gewährleistet. Wegen diesem vorläufigen Erfolg wurde der Kreisel als «Heilmittel für alle Schmerzen» betrachtet.

«Schmerzen» gibt es in vielen Städten, meistens wegen Anlagen aus früheren Jahrhunderten, die sich heute nur schwer verkehrsgerecht umgestalten lassen. Ein «gutes» Beispiel sind die Sternplätze. In mittelalterlichen Städten findet man sie nicht, denn sie sind erst im 18. Jahrhundert aufgekommen. Man hat sich damals von der Gartenarchitektur der Barockzeit inspirieren lassen. Sternplätze wirken in einer Parkanlage eindrucksvoll, weil sie ein bestimmtes Motiv, z. B. einen Springbrunnen, besonders betonen. Auch im Städtebau empfand man das Bedürfnis, bestimmte Punkte hervorzuheben. Dass man dazu Sternplätze wählte, entspricht architektonischem Empfinden, sie sind aber vom verkehrstechnischen Standpunkt aus abzulehnen. Um die verschiedenen Strassen, die in einen solchen Platz münden, miteinander zu verbinden, drängte sich die Lösung des Kreisels auf. Einen Kreisel kann jeder bauen, auch derjenige, der über wenig verkehrstechnische Erfahrung verfügt. Sein Vorteil besteht darin, dass tatsächlich jede Strasse mit allen andern Strassen verbunden ist und dass ein einigermassen flüssiger Verkehrsablauf erreicht wird.

Das bekannteste Beispiel des Kreisverkehrsplatzes ist der Place de l'Etoile in Paris (Bild 2). Zwölf Strassen führen radial auf den Platz zu, in dessen Mitte der Arc de Triomphe steht. Architektonisch ist dieser Platz eindrucksvoll. Dass es um den Kreisplatz und den stetigen Verkehrsfluss inzwischen nicht so gut bestellt ist, wie uns seine Befürworter noch immer glauben lassen wollen, zeigt Bild 3. Viele Kreisplätze wurden im Lauf der Zeit aufgehoben, andere mit Signalen versehen, weil sie den grossen Verkehrsbelastungen nicht

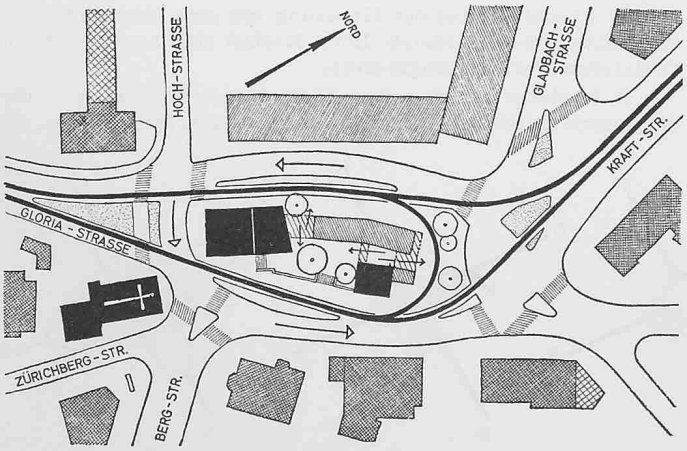


Bild 1. Der Vorschlag, der irrtümlicherweise als Kreisellösung bezeichnet wurde; in Wirklichkeit ist es ein Einbahnverkehr

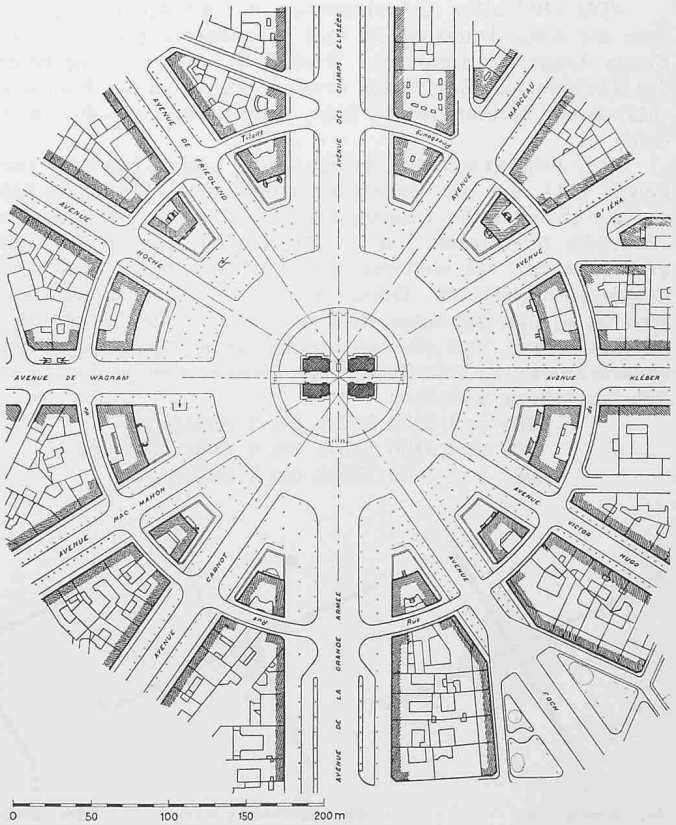


Bild 2. Place de l'Etoile in Paris, 1:5000

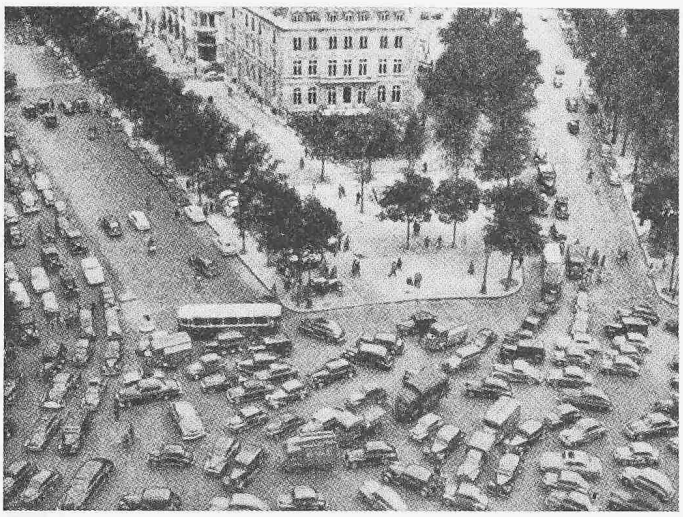


Bild 3. Der «flüssige» Verkehrsablauf des Kreisels; Place de l'Etoile vom Arc de Triomphe aus gesehen, links die Avenue des Champs Elysées

mehr gewachsen waren. Erstaunlich ist es, dass trotz dieser Erfahrungen in letzter Zeit noch neue Kreisplätze gebaut werden.

Im Laufe der Zeit haben viele Verkehrsfachleute das Thema des Kreiselverkehrs in Aufsätzen [1], [2], Büchern [3], [4], [5], [6], [7], [8] und Dissertationen behandelt [9]. Es gibt sogar Dissertationen, die sich ausschliesslich mit dem Kreiselverkehr befassen [10], [11]. *J. Gadegast* schreibt 1950 in [10]: «Seit Jahren ist in der Fachwelt das Problem Ampelkreuzung oder Kreisplatz diskutiert worden. Auf der einen Seite behaupten die Verfechter der Ampelkreuzung, dass diese die grösste Leistungsfähigkeit besitze und die Leistungsfähigkeit des Kreisplatzes nicht über die der äusseren Spur hinausgehe. Auf der anderen Seite sagen uns aber die Verkehrsbeobachtungen, dass die Leistungen auf mehrspurigen Kreisplätzen weit über die einer Spur hinausgehen.» Die Untersuchungen von Gadegast sind etwas oberflächlich; sie befassen sich vor allem mit der fahrtechnischen Seite des Problems. Man kann ihm leider nicht beipflichten, wenn er am Schluss bemerkt:

«Die eindeutige Ueberlegenheit des Kreisplatzes gegenüber der Ampelkreuzung ist klar herausgestellt worden. Die Frage Ampelkreuzung oder Kreisplatz ist somit zugunsten des Kreisplatzes entschieden worden und der in der Fachwelt entstandene Meinungsstreit kann als geklärt angesehen werden.»

Eine sehr gründliche Arbeit wurde von *R. Lapierre* vorgelegt [11], der ein Berechnungsverfahren entwickelt hat, um die theoretische Leistungsfähigkeit des Kreisplatzes zu ermitteln. Mit diesem hat er verschiedene Beispiele durchgerechnet und im weiteren den Verkehrsablauf kinematographisch untersucht. Durch Auswerten der Einzelaufnahmen ist es ihm gelungen, das Verhalten der Automobilisten zu analysieren und eine praktische Leistungsfähigkeit der Gesamtanlage zu ermitteln. Diese bewegt sich je nach Verkehrsverteilung zwischen

8400 und 3100 Kfz/h bei 5 Zufahrten
7500 und 3400 Kfz/h bei 4 Zufahrten und
6000 und 3400 Kfz/h bei 3 Zufahrten.

Die Höchstzahlen werden beim ausschliesslichen Rechtsabbiegeverkehr erreicht, die Mindestzahlen haben Gültigkeit bei starkem Linksabbiegeverkehr.

Verschiedene Verfasser haben Methoden zur Berechnung der Leistungsfähigkeit entwickelt. Diese sind meist verhältnismässig kompliziert und lassen sich deshalb nur an Hand der betreffenden Veröffentlichung anwenden.

3. Begriffe

Der eingangs erwähnte Aufsatz zeigt, dass sowohl über den Kreiselverkehr als auch über andere Knotenpunktsformen noch Unklarheiten bestehen. Es scheint deshalb nützlich, sie hier genauer zu beschreiben und miteinander zu vergleichen. Dies lässt sich am einfachsten an Hand eines theoretischen Beispiels durchführen. Die vier Punkte A, B, C und D in den Bildern 4a bis 4e sind so miteinander zu verbinden, dass die Wege durch das schraffierte Gebiet führen.

a) Kreuzung (Bild 4a)

Die direkten Verbindungen A B und C D sind Strassen, die Verkehr in beiden Richtungen aufnehmen können. Sie ergeben die einfachste Knotenpunktsform, die Kreuzung. Diese kann verschiedenartig, z. B. mit besonderen Aufstellspuren für Linksabbieger oder mit Inseln, ausgeführt werden. Sie lässt sich auch so anlegen, dass die Linksabbieger aus zwei einander gegenüberliegenden Strassen gleichzeitig verkehren können (nämlich, indem sie links aneinander vorbeifahren) oder so, dass sie sich kreuzen. Wenn man jeden Strom einzeln aufzeichnet, weist der Knotenpunkt mit sich kreuzenden Linksabbiegern 20 Schnittpunkte auf (Bild 5a). Die andere Form, die selbstverständlich leistungsfähiger ist, hat nur 16 Schnittpunkte (Bild 5aa).

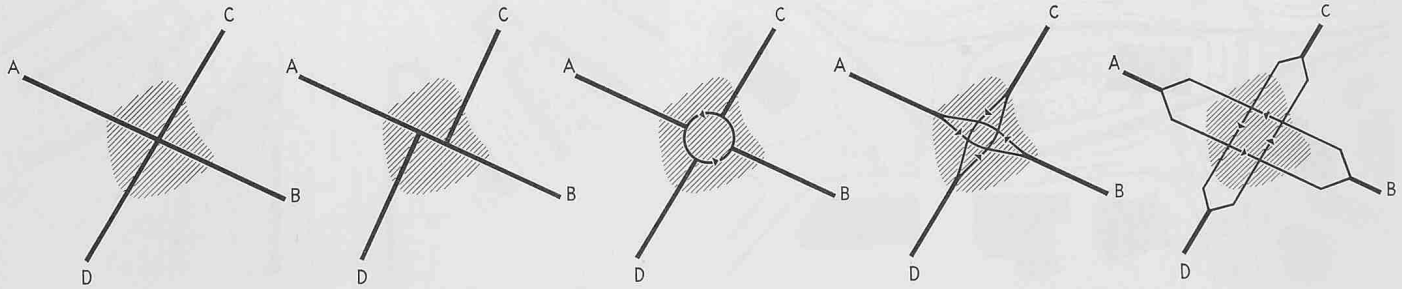
b) Versetzte Kreuzung (Bild 4b)

Falls man die Verbindung A B besonders betonen will, oder eine durchgehende Strasse C D nicht ausführbar ist, kann die versetzte Kreuzung angewendet werden. Sie besteht aus zwei nicht zu weit voneinander entfernten T-Kreuzungen. Bild 4b zeigt einen Rechtsversatz: Bei der Fahrt von C nach D oder umgekehrt liegt die zweite T-Kreuzung rechts von der ersten. Wie das Strombild zeigt (Bild 5b), weist der Versatz 18 Konfliktspunkte auf, 16 davon sind Schnittpunkte, die beiden anderen sind Verflechtungspunkte. Die versetzte Kreuzung wurde von *N. J. G. Koroneos* ausführlich behandelt [12].

c) Kreisverkehrsplätze (Bild 4c)

H. Lübke [7] definiert den Kreiselverkehr folgendermassen: «Unter Kreisplatzverkehr soll dasjenige System bezeichnet werden, das einen Uebergang der Fahrzeuge aus einer Strasse in die andere durch Linksumfahrung einer Mittelinsel mit nachfolgendem Rechtsabbiegen ermöglicht.» Die Strassen führen meistens radial auf den Kreisel zu. Wer von A nach C fahren will, muss bei einer gewöhnlichen Kreuzung rechtsabbiegen. Der Rechtsabbiegevorgang setzt sich beim Kreisel zusammen aus: Rechtsabbiegen, Linksabbiegen (nämlich bei Linksumfahrung der Mittelinsel) und Rechtsabbiegen. Das Strombild weist 20 Konfliktspunkte auf (Bild 5c), gleichviel wie bei der Kreuzung mit sich überschneidenden Linksabbiegerströmen. Beim Kreisel sind aber alle Konfliktstellen Verflechtungspunkte.

R. Lapierre hat in seiner Dissertation verschiedene Bedingungen untersucht, die ein Kreisplatz erfüllen muss. So



4a. Kreuzung 4b. Rechtsversatz 4c. Kreisverkehrsplatz 4d. aufgeweitete Kreuzung 4e. Einbahnstrassen

Bild 4. Die verschiedenen Knotenpunktsformen

stellt er fest, dass die Verflechtungsstrecke mindestens 80 m lang sein sollte. Wenn sie kürzer ist, sind Störungen unvermeidlich, und es kann nicht von reinem Kreisplatzverkehr gesprochen werden. Eine Zu- und Abfahrtsstrasse wird im allgemeinen 4 Spuren zu 3,50 m und somit eine Breite von 14 m haben. Deshalb hat ein Platz mit N Zufahrten mindestens eine Kreislänge $(80 + 14)\ N = 94\ N$ m. Der Radius beträgt somit

$$R = 94\ N/2\pi = 15\ N\ \text{m}$$

Bei 4 Zufahrten soll der Durchmesser mindestens 120 m betragen, um einen ungestörten Verkehrsablauf zu erhalten. J. Gadegast stellt fest, dass ein vierspuriger Kreisplatz einen Innendurchmesser von 60 m haben sollte und bemerkt dazu etwas optimistisch: «Das ist ein Mass, was auch bei beschränkten Platzverhältnissen eingehalten werden kann.» Bei einem Innendurchmesser von 60 m wird eine Fläche von 2830 m² beansprucht. Bei einem niedrigen Grundstückpreis von 50 Fr./m² werden somit rd. 140 000 Fr. nutzlos investiert.

d) Aufgeweitete Kreuzung (Bild 4d)

Diese Knotenpunktsform hat grosse Aehnlichkeit mit dem Kreisel. Die Zu- und Abfahrten werden getrennt, so dass die Fahrbahnen nicht radial, sondern tangential auf den Knotenpunkt zuführen. Der grosse Vorteil gegenüber dem Kreisel besteht darin, dass die Rechtsabbieger einfache Rechtsabbieger bleiben und dass die Gradausfahrer sich nicht mit den Gradausfahrern der kreuzenden Richtung verflechten müssen. Das Strombild (Bild 5d) dieses Knotenpunktes weist ebenfalls 20 Konfliktspunkte auf, 16 davon sind Schnittpunkte und nur 4 Verflechtungspunkte. Der Knoten kann mit einer Zweiphasensignalisierung gesteuert werden. Zwar überschneiden sich die Linksabbieger bei dieser Kreuzungsform, was sich aber bei einer Signalisierung nicht sehr störend auswirkt. Sie können praktisch so ungestört abbiegen wie ein Rechtsabbieger und müssen lediglich ein zweites Mal anhalten. Der Stauraum ist aber so gross, dass keine anderen Ströme behindert werden.

e) Einbahnstrassen (Bild 4e)

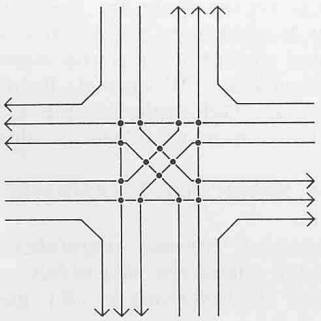
Wenn die Fahrbahnen der ausgeweiteten Kreuzung so weit auseinandergezogen werden, dass die dazwischenliegenden Flächen überbaut oder auf eine andere Art ausgenützt werden können, entstehen Einbahnstrassen. Der Knoten wird in 4 einzelne Kreuzungen zerlegt, die je nur 6 statt 12 Verkehrsströme zu verarbeiten haben und nur 4 Konfliktspunkte aufweisen (Bild 5e). Die 4 Verflechtungspunkte liegen in den Strassen zwischen den Kreuzungen. Sie machen sich kaum, oder bei einer Signalisierung gar nicht bemerkbar.

4. Die Leistungsfähigkeit

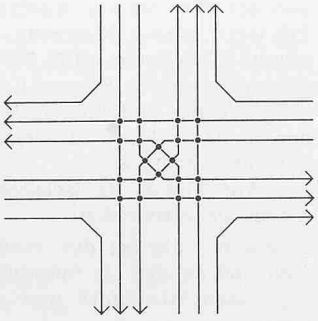
a) Allgemeines

Die Frage «Was leistet eine Kreuzung oder der Kreisel?» ist zu ungenau, um beantwortet werden zu können. Auch wenn der betreffende Knoten im Entwurf vorliegt oder schon gebaut ist, lässt sich die Leistung nicht eindeutig angeben. Man kann lediglich untersuchen, ob eine vorhandene oder angenommene Belastung verarbeitet werden kann. Dies ist nicht eine Leistungsberechnung, sondern lediglich der Nachweis, dass der Knoten leistungsfähig genug ist.

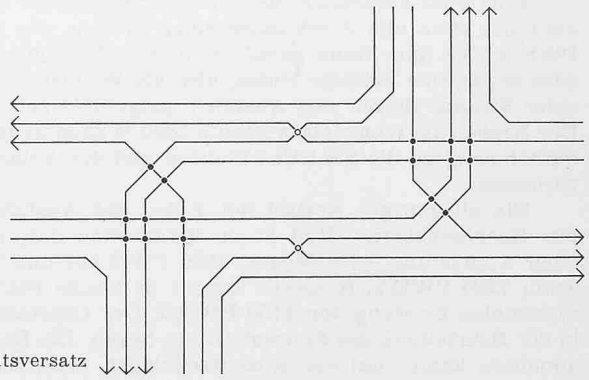
Es ist absolut falsch, aus dem Leistungsnachweis zu schliessen, die Kreuzung vermöge eine bestimmte Zahl PWE/h zu verarbeiten; denn ohne Angabe der Verkehrsverteilung sagt diese Zahl nichts aus. Es wäre möglich, dass eine Kreuzung, die in der Morgenstosszeit eine bestimmte Zahl Autos bewältigt, diese Wagen auf dem Rückweg in der Abendstosszeit nicht mehr verarbeiten kann. Ein theoretisches Beispiel mit übertriebenen Annahmen zeigt dies am deutlichsten. Ueber die Kreuzung von Bild 6a fahren am Morgen nur Rechtsabbieger. Wenn jede Spur in der Stunde 1800 Wagen leistet, können während einer einstündigen Stoss-



5a. Kreuzung, Linksabbieger fahren aneinander vorbei



5aa. Kreuzung, Linksabbieger kreuzen sich



5b. Rechtsversatz

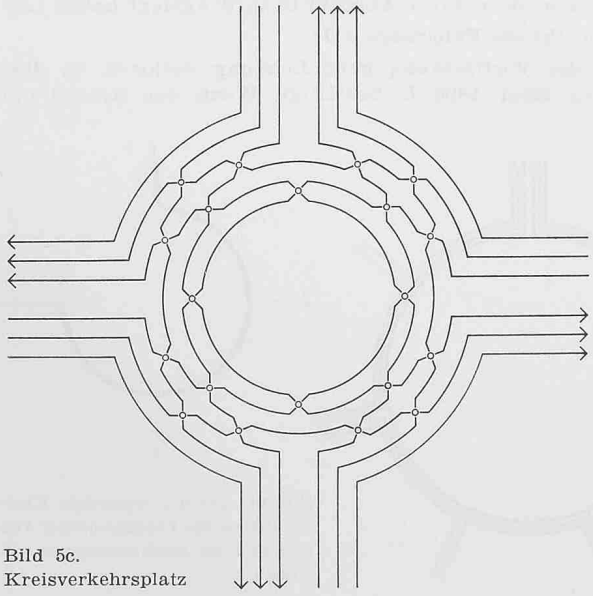
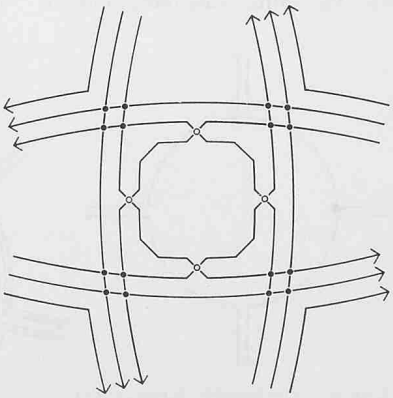
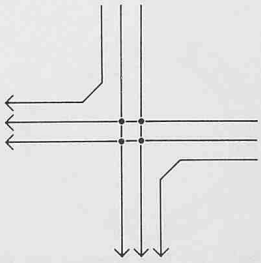


Bild 5c. Kreisverkehrsplatz



5d. aufgeweitete Kreuzung



5. Einbahnstrassen

• Kreuzungspunkt
o Verflechtungspunkt

Bild 5. Die Strombilder der verschiedenen Knotenpunktsformen

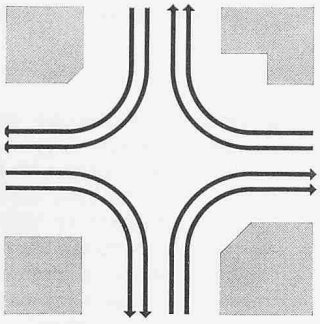


Bild 6a. Die Kreuzung, die nur Rechtsabbieger zu verarbeiten hat, kann 8 Ströme gleichzeitig durchlassen

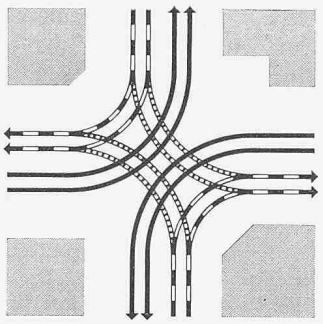


Bild 6b. Die Kreuzung, die nur Linksabbieger zu verarbeiten hat, kann nur 4 Ströme gleichzeitig durchlassen

zeit 8 × 1800 = 14 400 PWE die Kreuzung passieren. Abends, bei der Rückkehr dieser Wagen, hat die Kreuzung nur Linksabbieger zu verarbeiten. Sie kann dann nur die Hälfte der Fahrzeuge bedienen. Wohl lässt sich die gleiche Leistung — in PWE/h ausgedrückt — erbringen, nämlich dann, wenn die (gestrichelten) Rechtsabbiegefahrspuren benützt werden (Bild 6b). Dieses Leistungsangebot kann aber nicht ausgenützt werden, weil es noch Fahrzeuge gibt, die die punktiert gezeichneten Linksabbiegespuren befahren möchten. Die Kreuzung weist somit nur die Hälfte der verlangten Leistung auf. Das Beispiel ist mit Absicht extrem gewählt, um klarzustellen, dass es nicht möglich ist, die Leistung eines Knotens allgemein in PWE/h anzugeben, wie dies bei einer Fahrspur üblich ist. Trotzdem taucht die Frage immer wieder auf. Wer sie zu beantworten sucht, stellt fest, dass die berechneten Zahlen stark schwanken. Auch die Bemerkung «je nach Verkehrsverteilung» genügt nicht, um die Sache klar zu stellen.

b) Der Kreisel

Eine Spur verarbeitet bei der Geschwindigkeit des Stadtverkehrs etwa alle 2 Sekunden einen Wagen, das sind 1800 PWE/h. Die Spur kann gerade sein oder Kurven aufweisen, oder sogar eine Schleife bilden, also als Wendeplatz mit nur einer Strasse als Zu- und Ausfahrt ausgeführt sein (Bild 7). Der Kreisel als Wendeplatz könnte 1800 Wagen in der Stunde aufnehmen, die die Schleife befahren und die Anlage wieder verlassen.

Ein einspuriger Kreisel mit 4 Zu- und Ausfahrten, der nur Rechtsabbieger (Bild 8) zu verarbeiten hat, nimmt in einer Stunde aus jeder Strasse 1800 PWE auf und bewältigt somit 7200 PWE/h. *H. Lübke* kommt in diesem Fall zu einer maximalen Leistung von 7400 PWE/h. Der Unterschied wird in der Beurteilung der Spurenleistung liegen. Die Belastungsannahme kann man als unwahrscheinlich bezeichnen, aber Tatsache ist, dass der Kreisel sie verarbeiten kann.

Sowohl beim Beispiel des Kreisels als Wendeplatz, wie auch bei demjenigen der Rechtsabbieger wird die Leistung der Anlage vollkommen ausgenützt. In beiden Fällen ist sie eigentlich gleich gross; nur die Gesamtsumme der verarbeiteten Wagen ist verschieden. Es sollte eine Möglichkeit geben, die Leistungen auf den gleichen Nenner zu bringen.

Die 1800 Wagen des 1. Beispiels befahren die ganze Schleife, also 360°, zusammen somit 1800 × 360° = 648 000°. Im 2. Beispiel befährt jeder Wagen nur einen Viertel des Kreises, also 90°. Die Leistung sämtlicher Wagen beträgt daher 7200 · 90°. Ein einspuriger Kreisel hat somit eine Leistung von 648 000 PWE°/h. Das Rechnen mit Graden ist ziemlich umständlich. Ueberdies ist es nicht richtig, hier ein derart genaues Mass zu verwenden. Man könnte anstelle der 360° auch 2π einsetzen, aber dieses Mass erweckt ebenfalls den Eindruck, es werde mit mathematischer Genauigkeit gerechnet. Wir setzen deshalb 360 PWE°/h gleich U, so dass der einspurige Kreisel eine Stundenleistung von 1800 U hat.

Die Belastung des nächsten Beispiels ist noch unwahrscheinlicher (Bild 9). Der Kreisel hat 7 Zu- und Ausfahrten und ist dreispurig. Die Kreiselleistung sollte somit 3 · 1800 U = 5400 U betragen; die folgende Berechnung weist das auch tatsächlich nach:

1 800 Fzg. fahren 4 Abschnitte = $1\,800 \cdot {}^{4}/_{7}\,U$
1 800 Fzg. fahren 3 Abschnitte = $1\,800 \cdot {}^{3}/_{7}\,U$
5 400 Fzg. fahren 2 Abschnitte = $5\,400 \cdot {}^{2}/_{7}\,U$
14 400 Fzg. fahren 1 Abschnitt = $14\,400 \cdot {}^{1}/_{7}\,U$

Der Kreisel verarbeitet insgesamt 23 400 Fzg. und leistet:

$$ {}^{1}/_{7} \cdot (7200 + 5400 + 10800 + 14400)\,U = 5400\,U\,. $$

Aus diesem Ergebnis darf man nicht schliessen, der Kreisel sei imstande, 37 800 Fahrzeuge in einer Stunde von der einen Strasse nach der nächstfolgenden durchzulassen. Auch in diesem Fall wäre die Leistung nämlich $37\,800 \cdot {}^{1}/_{7} \cdot U$ = 5400 U. Es ist aber zu berücksichtigen, dass die Leistung des einzelnen Abschnittes beim Kreisel mit sieben Aesten und drei Spuren nicht grösser sein kann als ${}^{1}/_{7} \cdot 5400\,U$ = 771,4 U.

c) Verflechtung

Bei den bis jetzt behandelten Beispielen haben die Fahrzeugströme einander nicht gekreuzt. Jeder Strom benützte von der Ein- bis zur Ausfahrt eine eigene Spur. Im Normalfall werden aber Fahrzeuge aller Beziehungen am Verkehrsablauf teilnehmen (Bild 5c), wobei sie miteinander die wenigen vorhandenen Spuren benützen müssen. Wenn viele Fahrzeuge rechts abbiegen (d. h. die erste Gelegenheit benützen, den Kreisel wieder zu verlassen) legt man für diese oft eine getrennte Spur an.

Auf einem Kreiselabschnitt lassen sich 4 «Fahrzeugarten» unterscheiden:

1. Wagen, die bei der vorhergehenden Strasse eingefahren sind und sobald als möglich wieder ausfahren. Sie befahren nur einen Abschnitt und werden Rechtsabbieger (R) genannt.
2. Wagen, die bei der vorhergehenden Strasse eingefahren sind und mehrere Abschnitte befahren werden (E).
3. Wagen, die bei der nächsten Ausfahrt den Kreisel verlassen, nachdem sie mehrere Abschnitte zurückgelegt haben (A).
4. Durchgehende Fahrzeuge (D).

Bei der Verflechtung geht Leistung verloren, so dass nicht jede Spur 1800 U bewältigt. Wenn der Kreisel nur

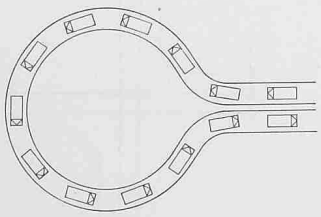


Bild 7. Der Kreisel als Wendeplatz leistet 1800 PWE/h

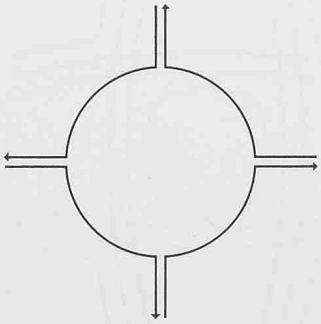


Bild 8. Vierästiger Kreisel bei reinem Rechtsabbiegeverkehr

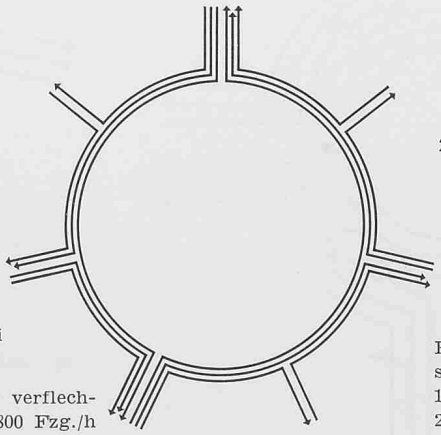


Bild 9 (rechts). Siebenästiger, dreispuriger Kreisel ohne verflechtenden Verkehr. Jeder Strich bedeutet einen Strom von 1800 Fzg./h

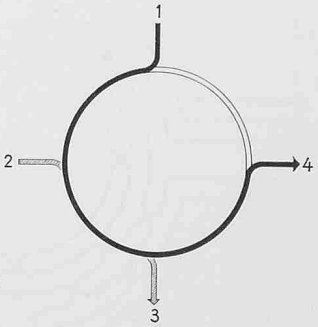


Bild 10. Beim einspurigen Kreisel stören die Linksabbieger von 1 nach 4 die Rechtsabbieger von 2 nach 3

eine Spur breit ist, behindern die Linksabbieger von 1 nach 4 die Rechtsabbieger von 2 nach 3 (Bild 10). Bei der Kreuzung würden unter günstigen Umständen sogar die Ströme der Linksabbieger 3 — 2 und 1 — 4 aneinander vorbeifahren. Die gegenseitige Behinderung ist beim Kreisel so stark, dass die Rechtsabbieger schon Verflechtungs- oder Einfädelungsschwierigkeiten haben. Beim einspurigen Kreisel kann eigentlich nicht von Verflechtung, sondern nur von Ein- und Ausfädelung gesprochen werden. Das Ausfädeln verursacht keine Schwierigkeiten. Um einfädeln zu können, muss zwischen zwei Wagen eine Lücke sein, die selbstverständlich grösser als der Raumbedarf eines Wagens in der Kolonne sein sollte. Wenn man annimmt, dass ein einfädelnder Wagen 3 mal so viel Raum braucht, ist die maximale Leistung eines Abschnittes bestimmt durch $3\ (R + E) + A + D = 1800$ PWE/h.

Beim zweispurigen Kreisel wird der rechtsabbiegende Verkehr die äussere, der durchgehende Verkehr die innere Spur verwenden. Die Fahrzeuge E werden zunächst die äussere Spur benützen und u. U. auf die innere wechseln. Die Fahrzeuge A werden — wenn sie die innere Spur befahren — auf die äussere wechseln und von dort ausfahren. Die Verkehrsströme verflechten sich, und der Verkehrsablauf wird unübersichtlich.

Die Leistungsfähigkeit einer Verflechtungsstrecke wurde vor allem in Amerika von vielen Verfassern untersucht. Am bekanntesten ist wohl das Ergebnis aus dem Highway Capacity Manual [13], das folgenden Zusammenhang zwischen der Zahl der Fahrspuren, dem Verkehrsaufkommen und der Leistung einer Spur festlegt:

$$n = \frac{W_1 + 3\,W_2 + F_1 + F_2}{C}$$

Hierin ist

- n die Spurenzahl
- C die Stundenleistung einer ungestörten Spur; diese wurde hier zu 1800 PWE/h angenommen.
- W_1 der grösste Anteil des Verflechtungsverkehrs in PWE/h
- W_2 der kleinste Anteil des Verflechtungsverkehrs in PWE/h
- F_1 und F_2 die Verkehrsanteile, die sich nicht verflechten, in PWE/h.

Man schreibt diese Formel besser folgendermassen:

$$n = \frac{F_1 + F_2 + 2\,(W_1 + W_2) - |W_1 - W_2|}{C}$$

weil man dann W_1 und W_2 nicht mehr gesondert definieren muss. In den Grössen, die in diesem Aufsatz für die Verkehrsanteile festgelegt wurden, lautet sie:

$$(1) \quad R + 2\,E + 2\,A + D - |E - A| = 1800\,n$$

Die Leistungsfähigkeit ist nicht nur abhängig von den in den Formeln verwendeten Grössen, sondern auch von der Geschwindigkeit der Kolonne und der Länge der Verflechtungsstrecke. Diese Einflüsse wurden ebenfalls im Highway Capacity Manual untersucht, Bild 11 zeigt die Ergebnisse.

Selbstverständlich sind die Verflechtungsstrecken bei einem Kreisel nicht sehr lang. Je kürzer sie werden, desto rascher nimmt die Leistung ab. Die Verflechtungslänge wird die im Highway Capacity Manual als ideal bezeichnete Länge nie erreichen. Die Leistung wird deshalb auch immer kleiner sein. Die Formel des Highway Capacity Manual liefert demzufolge bei kleinen Verflechtungsstrecken zu günstige Resultate. Man kann deshalb beiden Verflechtungsströmen ein grösseres Gewicht, z. B. 3, geben, so dass man für die Leistung des einzelnen Abschnittes folgenden Ausdruck findet:

$$(2) \quad R + 3\,E + 3\,A + D = 1800\,n$$

J. Gadegast gibt die Zahl der Abschnittsleistung nicht explizit an. Er definiert die Leistung des Kreisels als ganzes in PWE/h. Bei seinen Untersuchungen des Kreisels mit vier Aesten bringt die Verbreiterung um eine Spur eine Leistungssteigerung von 1200 PWE/h. Die Spurleistung beträgt 700 PWE/h und zwar unter der Annahme, dass ⅔ des Verkehrs gradausfährt und ⅓ linksabbiegt.

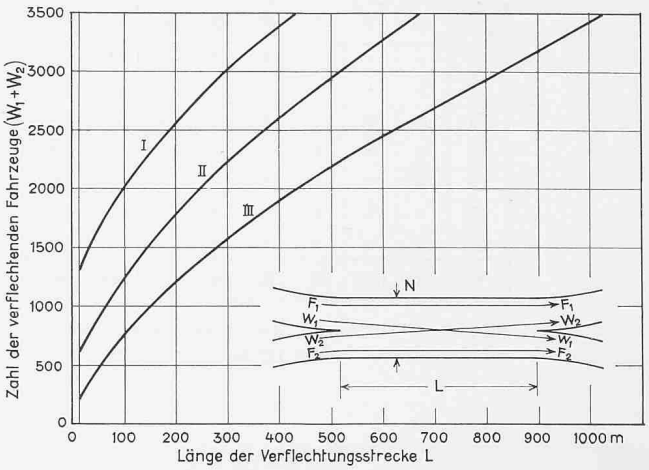


Bild 11. Leistungsfähigkeit der Verflechtungsstrecke nach dem Highway Capacity Manual. I Maximale Leistungsfähigkeit, Geschwindigkeit von örtlichen Bedingungen abhängig. II Verkehrsgeschwindigkeit 48 km/h. III Verkehrsgeschwindigkeit 64 km/h. $N = (W_1 + 3W_2 + F_1 + F_2)/C$. N Anzahl Fahrspuren W_1 grösserer Verflechtungsanteil in PWE/h. W_2 kleineren Verflechtungsanteil in PWE/h. F_1, F_2 Verkehr ohne Verflechtung

J. Volmüller [4] nimmt bei seinen Untersuchungen an, dass die Leistung der Verflechtungsstrecke

$$(3) \quad E + A = 1200\ \text{PWE/h}$$

betrage und dass die Ströme, die nicht an der Verflechtung teilnehmen, eine eigene Spur befahren können. Um die innere Spur benützen zu können, müssen sich die Fahrzeuge E in den Strom D einfädeln. In diesem Fall sollte deshalb auch $E + D \leqq 1200$ PWE/h sein.

R. Lapierre stellt fest, dass ein Ringfahrbahnabschnitt bei einer Verflechtungslänge von mindestens 80 m und einem Fahrbahnquerschnitt von 4 Spuren zu je 3,75 m eine praktische Leistungsfähigkeit von 2400 Fzg. aufweist. Sie ist nur ⅓ mehr als die Leistungsfähigkeit einer ungestörten Spur auf der freien Strecke. *J. W. Korte* [5] gibt für einspurig betriebene Abschnitte je nach Ausbau eine Leistung von 700 bis 1200 PWE/h an. Neu zu erstellende Anlagen sollten gut ausgebaut werden, so dass mit 1200 PWE/h gerechnet werden kann.

Es ist klar, dass bei mehreren Spuren die inneren am wenigsten leisten. Jeder Automobilist hat das Bedürfnis, möglichst weit nach aussen zu fahren, damit ihm das Ausbiegen weniger Schwierigkeiten bereitet. Auf Grund der Beobachtung von R. Lapierre (2400 Fzg./h bei 80 m Verflechtungsstrecke und 4 Spuren) und J. W. Korte (1200 PWE/h bei einspurigem Kreisel) könnte man folgende Gesetzmässigkeit annehmen:

Die erste Spur leistet	1200 PWE/h,	
die zweite Spur die Hälfte oder	600 PWE/h,	beide Spuren zusammen 1800 PWE/h
die dritte Spur ⅓ oder	400 PWE/h,	alle drei zusammen 2200 PWE/h
die vierte Spur ¼ oder	300 PWE/h,	alle vier zusammen 2500 PWE/h

Hieraus ergibt sich die Formel

$$(4) \quad R + E + A + D = (1 + {}^1/_2 + {}^1/_3 + \ldots {}^1/_n)\ 1200\ \text{PWE/h}$$

Andere Berechnungsarten werden noch von *W. Grabe* [8] behandelt, der die Leistung mit der Zeitlückentheorie berechnet, und von *J. G. Wardrop* [14], der aus Testbeobachtungen auf einer Versuchsstrecke eine Formel entwickelt. Diese Methoden werden hier nicht weiter behandelt.

5. Verkehrsaufkommen

Das Verkehrsaufkommen wird meistens in Rasterform gegeben. Es ist mühsam, daraus die Belastung der einzelnen Abschnitte zu berechnen. Korte erwähnt ein Verfahren, um schnell zum Ziel zu gelangen. Noch schneller kann man auf folgende Weise die Belastung ermitteln:

Der Raster — N × N Felder der gleichen Abmessung — ist gegeben. Als Beispiel wird die Tabelle 1 mit 7 × 7 Fel-

von → / nach ↓	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	G
①	–	4	7	6	8	3	8	36
②	5	–	6	1	6	6	3	27
③	14	13	–	6	4	2	18	57
④	16	12	5	–	3	3	16	55
⑤	18	10	6	5	–	7	15	61
⑥	2	6	8	5	8	–	3	32
⑦	5	8	5	7	4	3	–	32
K	60	53	37	30	33	24	63	300

Bild 12. Der Raster der Verkehrsbeziehungen; der eigentliche Raster ist nur 7 × 7 Felder gross

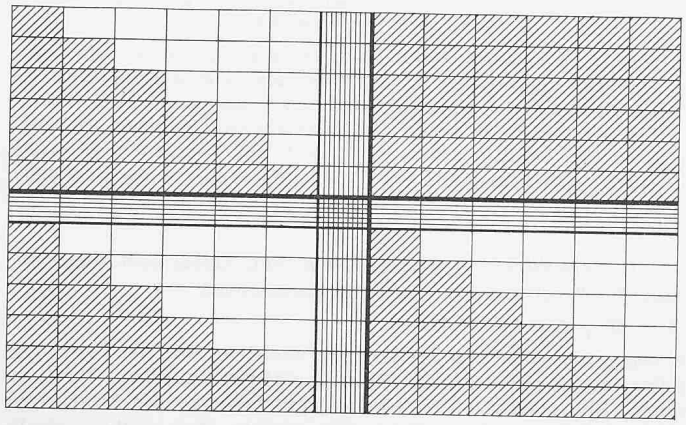


Bild 13a. Schablone zur Berechnung der Verkehrsanteile des Kreiselverkehrs

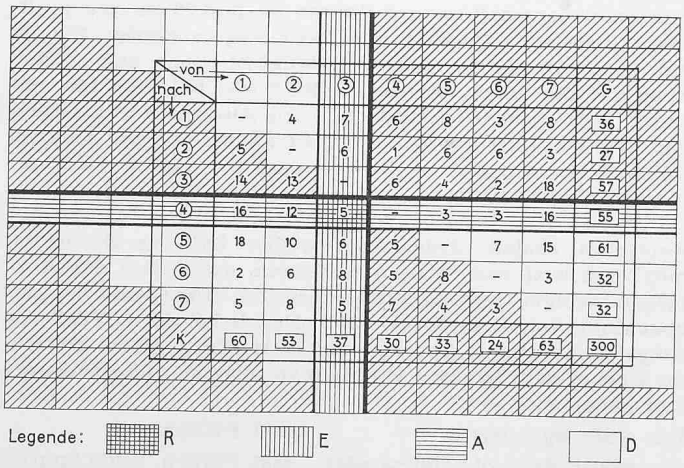


Bild 13b. Beispiel der Berechnung, wobei die Anteile der Belastung zwischen 3 und 4 ermittelt werden.

R = 5
E = 7 + 6 + 6 + 8 + 5 = 32
A = 16 + 12 + 3 + 3 + 16 = 50
D = (4) + (18 + 10 + 2 + 6 + 5 + 8) + (7 + 15 + 3) = 78

Tabelle 1. Belastung eines siebenästigen, dreispurigen Kreisels in p PWE/h

von / nach	1	2	3	4	5	6	7	G
1	—	4	7	6	8	3	8	36
2	5	—	6	1	6	6	3	27
3	14	13	—	6	4	2	18	57
4	16	12	5	—	3	3	16	55
5	18	10	6	5	—	7	15	61
6	2	6	8	5	8	—	3	32
7	5	8	5	7	4	3	—	32
K	60	53	37	30	33	24	63	300

dern verwendet (Bild 12). Man zeichnet auf ein Transparentblatt eine Schablone mit (2N—1) × (2N—1) Felder der selben Abmessung (hier 13 × 13) (Bild 13). Um die Belastung eines Abschnittes, z. B. zwischen den Strassen 3 und 4, zu berechnen, legt man die Schablone so, dass die dicke waagrechte Linie die Rasterlinie zwischen den Zeilen 3 und 4 deckt; die dicke senkrechte Linie soll auf der Rasterlinie zwischen den Spalten 3 und 4 liegen. Durch Addieren der Zahlen in den verschiedenen Gebieten, wie sie in der nebenstehenden Legende angegeben sind, lassen sich für den bestimmten Abschnitt die Werte R, E, A und D ermitteln. Eine Schwierigkeit scheint sich vorerst bei der Berechnung der Belastung im Abschnitt zwischen 7 und 1 zu ergeben. Hier müssten die dicken Linien aber folgerichtig mit der oberen und rechten Rasterlinie zusammengelegt werden.

Dieses Verfahren ist vor allem wertvoll, wenn man die Belastung eines einzelnen Abschnittes berechnen möchte. Man muss aber die verschiedenen Abschnitte miteinander vergleichen, um den am stärksten belasteten, der massgebend ist, zu finden. Die Berechnung mit der Schablone ist in diesem Fall etwas aufwendig.

Der Abschnitt zwischen a und b wird von Verkehrsanteilen R_{ab}, E_{ab}, A_{ab} und D_{ab} befahren. Die Summe sei S_{ab}. Von a kommen $R_{ab} + E_{ab} = K_a$, nach b gehen $R_{ab} + A_{ab} = G_b$ Fahrzeuge. Die Zahl der Fahrzeuge, die an b vorbeifahren, beträgt $E_{ab} + D_{ab}$. Ein Teil davon, nämlich A_{bc}, wird bei der Ausfahrt c den Kreisel verlassen, der Rest bildet den durchgehenden Teil D_{bc}, so dass

$$D_{bc} = E_{ab} + D_{ab} - A_{bc} \text{ oder } A_{bc} + D_{bc} = E_{ab} + D_{ab}$$

Die Gesamtbelastung des Abschnittes bc beträgt

$$S_{bc} = R_{bc} + E_{bc} + A_{bc} + D_{bc} = K_b + A_{bc} + D_{bc} =$$
$$= K_b + E_{ab} + D_{ab} = K_b + S_{ab} - (R_{ab} + A_{ab}) = K_b + S_{ab} - G_b\,,$$
$$\text{so dass } S_{bc} = S_{ab} + K_b - G_b\,.$$

Dies ist ein logisches Ergebnis, denn die Belastung eines Abschnittes ist gleich der Belastung des vorgehenden Abschnittes, erhöht um die Zahl der eingefahrenen Fahrzeuge und vermindert um die Zahl der Wagen, die den Kreisel verlassen haben. Sobald die Belastung eines Abschnittes bekannt ist, können die anderen mit wenig Mühe berechnet werden. — Leicht zu berechnen ist die Belastung des Abschnittes zwischen N und 1. Man findet sie als Summe der Zahlen auf und oberhalb der Diagonale.

6. Die Leistungsfähigkeit eines Kreiselabschnittes

Wie in Abschnitt 4c klargestellt wurde, ist die Leistung des Kreisels bestimmt durch die Verflechtungsstrecke. Für die Berechnung der Höchstbelastung einer Verflechtungsstrecke stehen verschiedene Methoden zur Verfügung, von denen hier die wichtigsten an Hand eines Beispiels miteinander verglichen werden.

Als Beispiel wird ein 7-ästiger, 3-spuriger Kreisel durchgerechnet. Die angenommene Belastung ist in Tabelle 1 in Verhältniszahlen angegeben; diese geben die Stundenbelastung in p PWE an [1]), so dass die Aufgabe jetzt darin besteht, mit den verschiedenen Formeln p zu berechnen. Die Verkehrsanteile lassen sich mit den beschriebenen Methoden einfach ableiten. Sie sind in Tabelle 2 festgehalten (ebenfalls in p PWE).

1. Die Höchstbelastung einer Verflechtungsstrecke wird nach dem Highway Capacity Manual bestimmt durch die Formel (1)

$$R + 2E + 2A + D - |E - A| = 1800\,n \text{ PWE/h}$$

In unserem Beispiel mit $n = 3$ erhält man 5400 PWE/h
Massgebender Abschnitt 2—3
Gleichung: 265 p = 5400; p = 20,4

Gesamtzahl der Fahrzeuge: 20,4 × 300 = 6120 PWE
Leistung: $\Sigma\,(S/N) \cdot U = 20\,400/7\,U = 2914\,U$

2. Die Höchstbelastung einer Verflechtungsstrecke wird bestimmt durch die Formel (2)

$$R + 3E + 3A + D = 1800\,n \text{ PWE/h}\,,$$

[1]) $p = 3600/z$, wobei z die Zeit in s bedeutet, die nötig ist, um eine bestimmte Anzahl PWE zu verarbeiten.

Tabelle 2. Die verschiedenen Verkehrsanteile der Kreiselabschnitte in p PWE/h

	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—1
R	5	13	5	5	8	3	8
E	55	40	32	25	25	21	55
A	22	44	50	56	24	29	28
D	77	88	78	54	55	51	44
S	159	185	165	140	112	104	135
$E + A$	77	84	82	81	49	50	83
$\|E - A\|$	33	4	18	31	1	8	27
$R + 2E + 2A + D - \|E - A\|$	203	265	229	190	160	146	191
$R + 3E + 3A + D$	313	353	329	302	210	204	301

Die Summe sämtlicher Abschnittsbelastungen ist $\Sigma S = 1000\ p$

Im Beispiel = 5400 PWE/h

Massgebend: Abschnitt 2—3
Gleichung: $353\ p = 5400;\ p = 15{,}3$
Gesamtzahl der Fahrzeuge: $15{,}3 \times 300 = 4590$ PWE
Leistung: $15\,300/7 \cdot U = 2185\ U$

3. Bei eigenen Spuren für R und D ist die Belastung der Verflechtungsspur nach Volmüller höchstens

$E + A = 1200$ Fzg./h

Massgebender Abschnitt 2—3
Gleichung: $85\ p = 1200;\ p = 14{,}3$
Gesamtzahl der Fahrzeuge: $14{,}3 + 300 = 4290$ PWE
Leistung: $14\,300/7 \cdot U = 2043\ U$

4. Die Höchstbelastung einer Verflechtungsstrecke beträgt nach Formel (4)

$$R + E + A + D = (1 + {}^1/_2 + {}^1/_3 \ldots {}^1/_n)\ 1200 \text{ PWE}$$

In unserem Beispiel erhält man

$$R + E + A + D = (1 + {}^1/_2 + {}^1/_3)\ 1200 = 2200 \text{ PWE/h}$$

Massgebender Abschnitt 2—3
Gleichung: $185\ p = 2200;\ p = 11{,}8$
Gesamtzahl der Fahrzeuge: $11{,}8 \times 300 = 3540$ PWE
Leistung: $11\,800/7 \cdot U = 1685\ U$

Da die verschiedenen Formeln in Abschnitt 4c ausführlich behandelt sind, genügt es, sie an Hand der Ergebnisse miteinander zu vergleichen. Formel (1) ergibt eine sehr grosse Leistungsfähigkeit. Sie hat aber nur Gültigkeit bei genügend langen Verflechtungsstrecken. Beim Kreisel haben diese im allgemeinen nicht die erforderliche Länge. Der ungünstige Einfluss der Verflechtung auf kurzer Strecke kommt in der Formel (2), die auch den Gesamtverkehr mit einbezieht, besser zum Ausdruck. Ein Nachteil dieser Formel ist, dass die Abnahme der Spurleistung bei mehreren Spuren nicht berücksichtigt wird. Bei der Formel (4) wird nur mit dem Gesamtverkehr gerechnet, so dass sich der Einfluss der Verflechtung nicht besonders bemerkbar macht. Sie ist auch bei starker Verflechtung gültig, weil die Abschnittsleistung, die hier nicht proportional mit der Spurenzahl ist, reichlich bemessen ist. Die Formel (3) ist nur beim dreispurigen Kreisel anwendbar, da die sich nicht verflechtenden Ströme eigene Spuren haben sollten, und die Leistung laut Formel (3) nicht von der Spurenzahl abhängig ist. Zusätzliche Spuren bringen deshalb keine Leistungssteigerung.

Weitere Beispiele, die hier nicht aufgeführt sind, zeigen, dass Formel (4) bei Kreiseln mit wenigen Zufahrten und kleinen Spurenzahlen eine grössere Leistung als Formel (2) ergibt. Bei solchen Kreiseln ist der durchgehende Verkehr im Verhältnis zum verflechtenden Verkehr klein.

Es wird kaum möglich sein, eine Formel zu entwickeln, die alle geometrischen und verkehrstechnischen Umstände berücksichtigt. Auf jeden Fall wären sehr ausführliche Messungen nötig. Hier wurde lediglich versucht, ein Mittel zu finden, um die Leistung eines gut ausgebauten Kreisels mit wenig Mühe rasch beurteilen zu können. Dazu sei folgendes Rezept empfohlen, das auf der Anwendung der Formel (4) beruht.

7. Einfaches Berechnungsverfahren

Man nehme den Raster, der die Kreisplatzbelastung enthält, und addiere sämtliche Belastungszahlen auf und oberhalb der Diagonalen. Dies ist die Belastung $S_{N.1} = R + E + A + D$ des Abschnittes zwischen N und 1. Man rechnet nun wie folgt:

$$S_{N.1} + K_1 - G_1 = S_{1.2}$$
$$S_{1.2} + K_2 - G_2 = S_{2.3}$$

usw.

Der grösste S-Wert (S_{max}) ist massgebend, weil er die Belastung des stärkstbefahrenen Abschnittes angibt.

$$S_{max} = (1 + {}^1/_2 \ldots {}^1/_n)\ 1200 \text{ PWE/h}.$$

Falls es sich um Verhältniszahlen handelt, kann man auch p bestimmen aus $p \cdot s_{max} = (1 + \frac{1}{2} \ldots 1/n)$ 1200 PWE/h, in welchem Fall die Gesamtzahl der Fahrzeuge $p\Sigma g = \Sigma G$ beträgt.

Die Belastung des ganzen Kreisels beträgt ΣS (bzw. $p\Sigma s$). Der Kreisel leistet $U\Sigma S/N$. Die Höchstleistung beträgt $(1 + \frac{1}{2} + \ldots 1/n)\ 1200\ U = S_{max} \cdot U$, die Ausnützung somit

$$\frac{U \sum S/N}{U S_{max}} \cdot 100\,\% = \frac{100 \sum S}{N S_{max}}\,\%$$

Beispiel

Ein vierästiger, zweispuriger Kreisplatz hat eine Belastungsverteilung nach Tabelle 3. Daraus ergibt sich als

$$s_{4.1} = 6 + 18 + 7 + 11 + 14 + 10 = 66.$$

Die Berechnung der andern Abschnitte verläuft folgendermassen

$$s_{1.2} = 66 + 33 - 31 = 68$$
$$s_{2.3} = 68 + 27 - 35 = 60$$
$$s_{3.4} = 60 + 34 - 38 = 56$$
$$s_{4.1} = 56 + 31 - 21 = 66$$

Die Gesamtbelastung beträgt $\Sigma s = 240$

Nun lässt sich p berechnen aus $p \cdot s_{max} = p \cdot s_{1.2} = 68\ p = (1 + \frac{1}{2})\ 1200 = 1800$ PWE/h

$$p = 1800/68 = 26{,}5.$$

Die Gesamtzahl der Fahrzeuge, die der Kreisel innerhalb einer Stunde verarbeiten kann, beträgt $p\Sigma g = 26{,}5 \cdot 125 = 3320$ PWE. Der Kreisel leistet in der Stunde $240/4 \cdot 26{,}5\ U = 1590\ U$. Die Ausnützung der Gesamtleistung beträgt somit

$$\frac{100 \cdot 240}{4 \cdot 68}\,\% = 88\,\%.$$

Tabelle 3. Belastungsverteilung eines vierästigen, zweispurigen Kreisels

von / nach	1	2	3	4	g
1	—	6	18	7	31
2	10	—	11	14	35
3	16	12	—	10	38
4	7	9	5	—	21
k	33	27	34	31	125

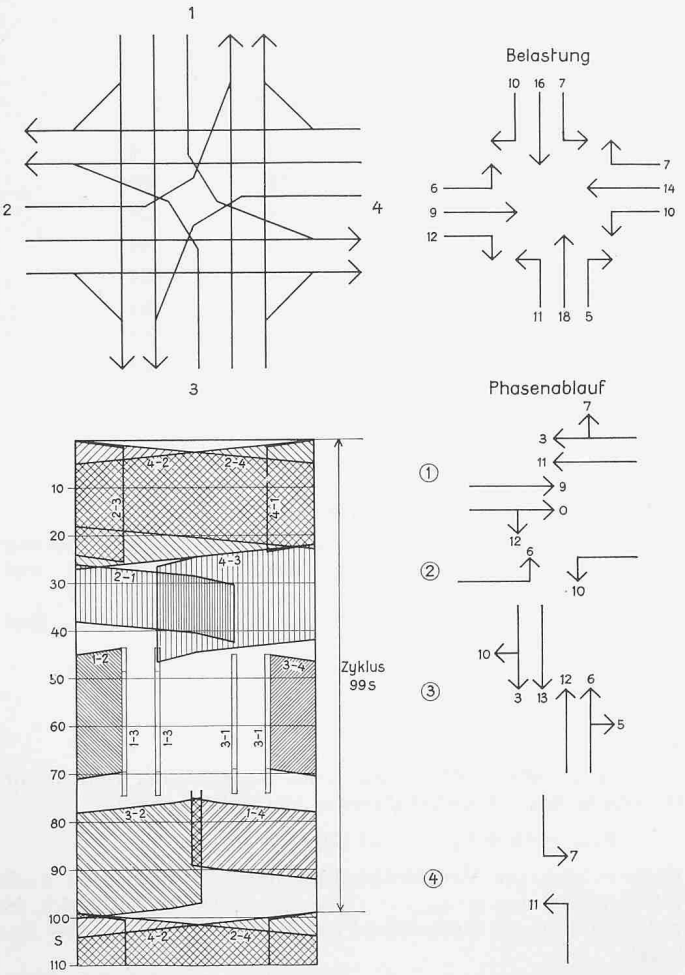


Bild 14. Das Zeit-Weg-Diagramm für die Leistungsberechnung einer signalgesteuerten Kreuzung mit der Belastungsverteilung nach Tabelle 3

8. Vergleich zwischen Kreisel und Kreuzung

Es ist interessant, die Leistung des Kreises nach obiger Berechnungsmethode mit derjenigen der signalgesteuerten Kreuzung bei der selben Belastungsverteilung zu vergleichen. Die Leistung der Kreuzung kann mit dem Zeit-Weg-Verfahren ermittelt werden. Für eine Beschreibung dieses Verfahrens sei auf andere Publikationen verwiesen [12], [15].

Als Beispiel wird hier der Kreisel des Abschnittes 7 mit einer Kreuzung verglichen, deren Belastungsverteilung ebenfalls durch Tabelle 3 bestimmt wird. Die in der Tabelle gegebenen Zahlen wurden als Zyklusbelastung angenommen. Die Strassen sind wie beim Kreisel vierspurig. Vor der Kreuzung wird das Profil erweitert, um eine Aufstellspur für die Linksabbieger zu gewinnen. Die Verteilung der Fahrzeuge über die einzelnen Fahrspuren ist aus Bild 14 ersichtlich. Mit dem Zeit-Weg-Verfahren wird nun der günstigste Phasenablauf ermittelt und die Berechnung der Phasenzeiten und der Zyklusdauer vorgenommen. Die Zahl der Wagen, die während einer Stunde verarbeitet werden können, lässt sich berechnen aus der Zahl p der Zyklen während einer Stunde. Die gefundene Zykluszeit beträgt 99 Sekunden (Bild 14), so dass auf eine Stunde $p = 3600/99 = 36{,}4$ Zyklen entfallen. Die Kreuzung hat in diesem Fall eine um $36{,}4/26{,}5 = 1{,}37$ mal grössere Leistungsfähigkeit als der Kreisel.

9. Schlussbemerkungen

Die Frage «Kreisverkehrsplatz oder signalgesteuerte Kreuzung» ist in der Praxis schon lange entschieden. Leider sind die schlechten Erfahrungen mit dem Kreisel nicht überall bekannt, so dass auch heute noch solche Anlagen gebaut werden. Die vermeintlichen Vorteile der Kreisellösung sind einleuchtend. Um so schwieriger ist es für den Verkehrsingenieur, die tatsächlichen Nachteile überzeugend darzustellen. Sie zeigen sich erst bei eingehender Untersuchung oder — was schlimmer ist — sie machen sich erst im Betrieb bemerkbar.

Ein starker Leistungsverlust wird vor allem durch die Verflechtungen verursacht. Der Verflechtungsvorgang ist sehr unübersichtlich und kann deshalb zahlenmässig kaum erfasst werden. Die hier beschriebene Methode zur Beurteilung der Kreiselleistung soll einen Vergleich mit anderen Lösungen ermöglichen. Dabei zeigt sich eindeutig die Ueberlegenheit der Kreuzung.

Adresse des Verfassers: Dipl.-Ing. *Johannis van Dijk*, Dozent an der ETH und beratender Verkehrsingenieur, David Hess-Weg 17, Zürich 2/38.

Literatur

[1] *E. Bachmann:* Die Verkehrsleistung von Kreuzung und Kreisel. «Landes-, Regional- und Ortsplanung», 12. Jg., 1943, Nr. 1 u. 2, Beilage zu Strasse und Verkehr.

[2] *P. Friedrich:* Belastbarkeit von Kreisverkehrsanlagen mit kontinuierlichem Betrieb. «Planen und Bauen» 1951, Heft 11.

[3] *E. Radicke:* Klassifizierte Stadtstrassen und ihre Knotenpunkte. VEB-Verlag Technik, Berlin 1955.

[4] *T. H. van Wisselingh, J. Volmüller, A. G. M. Boost:* Weg en Verkeer, van Holkema & Warendorf N. V., Amsterdam.

[5] *J. W. Korte:* Grundlagen der Strassenverkehrsplanung in Stadt und Land. Bauverlag GmbH, Wiesbaden Berlin 1960.

[6] *K. Leibbrand:* Verkehrsingenieurwesen. Birkhäuser-Verlag, Basel und Stuttgart 1957.

[7] *H. Lübke:* Strassen und Plätze im Stadtkörper, Band I; Die Leistungsfähigkeit grosstädtischer Verkehrsanlagen. Halle 1932.

[8] *W. Grabe:* Leistungsermittlung von nichtlichtsignalgesteuerten Knotenpunkten des Strassenverkehrs. «Forschungsarbeiten aus dem Strassenwesen», Neue Folge, Heft 11, Kirschbaum-Verlag, Bielefeld.

[9] *H. J. Rapp:* Die Leistungsfähigkeit von ungesteuerten Verkehrsknotenpunkten. Diss. ETH Zürich 1954, Prom. Nr. 2313.

[10] *J. Gadegast:* Die Leistungsfähigkeit von Kreisplätzen. Diss. Technische Universität Berlin-Charlottenburg 1950.

[11] *R. Lapierre:* Die Leistungsfähigkeit von Kreisverkehrsplätzen. Diss. TH Aachen 1955, veröffentlicht als: *J. W. Korte* und *R. Lapierre:* Die Leistungsfähigkeit von Kreisverkehrsplätzen. Forschungsbericht des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 733, Westdeutscher Verlag Opladen 1959.

[12] *N. J. G. Koroneos:* Eine Untersuchung über die Leistungsfähigkeit versetzter Strassenkreuzungen. «Schweizerische Bauzeitung» 1963, Heft 23, Seiten 425—432.

[13] *Highway Research Board:* Highway Capacity Manual, Bureau of Public Roads, U.S. Government, Printing Office, Washington 1950.

[14] *J. G. Wardrop:* The Traffic Capacity of Weaving Sections of Roundabouts. Road Research Laboratory, London 1957.

[15] *K. Leibbrand:* Verkehrsuntersuchung für Strassenknotenpunkte nach dem Zeit-Weg-Verfahren. «Schweizerische Bauzeitung», 1954, Heft 8, S. 91—94.

[16] *O. Blum:* Städtebau, 2. Auflage. J. Springer, Berlin 1937.

[17] *K. H. Brunner:* Städtebau und Schnellverkehr. Springer-Verlag, Wien 1955.

Hochschul- und Technikumstudenten in industrieller Praxis (IAESTE)

DK 378.193

Es kann eine erfreuliche Weiterentwicklung des internationalen Austausches von Hochschul- und Technikumsstudenten, die während der Sommer- oder Frühjahrsferien in industriellen Unternehmungen, Architekturbüros, öffentlichen Bauverwaltungen usw. eine zwei- bis dreimonatige Praxis absolvieren, gemeldet werden [1]).

Die International Association for the Exchange of Students (IAESTE), der nunmehr 34 Länder angehören, hielt ihre diesjährige Generalversammlung in Anwesenheit von 75 Delegierten und Beobachtern Mitte Januar in Luzern, im Hotel Schweizerhof, ab. Zu Beginn der Konferenz, die fünf Tage dauerte und deren Präsident der Erziehungsdirektor des Kantons Luzern, Reg.-Rat Dr. H. Rogger, übernommen hatte, wurden über 7500 von den Firmen der Mitgliedländer angebotene Praxisstellen — etwa 600 mehr als im Jahre 1963

[1]) Vgl. die früheren Berichte: SBZ 1953, S. 23 u. 84; 1954, S. 40 u. 86; 1961, S. 163.