

Prom. Nr. 2313

# Die Leistungsfähigkeit von ungesteuerten Verkehrsknotenpunkten

---

VON DER

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN  
HOCHSCHULE IN ZÜRICH

ZUR ERLANGUNG

DER WÜRDE EINES DOKTORS DER  
TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

GENEHMIGTE

PROMOTIONSARBEIT

VORGELEGT VON

HANS J. RAPP

von Basel

Referent: Herr Prof. M. Stahel

Korreferent: Herr Prof. Dr. W. Saxer

BASEL

Buchdruckerei E. Birkhäuser & Cie., AG.

1954

### 8. Schlussbemerkungen

Das Studium städtischer Verkehrsprobleme führt zwangsläufig zur Frage, wie die Leistungsfähigkeit von Knotenpunkten zu bewerten sei. Ganz besonders beim Vergleich verschiedener Ausbauvarianten zeigt sich das Bedürfnis für einen objektiven Maßstab. Den bisher bekannten Methoden fehlt die Überzeugungskraft einer mathematischen Grundlage oder eines statistisch erhärteten Nachweises.

Das in der vorliegenden Arbeit geschilderte Verfahren überträgt das Problem der ungesteuerten Strassenkreuzung auf ein Problem der Wahrscheinlichkeitsrechnung und erlaubt, die jeder Fahrspur optimal zur Verfügung stehende Öffnungszeit zu berechnen. Voraussetzung für die Übertragung ist die Annahme einheitlicher Verkehrsteilnehmer, die mit zufälliger Verteilung zum Kreuzungsraum gelangen und diesen mit einheitlicher Geschwindigkeit durchfahren. Jedoch erlaubt das Verfahren die Berücksichtigung der Kreuzungsform und der Zahl der ein- und auslaufenden Fahrspuren. In die Rechnung wird das gegenseitige Verhältnis der Fahrzeugzahlen für jede Richtung eingeführt. Ein einfaches Schema erlaubt die Aufstellung einer Gleichung höheren Grades mit einer Unbekannten. Ihre Lösung ergibt einen Koeffizienten, mit dem die ursprünglichen Verhältniswerte zu multiplizieren sind, damit die Kreuzung voll ausgelastet wird, gleichzeitig bilden diese Werte die jeder Fahrspur zustehenden maximalen Zeitanteile für freie Fahrt.

Unter den unendlich vielen möglichen Kreuzungsformen und Verkehrsverteilungen sind einige einfache Fälle herausgegriffen, zahlenmäßig behandelt und ihre Ergebnisse graphisch dargestellt worden.

In erster Annäherung kann man annehmen, dass die berechneten Öffnungszeit-Anteile die Leistungsreduktion darstellen, die eine ungestörte Fahrspur durch die Kreuzung erfährt. Öffnungszeit und Leistung wären somit proportional. In Wirklichkeit macht sich jedoch der Einfluss der Kreuzungswinkel sowie der ungleichen Verkehrsdichte auf den einzelnen Fahrspuren geltend, so dass die Annahme einheitlicher Fahrzeugabstände nicht bestehen bleiben kann. Zur Berücksichtigung dieses Einflusses wird die sogenannte Streckung eingeführt, worauf die Kapazität der Kreuzung im Verhältnis zu derjenigen einer ungestörten Fahrspur angegeben werden kann.

Es wird niemand erwarten, dass mit der Aufstellung des geschilderten Berechnungsverfahrens das Problem des Verkehrsablaufs auf Stras-

senkreuzungen gelöst sei. Es ist in den vorangehenden Kapiteln immer wieder auf die einschränkenden Bedingungen aufmerksam gemacht worden, die den Geltungsbereich der Methode begrenzen. Es sind dies insbesondere die Voraussetzung des zufälligen Eintreffens der Fahrzeuge auf der Kreuzung und die Vernachlässigung der genauen Fixierung der örtlichen Lage jedes Fahrzeugs. Im folgenden werden einige Anregungen gemacht, die den hier ausgesteckten Geltungsbereich zu erweitern gestatten sollen.

Zunächst ist auf den noch etwas problematischen Zusammenhang zwischen Belegung und Fahrzeugzahl hinzuweisen, der zur Einführung der Streckung geführt hat. Es wäre sehr zu wünschen, dass die dort getroffenen etwas willkürlichen Annahmen durch vermehrte Beobachtungen aus der Praxis überprüft und notfalls verbessert werden. Ferner wäre zu überlegen, ob nicht unterschieden werden sollte zwischen Fahrzeugen, die ungehindert die Kreuzung überfahren, und solchen, die vor der Kreuzung anhalten müssen und dadurch Zeit verlieren. Auch dies könnte als ein Problem der Wahrscheinlichkeit aufgefasst werden. Es stellen sich dann allerdings sofort die in der amerikanischen Literatur so ausgiebig diskutierten Fragen der gestauten Fahrzeugkolonne. Erstrebenswert wäre die Synthese einer vereinfachten amerikanischen Methode mit dem hier dargestellten Prinzip der Belegungen.

Im Zusammenhang mit dem durch wartende Kolonnen gestellten Problem steht die Frage des minimalen Abstandes benachbarter Kreuzungen, derart, dass sie sich gegenseitig nicht mehr stören. Wir sind bei den Kreuzungen mit getrennten Fahrspuren und beim Kreisel dieser Frage begegnet, ohne eine Lösung angegeben zu haben. Auch hier kommt man ohne praktische Messergebnisse nicht weiter.

Schliesslich wäre es erfreulich, wenn das Prinzip der Belegungen auch auf gesteuerte Kreuzungen angewendet werden könnte. Der Haupteinwand dagegen besteht darin, dass die Fahrzeuge nicht nach den Regeln des Zufalls, sondern kolonnenweise in den Kreuzungsraum gelangen und die Voraussetzungen des 3. Kapitels damit nicht erfüllt sind. Mit dem Studium der gesteuerten Kreuzungen betritt man den Bereich der diskontinuierlichen Verkehrsvorgänge; die Kreuzung wird nacheinander verschiedenen Betriebsbedingungen unterworfen. Ein ähnliches Problem stellt sich auch dann, wenn eine oder mehrere Verkehrsrichtungen zeitweilig durch haltende öffentliche Verkehrsmittel versperrt sind. Auch hier zeigen sich Stauerscheinungen, deren Einfluss auf das Prinzip der Belegungen nicht ohne weiteres abzuschätzen ist.

Diese Hinweise sollen genügen, um zu zeigen, dass der Brunnen der Erkenntnis noch längst nicht ausgeschöpft ist. Wenn die vorliegende Arbeit dazu anregt, mit vermehrtem Eifer die interessanten Erscheinungen des Verkehrs zu erforschen, und wenn sie dem Forscher mit dem Prinzip der Belegungen ein brauchbares Instrument darzubieten vermag, so hat sie ihren Zweck erfüllt.

---