Einrichtung und Funktion automatischer Verehrsreglungsanlagen

Autor(en): **Kühne R.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme**

Band (Jahr): **28 (1971)**

Heft 1

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-782565

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Dipl. Ing. R. Kühne, i. Fa. Hasler AG, Bern

656.1.056.4 : 65.011.56

Einrichtung und Funktion automatischer Verkehrsregelungsanlagen

Bis vor etwa 15 Jahren galt es als Ziel der Verkehrsregelung, den Verkehrsteilnehmern die gewünschten Verkehrsmöglichkeiten zur Verfügung zu stellen. Seitdem hat sich die Zahl der Automobile ungeheuer vermehrt, so dass eine auch nur annähernde Erfüllung der Forderung unmöglich wurde, vor allem, weil die für den beweglichen und ruhenden Verkehr erforderliche Fläche in den Städten nicht geschaffen werden kann. Man hat einsehen müssen, dass es sinnlos ist, Häuser einzureissen, um Strassen und Parkplätze zu schaffen. Auch die besten Verkehrsregelungsanlagen können daran nichts ändern. So wird die Verkehrsregelung heute als ein Teil der Verkehrsplanung angesehen, die wiederum einen Teil der Stadt-, Bereichs- und Landesplanung bildet.

Gütekriterien

Um entscheiden zu können, welche von mehreren Lösungen von Verkehrsregelungsaufgaben die beste ist, bedarf es eines eindeutigen Kriteriums. Als solches wird am häufigsten die Warte- oder Verzögerungszeit angenommen, die für alle Fahrzeuge im Mittel ein Minimum erreichen soll. Andere Optimierungskriterien sind die Verkehrsflussglättung, ausgedrückt als Geschwindigkeitsunterschiede der Fahrzeuge unter sich, die Stauverminderung, die Leistungssteigerung der Verkehrswege und die Verminderung der Anzahl der Halte. Weitere Wirkungen der Verkehrsregelung sollen sein: Eine Verminderung der Zahl und der Schwere der Unfälle und eine Verminderung der Ermüdung der Fahrer, die aber nur sehr schwer oder gar nicht messtechnisch erfassbar sind.

Verkehrsberechnungen

Für Verkehrsberechnungen lassen sich mehrere Stufen wachsender Kompliziertheit und abnehmender Präzision unterscheiden. In der untersten Stufe wird der Verkehrsfluss räumlich und zeitlich als gegeben angesehen und man versucht die Leistungsfähigkeit der betreffenden Strassen und Knotenpunkte durch Festlegung von Fahrtspuren und durch Lichtsignalgebung soweit wie möglich zu erhöhen. In der zweiten Stufe nimmt man den Verkehr von seinem Ursprungsort bis zu seinem Ziel als gegebene Grösse an und versucht, ihm im Rahmen der gegebenen Möglichkeiten die besten Wege zur Verfügung zu stellen. Dies ist nur bis zu einer bestimmten Grenze möglich. Man versucht also in einer dritten Stufe, das Verkehrsaufkommen unter dieser Grenze zu halten. Dafür stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, zu denen insbesondere eine starke Bevorzugung der öffentlichen Transportmittel gehört; man geht dabei von dem Gedanken aus, dass viele Verkehrsteilnehmer ihr Auto zu Hause lassen werden, wenn sie mit dem Tram oder dem Omnibus schneller und bequemer in die Stadt kommen. Diese Bevorzugung geschieht dadurch, dass den öffentlichen Verkehrsmitteln, zu denen in einigen Städten auch die Taxis zählen, besondere Verkehrsspuren, ja sogar besondere Strassen zugeteilt werden und dass sie bei der Verkehrsregelung bevorzugt behandelt werden.

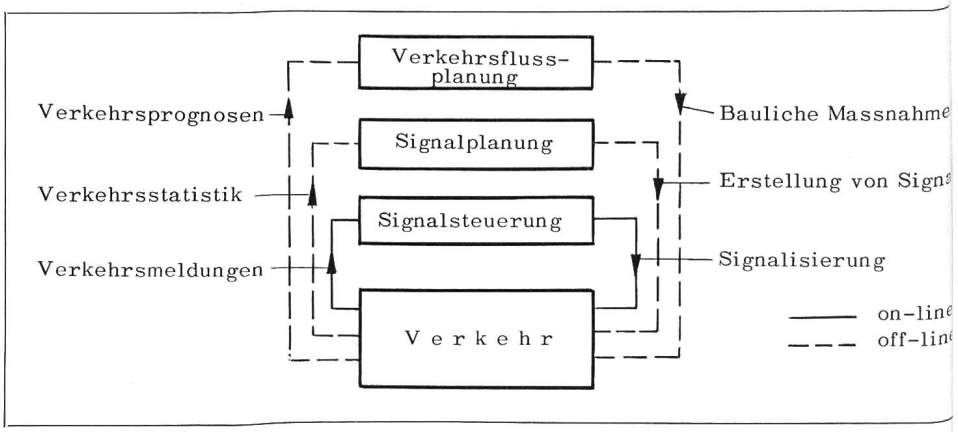


Abb. 1. Regelkreise für Planung und Steuerung des Strassenverkehrs

Elektronische Datenverarbeitung

Eine seriöse Verkehrsplanung ist erst möglich, seitdem für diesen Zweck elektronische Datenverarbeitungsanlagen eingesetzt werden können, da der Rechenaufwand selbst für einfache Probleme zu unwirtschaftlich langen Rechenzeiten führen würde, wenn nur eine Tischrechenmaschine zur Verfügung stände. Man darf jedoch auch vom Computer keine Wunder erwarten und muss sich seiner Beschränkungen bewusst sein. Ein Computer ist gehorsam, ausserordentlich schnell und zuverlässig, aber dumm und phantasielos. Zur Programmierung braucht es einen Arbeits- und Zeitaufwand, der meist sehr stark unterschätzt wird. Auf korrekt gestellte, dumme Fragen wird er stets dumme Antworten erteilen. Sind jedoch die Fragen vernünftig und präzis gestellt, so erteilt er auch bei ausserordentlich komplizierten Sachverhalten richtige und wertvolle Antworten. Er kann auch Systeme optimieren. Dazu dienen die modernen Verfahren des Operations Research oder, was bisweilen dasselbe ist, ein systematisches Ausprobieren.

Einsatz des Computers

Den Einsatz des Computers kann man durch drei Regelkreise veranschaulichen (Abb 1). Jegliche Planungsmassnahmen haben einen Einfluss auf den Verkehr, deren Wirkung im Planungsstadium berechnet, im Ausführungsstadium beobachtet wird und wiederum auf die Planung einwirkt. Der zeitlich zuerst wirksame Regelkreis ist der äussere: Auf Grund der Verkehrsprognosen wird der Verkehrsfluss geplant, der durch bauliche Massnahmen und Verkehrsleitmittel wie Festlegung von Spuren, Einbahnstrassen, Abbiegeverboten usw. kanalisiert wird. Die Wirkungen dieser Massnahmen können mit geeigneten Rechenprogrammen im allgemeinen sehr genau ermittelt werden. Auf Grund der gleichen Unterlagen erfolgt dann die Erstellung von Signalplänen (zweiter Regelkreis). Während bei der Erstellung der Verkehrsflusspläne noch weitgehend die Phantasie des Verkehrsplaners massgebend ist, weil dort viele, nicht exakt erfassbare historische und soziologische Gegebenheiten hineinspielen, sind die Signalpläne rein rechenmässig zu erstellen. Im Gegensatz zu den Verkehrsflussmassnahmen kön-

nen diese bei sich änderndem Verkehr jederzeit verbessert werden. Ein dritter Regelkreis tritt dann auf, wenn Vorrichtungen vorgesehen sind, durch die der Verkehr laufend und automatisch gemessen wird und wenn deren Messergebnisse die Signalsteuerung laufend beeinflussen. Wie dies geschieht, wird im weiteren ausgeführt werden. Während in den beiden ersten Fällen der Rechner «off line», d. h. zeitlich und räumlich unabhängig vom Verkehr arbeitet, ist im dritten Falle der Rechner «on line» angeschlossen, d. h. er empfängt ständig die Verkehrsmeldungen und gibt schritthaltend (real-time-Arbeitsweise) die Steuerbefehle an die Signalampeln.

Einzelne Verkehrsknoten

Für die Berechnung geht man stets vom einzelnen Verkehrsknoten aus. Den Plan eines solchen Knotens mit den erlaubten Spuren zeigt Abb. 2. Eingezeichnet sind Signalhaltelinien, Verkehrsströme und Konfliktpunkte. Eine erste Abschätzung der Leistungsfähigkeit einer solchen Kreuzung kann mit der aus Erfahrung gewonnenen Regel geschehen, dass über einen Konfliktpunkt oder eine Konfliktfläche, z. B. die durch die Punkte 2, 5, 6, 9 gegebene Fläche, bei vierphasiger Reglung stündlich nicht mehr als 1300 Personenwageneinheiten (PwE) verkehren können. Ein Motorrad zählt als 0,5 PwE, ein Lastwagen als 2 PwE. Die Zahl der Phasen eines Signalprogrammes entspricht der Zahl der Hauptsignalbilder während eines Umlaufs, wobei Uebergangs-Signalbilder nicht gerechnet werden. Man ist bestrebt, die Anzahl der Phasen möglichst klein zu nehmen, da die einzelnen Phasen durch Zwischenzeiten getrennt sein müssen, die nur zur Räumung der Konfliktspunkte dienen und deswegen Verlustzeiten für den Verkehr darstellen. Aus dem gleichen Grunde ist die Leistung einer Kreuzung um so grösser, je länger die Umlaufzeit gewählt wird. Dies geht freilich nur so lange die Staustrecken die wartenden Fahrzeuge aufnehmen können. Auf Grund der eingehenden Daten, Topologie, Verkehrsbelastung und Erfahrungswerte für Fahrzeugdichte und Fahrzeuggeschwindigkeit errechnet der Computer die günstigsten Signalbilder, ihre Reihenfolge und die Dauer der Grünzeiten der einzelnen Phasen.

Knotensysteme

In der Verkehrsregelung geht die Entwicklung dahin, mehrere Knotenpunkte zusammenzuschalten und gemeinsam zu steuern. Dies nicht nur, um die Kosten für den Steuermechanismus nur einmal aufzuwenden, sondern vor allen Dingen, weil es sich gezeigt hat, dass nur durch eine koordinierte Steuerung die besten Erfolge erreicht werden können. In einer solchen Steuerung arbeiten alle koordinierten Knotenpunkte mit Signalplänen gleicher Umlaufzeit, bei

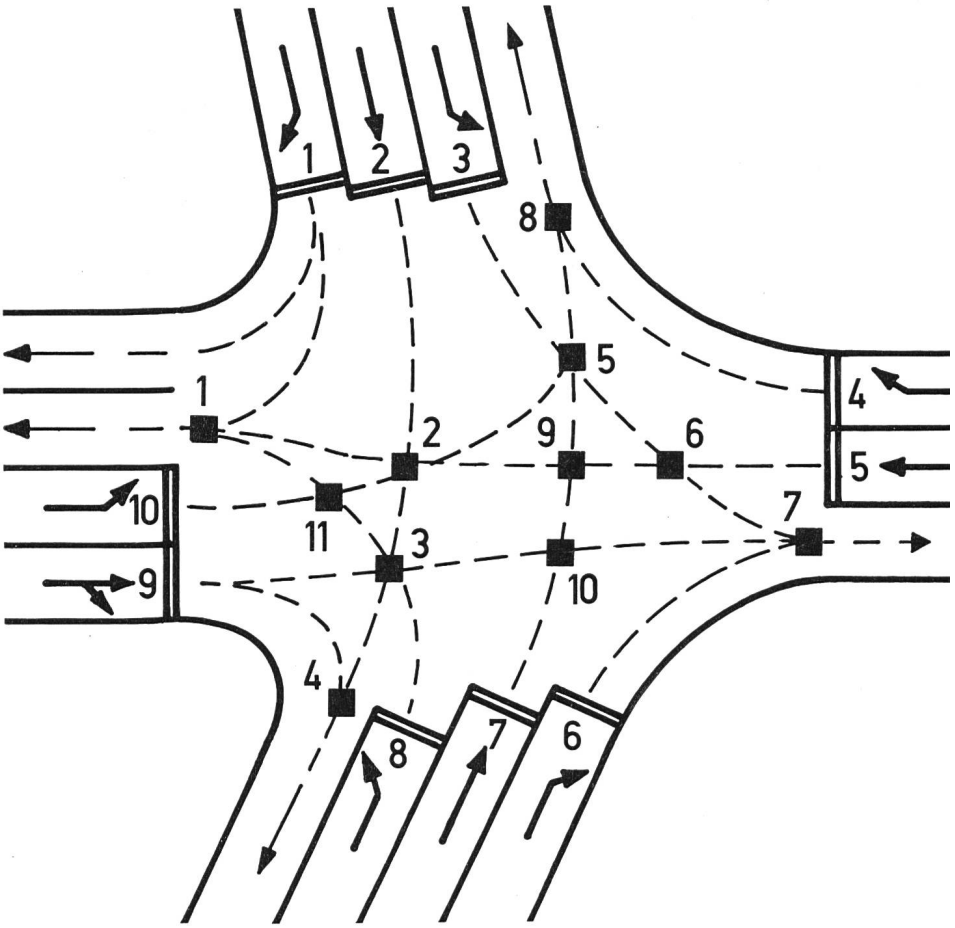


Abb. 2. Verkehrsknoten

Abb. 3. Verkehrsrechner Hasler Contra in Sitten

denen die Grünzeiten mindestens für die Hauptrichtung so versetzt sind, dass bei einer bestimmten Geschwindigkeit der Fahrzeuge eine Durchfahrt ohne Halt möglich ist (grüne Welle). Knotenpunkte können dabei auch mit halber Umlaufzeit arbeiten. Die Aufstellung der Signalpläne wird wesentlich schwieriger, wenn nicht nur ein Strassenzug, sondern ein Netz von Knotenpunkten koordiniert werden soll. Auch für diese Aufgabe existieren Computer-Programme, die auf den für die einzelnen Knoten berechneten Signalplänen aufbauen und die günstigste Versatzzeiten berechnen.

Zentralsteuerung durch Verkehrsrechner

Auch wenn zunächst auf automatische Verkehrsmeldung verzichtet wird, da sie beträchtliche Kosten verursacht, bietet eine Zentralsteuerung durch Verkehrsrechner viele Vorteile. Als Vorteile der Zentralsteuerung sind zu nennen: Erleichterung von Ueberwachung, Aenderungen und Reparaturen, einfachere Koordinierung der Knotenpunkte besonders bei Programmwechsel. Ein Computer bietet, verglichen mit mechanischen programmierten Steuerungen, grosse Vorteile: Viele Signalprogramme können gespeichert und leicht sich ändernden Bedürfnissen angepasst werden. Der Rechner führt schnell und sicher den Uebergang von einem Programm auf das andere aus, was unter Umständen schwierige Schaltmassnahmen erforderlich macht. Bei Einbau von Verkehrsmessgeräten kommen dazu automatische Programmauswahl und Umschaltung, automatische Programmänderungen durch Einschieben oder Fortlassen von einzelnen Programmphasen, Anpassung durch Verlängern oder Verkürzen von einzelnen Phasen sowie Aufzeichnung von Verkehrsstatistiken. Für grösste Anpassungsfähigkeit der Steuerung sollte jede Ampel bzw. gleichlaufende Ampelgruppe einzeln vom Rechner gesteuert werden können. Die gesteuerten Verkehrsknoten sind meist in Knotenpunktsgruppen zusammengefasst, die auch weit voneinander entfernt liegen können.

Aus diesen beiden Gründen kommt dem System der Befehlsübermittlung vom Rechner zu den Knotenpunkten und von den Verkehrsfühlern zum Rechner besondere Bedeutung zu. Da der Rechner im Zeitmultiplexverfahren arbeitet, ist es naheliegend und entspricht auch der modernen Entwicklung der Datentechnik, die Nachrichtenübertragung im Zeitmultiplex vorzunehmen. Ein nach diesen Prinzipien arbeitender Verkehrsrechner ist beispielsweise der Hasler CONTRA (CONtrol of TRAffic), der in Bern, Zürich und Sitten (Abb. 3) eingesetzt wurde und in kurzer Zeit den Verkehr in Lugano und Neuenburg leiten wird. Abb. 4 zeigt den neuen Verkehrsregelungsplan von Lugano.

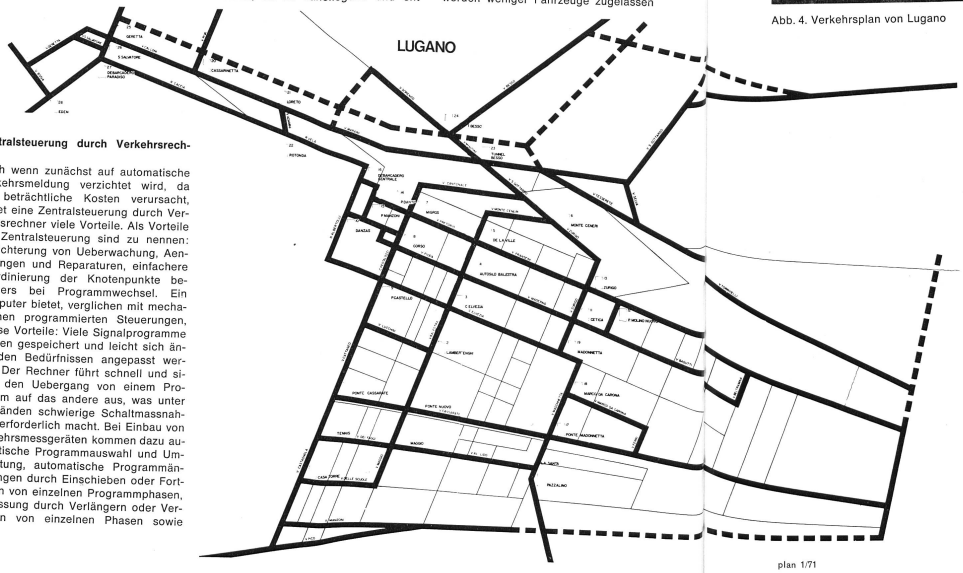
Lichtsignalanlagen auf Expressstrassen und in Tunnels

Ausser im städtischen Strassennetz finden neuerdings Lichtsignalanlagen Verwendung auf städtischen Expressstrassen. Diese haben eine verminderte Verkehrskapazität an Einmündungen und in Tunnels. Man versucht, Ueberlastungen der Expressstrassen, die zu Verstopfungen führen könnten, dadurch zu vermeiden, dass man an den Eingängen zu den Verkehrsstrassen Lichtsignale aufstellt, die den Zufluss drosseln. Die Verfahren, die dafür in Frage kommen, sind noch sehr umstritten. Man hat in den USA versucht, durch Verkehrsdetektoren Lücken im Fahrzeugstrom auf der rechten Spur zu ermitteln und wartende Fahrzeuge durch Lichtsignale in diese Lücke zu dirigieren.

Doch ist einerseits der Aufwand sehr hoch (etwa 10 Schleifen pro Zufahrt), anderseits die Wirkung zu gering: es werden weniger Fahrzeuge zugelassen als möglich wäre. In Tunnels hat man die Erfahrung machen müssen, dass täglich etwa ein Fahrzeug wegen Benzinpanne oder anderer Ursachen liegenbleibt. Da im Tunnel keine Abstellspur besteht bzw. wegen der ungewohnten Sichtverhältnisse sind solche stillstehenden Wagen oft Ursache von Auffahrunfällen. Die Aufgabe der Verkehrsregelung ist es hier, Unregelmässigkeiten auf der Durchfahrt automatisch und schnell festzustellen und zweckmässige Massnahmen durch Anzeige von Geschwindigkeitsbeschränkungen und Umleitungen auf andere Spuren vorzunehmen, um nach Möglichkeit die drastischste Massnahme, die Sperrung der Tunnelzufahrt, zu vermeiden. Eine Ueberwachung des Tunnels durch Fernsehkameras wäre zwar denkbar, ist aber zu arbeitsintensiv und trotzdem unzuverlässig. In dem neuen Rheinallee-Tunnel Düsseldorf, der eine Länge von 650 m, mit Adaptionsstrekken von 900 m hat, sind zur Ueberwachung in 100 m Abstand Fahrbahnschleifen eingebaut, die Fahrzeugmenge und Geschwindigkeiten messen. Geschwindigkeitsunterschiede auf den beiden Spuren einer Richtung haben sich als bestes Kriterium für Störungen erwiesen. Bei Störung erfolgt sofort eine Geschwindigkeitsbegrenzung auf 60 bzw. 40 km pro Stunde und zweckmässige Spurbahnsignalisierung durch ein rotes Kreuz und einen grünen Pfeil, wie sie für mehrspurige Strassen auch in der Schweiz seit längerer Zeit bekannt sind (Abb. 5).

Eine Tunnelsignalisierung, die trotz ihrem geringen Umfang wesentliche Merkmale einer solchen Signalanlage enthält, wurde vor kurzem von der Hasler Signal im Rotenberg-Strassentunnel Vals—Cervreila GR eingerichtet. Dieser Tunnel ist 1,8 km lang. Fahrzeugdetektoren an den Portalen melden die Fahrzeuge an. Ein einfacher Rechner gibt die Befehle zur Signalsteuerung und zeigt ausserdem mit Wartezeitanzeige-Tableaux an den Portalen die Verkehrslage an. Sieben Tunneldetektoren überwachen die Fahrt des Wagens. Werden sie nicht rechtzeitig überfahren, so wird Alarm gegeben.

So hat die Datentechnik für die Planung und Durchführung der Verkehrsregelung ein umfangreiches Instrumentarium geschaffen, das sowohl Geräte (Hardware) zum Aufnehmen, Verarbeiten, Uebertragen und Signalisieren von Informationen als auch durchgearbeitete und erprobte Planungsverfahren und Rechenprogramme (Software) umfasst. Es ist die Aufgabe des Verkehrsingenieurs, davon den besten Gebrauch zu machen, um den Strassenverkehr, auf den wir heute alle angewiesen sind, so günstig wie möglich zu gestalten.



plan 1/71

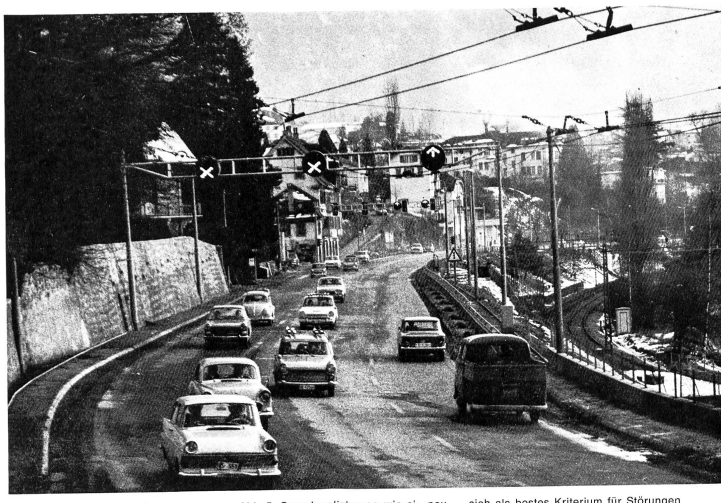


Abb. 4. Verkehrsplan von Lugano

Abb. 5. Spursignalisierung wie sie neuerdings in Deutschland eingeführt wird (mit nach unten zeigendem grünen Pfeil). Das Bild zeigt die Strasse Montreux—Villeneuve 1965. (Bilder Hasler Signal AG.)